잡초로 취급된 유채의 사일리지 제조에 관한 연구

최기춘[§] · 류재혁 · 정민웅 · 박형수 · 김원호 · 김다혜[§] · 김천만 · 김종근 · 김맹중 · 임영철
농촌진흥청 국립축산과학원

Study on Silage Manufacture of Rape Treated as Weed

Ki Choon Choi[§], Jai Hyunk Ryu, Min-Woong Jung, Hyung Su Park, Won Ho Kim,
Da Hye Kim[§], Cheon Man Kim, Jong Geun Kim, Mang Jung Kim and Young Chul Lim
National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of harvest stage of rape on nutritive values and quality of round baled rape silage in field of forage crops of Department of Animal Resources Development, National Institute of Animal Science, RDA. Rape was harvested at three different growth stages (flowering, milk and dough stage) and ensiled at each harvest stages. The content of moisture of rape increased with delayed harvest maturity. However, the content of moisture of rape was controlled by pre-wilting (24 hr. and 48 hr). The content of moisture in dough stage was similar to that of haylage. The content of crude protein in round baled rape silage increased with delayed harvest maturity, but the contents of acid detergent fiber, neutral detergent fiber and total digestible nutrient decreased. The pH in all rape silage ranged from 3.8 to 4.4 at three different harvest stages, and pH in dough stage was higher than that of flowering and milk stages ($p < 0.05$). The content of lactic acid of all rape silage increased with delayed harvest maturity ($p < 0.05$), but the content of acetic acid decreased ($p < 0.05$). And then, flieg's score revealed that there was an increase in order; flowering stage (100) = milk stage (100) > ripen stage (88).
(**Key words** : Rape, Silage, Round bale, Quality, Organic acid)

I. 서 론

청예용 유채 (*Brassica napus* L.)는 저온에서 잘 자라며 서리가 오는 기간에도 이용할 수 있고 생초수량도 많아 생초공급원으로 추천되고 있는 사료작물이다. 또한 유채는 화본과 사료작물에 비해 영양학적으로도 단백질과 칼슘함량 및 소화율이 높으며, 생육기간 중 영양성분의 변화가 적은 것으로 알려져 있다 (Kim et al., 2005; Barnes et al., 1995; Cho and Kim, 1988). 특히 젖소에 대한 기호성이 좋기 때문에

우리나라에서는 가을철 재배 사료작물로서 호밀과 연맥 다음으로 많이 재배하고 있다.

일반적으로 유채는 수분함량이 높아 사일리지 제조하기 위해서는 예건 등 많은 노력을 투입해야 해야 하는 단점이 있어 유채이용이 제한되어져 왔다 (Jo et al., 1988). 또한 우리나라는 대부분 지역에서 유채가 시각적인 즐거움을 제공해주는 관광자원으로써 지역소득 증대를 위한 작목으로 활용되고 있을 뿐 사일리지로는 거의 활용이 되고 있지 않은 실정이다.

특히, 관광자원으로써 역할이 끝나면 (꽃이

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

[§]This author equally contributed to this work.

없어진 후) 유채는 잡초나 쓰레기로 취급되어 많은 관광지역에서 골치덩어리로 인식되고 있다. 그러나 축산인들에게는 이러한 유채는 중요한 조사료원으로 이용될 수 있기 때문에 조사료원으로 이용여부의 조사는 대단히 중요하다.

따라서 본 연구에서는 관상용으로써 가치가 없어지면 잡초로 변해 버린 유채를 조사료원으로 이용하기 위해서 유채를 생육시기별로 사일리지를 제조한 후 유채의 사일리지 사료가치 및 품질을 조사하기 위해서 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 연구는 충남 천안에 위치한 국립축산과학원 자원개발부 시험포장에서 수행하였으며, 공시초종으로 꽃 유채 “common”을 2011년 3월 3일에 파종하였다. 꽃 유채의 파종은 mist sprayer를 이용하여 파종 (4 kg/ha)하였고, 시비는 복합비료 (N-P₂O₅-K₂O; 21-17-17)로 100 kg/ha 전량기비로 시용하였다.

