

생볏짚의 연화처리와 피복스트레치 필름의 색깔에 따른 랩사일리지의 품질분석

Quality Analysis of Fresh Rice Straw Wrapping Silage by Softening Treatment of Fresh Rice Straw and Colors Effects of Wrapping Stretch Film

이성현 김종근 최광재 유병기 오권영
정회원 정회원 정회원 정회원 정회원
S. H. Lee J. K. Kim K. J. Choi B. K. Yu K. Y. Oh

ABSTRACT

Recently, in Korea, round bale wrapping silage made by fresh rice straw are partially utilized. The colors of stretch film using for wrapping the fresh rice straw round bale are white, green and black. The light transmittance of green and white color stretch film was not founded the difference. However, the light transmittance of black color stretch film was largely difference of two stretch films.

This study was carried out to measure qualities of fresh rice straw wrapping silage by softening processing of fresh rice straw and colors effects of wrapping stretch film. The analyzed factors were the light transmittance of stretch film, variation of the temperature in fresh rice straw round bale and qualities of the silage in crude protein, ADF, NDF, organic acid, etc. It was difficult to find in this study the colors effects of stretch film on silage qualities by the silage wrapping. But, when make fresh rice straw wrapping silage, wrapping silage fermentation effect goes well more if handle softening the fresh rice straw.

Keywords : Livestock production machinery, Wrapping silage, Stretch film, Silage quality, Fresh rice straw

1. 서 론

우리나라 낙농가의 농가당 젖소사육 두수가 1990년 14.4두에서 2001년에는 42.1두로 지난 10여년 동안 2.9배나 증가하였다. 하지만 사육농가수는 1990년 34천호에서 2001년에는 13천호로 62%가 감소하여 그동안 낙농업의 규모화, 전업화가 급격하게 이루어진 것을 볼 수 있다.

이러한 양적인 팽창에 비해 질적인 사양관리는 다소 미흡한 것이 사실이다. 젖소의 조사료 급여에 있어서 조사료와 농후사료의 급여 비율은 33:67로 선진국 및 이상적인 급여 비율인 60:40과는 너무도 큰 차이를 보이고 있다(강우성, 1999). 이렇게 조사료와 농후사료의 급여 비율이 불균형을 이루는 것은 급여해야 할 양질 조사료의 절대 부족 때문이라고 할 수 있다. 급여 비율이 안정적이지 못

This article was submitted for publication in April 2002; reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in May 2002. The authors are S. H. Lee, K. J. Choi, B. K. Yu, K. Y. Oh, Researcher, National Agricultural Mechanization Research Institute and J. K. Kim, Researcher, National Livestock Research Institute, Suwon, Korea. The corresponding author is S. H. Lee, Researcher, National Agricultural Mechanization Research Institute, Suwon 441-100, Korea. E-mail : <leesh428@rda.go.kr>.

하면 젖소의 생산능력이 크게 떨어지고 우유를 생산할 수 있는 생산가능 년수 또한 짧아져 낙농가에 많은 경제적인 불이익을 가져다준다.

우리나라의 조사료 이용은 주로 옥수수과 호밀 등을 재배하여 엔실리지나 생초 형태로 급이를 해왔다. 생초형태의 급이는 여름철 및 가을철의 사양관리에 주로 이용되고, 엔실리지는 가을철에 조사료를 수확하여 벙커사일로 또는 트랜치 사일로 등에 조사료를 쌓아 공기와의 접촉을 막으면서 젖산발효를 시킨 후 급여하는 형태로 발효 엔실리지에 대한