유채의 수확은 개화기(5월 26일), 유숙기(6월 7일), 호숙기(6월 21일)에 맞추어서 mower conditioner (SM 300 Trans; FELLA-WERKE GMBH Co. Italy)를 이용하였다. 수확된 유채는 예건 (24 및 48시간) 후 집초기를 이용하여 베일링 전에 집초하였으며 지름 120 cm, 폭 120 cm 규격의 대형 라운드베일러 (F 21; FORT & PEGORARO Co. Italy)를 이용하여 베일링 하였다. 그리고 베일링 된 유채는 보관 장소로 즉시 이동하여 wrapper (F 11; FORT & PEGORARO Co. Italy)를 이용하여 4겹의 비닐을 감아 보관하였다. 사일리지 wrapping에 쓰인 비닐은 두께가 25 μ m이고 폭은 800 mm이며 길이는 1,800 m인 백색 비닐이었다.

2. 사료가치 분석

유채 사일리지의 사료가치를 조사하기 위하여 각 시험구에서 저장 60일 후 사일리지 시료 채취기 (Uni-Forage Sampler, STAR QUALITY SAMPLER Co., Canada)로 각 처리구당 약 500 g을 취하여 일부는 65℃ 순환식 송풍건조기에 서 3일 이상 건조 후 분쇄하여 시료의 crude protein (CP)은 AOAC법 (1990)에 의해 분석하였고, neutral detergent fiber (NDF) 및 acid detergent fiber (ADF) 함량은 Goering 및 Van soest (1970) 방법으로 분석하였다. 그리고 가소 화영양소 총량 (total digestible nutrients, TDN)은 $88.9 - (ADF\% \times 0.79)$ 에 의해서 산출하였다. 그리고 나머지 일부는 -20℃ 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다.

사일리지의 pH와 유기산 성분은 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 주기적으로 흔들며 주면서 24시간 보관 후 4중 가아제로 1차 거른 뒤 여과지 (Whatman No. 6)를 통하여 걸러서 추출액을 조제하여 pH는 pH meter (HI 9024, HANNA Instrument Inc., UK)로, 그리고 젖산은 0.22 μ m 실린지 필터를 사용하여 여과시킨 다음 HPLC (HP1100, Agilent Co., USA)로 분석하였다. 초산과 낙산 분석은 gas chromatography (GC-450, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였다. 추출액은 분석에 이용할 때까지 -70℃에서 냉동보관 하였다.

본 시험에서 얻은 모든 결과는 windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0, USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며 최소유의성을 검정하는 p-value가 0.05로 평가하였다.

III. 결 과

1. 수확시기에 따른 수분함량

숙기별 유채의 원형곤포 사일리지에 대한 수분함량은 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 유채 수분함량은 개화기에서 88%, 유숙기에서 79% 그

Fig. 1. Moisture content of rape during the experimental periods.

Fig. 2. pH of roll baled rape silage according to harvest stage of rape.

A, C and E: Pre-wilting for 24 hr., B, D and F: Pre-wilting for 48 hr.

* vs Flowering and Milk stage ($p < 0.05$).

리고 호숙기에서 68%로 수확시기가 늦어짐에 따라 현저하게 감소하였다. 또한 24시간 및 48시간 예건에 따른 유채 사일리지는 개화기 및 유숙기의 수분함량이 약 68~78%의 범위를 보였으나 호숙기에는 거의 헤일리지 수준인 42~53% 범위를 유지 하였다 (Table 2).

2. 수확시기에 따른 pH

숙기별 유채의 원형곤포 사일리지의 pH는 Fig. 2에서 보는 바와 같이 예건에 따른 개화기의 사일리지의 pH는 4.37 정도, 유숙기의 pH는 4.18~4.23 그리고 호숙기에서는 4.9~5.38로 비교적 안정된 상태를 유지하였으나 호숙기에서는 개화기~유숙기 보다 현저하게 pH 증가가 현저하게 나타났다.

3. 수확시기에 따른 사일리지의 사료가치

숙기별 유채의 원형곤포 사일리지의 사료가치는 Table 1에서 보는 바와 같다. 유채의 원형

Table 1. Effect of harvest stage of rape and pre-wilting time on nutritive values of roll baled rape silage

Harvest stage	Pre-wilting time (hr)	CP ¹⁾	ADF ²⁾	NDF ³⁾	TDN ⁴⁾
Flowering	24	14.61	37.06	48.39	59.62
	48	14.97	36.20	47.17	60.30
Milk	24	11.35	43.33	52.89	54.67
	48	10.81	44.27	53.59	53.92
Dough	24	9.32	48.73	59.23	50.40
	48	9.68	48.59	58.28	50.52
Main-effect					
Flowering		14.79a	36.63c	47.78c	59.96a
Milk		11.08b	43.80b	53.24b	54.30b
Dough		9.50c	48.67a	58.75a	50.46c
Sub-effect					
24 hr.		11.76	43.04	53.50	54.89
48 hr.		11.82	43.02	53.01	54.91

¹⁾ CP: Crude protein, ²⁾ ADF: Acid detergent fiber, ³⁾ NDF: Neutral detergent fiber.

⁴⁾ TDN: Total digestible nutrient.

a,b and c: Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

Table 2. Effect of harvest stage of rape and pre-wilting time on organic acids and quality grade of roll baled rape silage

Harvest stage	Pre-wilting time(hr)	Moisture (%)	Lactate (%/DM)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)	Flieg's Score
Flowering	24	78.0	6.82	1.90	0.05	98
	48	68.3	5.31	1.04	0.03	100
Milk	24	74.0	5.73	1.18	0.02	98
	48	71.0	5.58	0.87	0.02	100
Dough	24	53.6	2.15	0.62	0.11	80
	48	42.3	1.10	0.27	0.02	95
Main-effect						
Flowering		73.2	6.11a	1.45a	0.33	99
Milk		72.5	5.51b	1.07b	0.02	99
Dough		48.0	1.62c	0.44c	0.06	88
Sub-effect						
24 hr.		68.5	4.98	1.23a	0.06	92
48 hr.		60.6	4.12	0.76b	0.02	100

a,b and c: Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

곤포 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 조 단백질 함량은 현저하게 감소하는 경향을 보였으며 ($p<0.05$) 섬유소인 ADF 및 NDF 함량은 증가하는 경향을 보였다 ($p<0.05$). 숙기별 유채의 원형곤포 사일리지의 TDN 함량도 수확시기가 늦어짐에 따라 현저하게 감소하는 경향을 보였다 ($p<0.05$). 그러나 예건에 의한 사료가치는 변화되지 않았다.

4. 조제방법에 따른 사일리지의 유기산 함량 변화 및 품질등급

숙기별 유채의 원형곤포 사일리지의 유기산 함량은 Table 2에서 보는 바와 같다. 유채의 원형곤포 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 젖산 및 초산 함량은 현저하게 감소하는 경향을 보였으며 ($p<0.05$), 낙산 함량은 차이가 나타나지 않았다. 그리고 예건에 의한 유기산의 변화는 관찰되지 않았다. Flieg법에 의한 유채의 원형곤포 사일리지의 품질등급은 개화기 (100),

유숙기 (100) 및 호숙기 (88) 모두 우수등급을 나타냈다.

IV. 고 찰

우리나라의 경우 늦가을과 이른 봄을 포함하여 긴 겨울동안은 거의 생초생산을 할 수 없기 때문에 저온에서 잘 자라며 생초수량도 높은 사료용 유채를 단경기 생초공급원으로 인식하여 일부 축산농가에서는 이용하고 있다. 그러나 사료용 유채는 유통조사료로써 기능이 거의 알려져 있지 않기 때문에 일부 축산농가나 경종농가에서는 관심의 대상이 되고 있지 않다.

현재 우리나라는 대부분 지역에서 유채는 관광농원에서 관상용으로써 활용되고 있을 뿐 조사료원으로 활용은 미미한 수준에 있는 실정이다. 본 연구에서는 유채의 숙기에 따른 사일리지 제조 시 사료가치와 품질 변화 그리고 관상용으로써 가치가 없어지면 잡초로 변해 유채를 사일리지로 이용하기 위한 방법을 제시하기 위

해서 수행하였다. 본 연구의 결과에서는 보는 바와 같이 수확시기에 따라 약 68~88% 정도의 현저한 차이를 보이고 있지만 1~2일 정도 예건에 의해 유채의 수분함량을 양질의 사일리지를 조제하기 위한 수분함량으로 조절을 할 수 있었다. 일반적으로 우리나라의 경우는 일손과 기후적인 요인에 의해 사일리지의 조제시기가 결정되어 사료작물을 이용한 사일리지 제조 시 수분함량은 많은 차이를 보이고 있는 상황이다. 일부 연구자들은 목초나 사료작물의 사일리지 제조 시 수분함량을 조절하기 위해서 예건을 실시하여 사일리지의 품질향상 시킬 수 있다고 하였는데 (Lim et al., 2009; Song et al., 2009; Kim et al., 2006; Manyawa et al., 2003; Kim et al. 1996), 본 연구에도 수분함량이 높은 유채의 경우도 1~2일 예건에 의해 사일리지를 조제할 수 있는 수분 함량을 유지하였다. 특히, 꽃이 진 후에 유채(호숙기)는 잡초나 쓰레기로 취급되어 많은 관광지역에서 골치 덩어리로 인식되고 있는데, 본 연구의 결과에서 보는 바와 같이 수분함량이 약 64% 정도로 거의 예건 없이 바로 사일리지를 제조해도 좋을 정도로 수분함량을 보였다. 또한 호숙기에 제조된 유채의 원형곤포 사일리지의 사료가치 및 유기산 함량에서는 개화기나 유숙기에 제조된 것보다 현저히 감소하였으나 Flieg's score의 결과에서 보는 바와 같이 호숙기의 사일리지 품질은 우수한 것으로 나타났다.

일반적으로 사료작물은 숙기가 진행됨에 따라 조단백질 함량은 현저하게 감소하고 섬유소인 ADF 및 NDF 함량은 증가한다고 하였는데 (Kim et al., 2010; Song et al., 2009; Kim et al., 1996), 본 연구의 결과에서도 동일한 경향을 보였다. 유채는 수분함량이 높아 사일리지 이용은 어려우며, 포장에서 예건 후 수분조절재로 볏짚을 생초중량의 10% 정도 첨가하면 사일리지를 담을 수 있고 일반적으로 알려져 있는데, 본 연구의 결과에서 보는 바와 같이 1~2일 예건에 의해 수분 조절제 없이 양질의

유채 사일리지를 제조할 수 있다고 생각한다. 축산인들에게는 관광자원으로써 역할이 끝난 유채는 중요한 조사료원으로 이용될 수 있기 때문에 많은 연구자들은 환경보존 및 조사료원 확보차원에서 유채의 이용성 증진 및 젖산균 접종 등에 관한 연구를 다양한 측면에서 접근해야 한다고 생각된다.

이상의 결과를 요약해 볼 때 수분함량이 80~88% 정도 유지되는 유채도 예건에 의해 양질의 사일리지 제조에 이용될 수 있을 뿐 아니라 관광자원으로써 역할이 끝난 유채도 사일리지로 제조함으로써 양질의 조사료원으로 이용될 수 있다.

V. 요 약

본 연구에서는 관상용으로써 가치가 없어지면 잡초로 변해 버린 유채를 조사료원으로써 이용하기 위한 방법을 모색하기 위해서 천안에 위치한 국립축산과학원 자원개발부 초지사료포장에서 수행되었다. 유채는 생육시기별 3회(개화기, 유숙기, 호숙기)에 걸쳐 수확을 하여 사일리지를 제조한 후 사료가치 및 품질을 조사하였다. 수확시기가 늦어짐에 따라 수분함량은 감소하는 경향을 보였으며 예건에 의해서 사일리지 제조 적기 수분함량을 유지하였다. 그리고 호숙기는 거의 헤일리지 수준의 수분함량을 나타냈다. 유채의 원형곤포 사일리지는 수확시기가 늦어짐에 따라 조단백질 함량은 감소하는 경향을 보였으나 ($p<0.05$) 섬유소인 ADF 및 NDF 함량은 증가하는 경향을 보였다 ($p<0.05$). 그리고 유채 사일리지의 TDN 함량도 수확시기가 늦어짐에 따라 감소되었다 ($p<0.05$). 수확시기에 따른 사일리지의 pH는 3.8~4.4을 유지하였으며, 호숙기의 pH는 개화기나 유숙기 보다 높았다 ($p<0.05$) 그리고 수확시기가 늦어짐에 따라 젖산 함량은 증가하였으나 ($p<0.05$) 초산 함량은 감소하였다 ($p<0.05$). Flieg법에 의한 유채의 원형곤포 사일리지의 품질등급은 개화

기(100), 유숙기(100) 및 호숙기(88) 모두 우수 등급을 나타냈다.

VI. 인 용 문 헌

- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15thed. Washington, DC. 15th ed.
- Barnes, R.F., Miller, D.A. and Nelson, C.J. 1995. Forages. 5th ed. Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Jo, M.H. and Kim, D.A. 1988. Effects of nitrogen fertilization levels and some additives on the chemical composition and silage quality of forage rape (*Brassicanapusubsp. oleifera*) I. Effects of harvesting dates and N fertilization levels on the yield and quality of forage rape. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 8(1):33-39.
- Jo, M.H., Kim, D.A. and Seo, S. 1988. Effects of nitrogen fertilization levels and some additives on the chemical composition and silage quality of forage rape (*Brassicanapusubsp. oleifera*) II. Effects of N fertilization levels and formaldehyde treatment on the chemical composition of forage rape silage. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 8(1):40-46.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Kim, M.J., Chang, Y.S. and Chung, B.C. 2005. Effect of nitrogen fertilizer level and mixture of small grain and forage rape on productivity and quality of spring at south region in Korea. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 25(3):143-150.
- Kim, J.G., Chung, E.S., Seo, S., Ham, J.S., Kim, M.J. and Lee, J.K. 2006. Effects of wilting days on the quality of round baled grass silage. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 26(1):39-44.
- Kim, J.D., Lee, H.J., Jeon, K.H., Yang G.Y., Kwon, C.H., Sung, H.G., Hwangbo, S. and Jo, I.H. 2010. Effect of harvest stage, wilting and crushed rice on the forage production and silage quality of organic whole crop barley. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 30(1): 25-34.
- Kim, J.G., Jin, H.J., Shin, J.S., Jeong, E.S. and Han, M.S. 1996. Effects of pre-wilting treatment and formic acid addition on quality of silages made from spring sown oat crops. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 16(2):155-160.
- Lim, H.J., Kim, J.D., Lee, H.J., Jeon, K.H., Yang, K.Y., Kwon C.H. and Yoon, S.H. 2009. Effect of pre-wilting on the forage quality of organic Sorghum×Sudangrass silage. Korean Journal of Organic Agriculture 17(4):519-527.
- Manyawu, G.J., Sobanda S., Mutisi, C., Chakoma, I.C. and Ndiweni, P.N. 2003. Effect of prewilting and incorporation of maize meal on the fermentation of bana grass silage. Asian-Australasian Association of Animal Science. 16(6):843-851.
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Depart. of Anim. Sci.
- Song, T.H., Han, O.K., Yun, S.K., Park, T.I., Kim K.H. and Kim, K.J. 2009. Effects of pre-wilting time on change of the moisture content and its silage quality at different harvest stages of whole crop barley. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science 21(4):316-321.

(Received April 2, 2012/Accepted August 25, 2012)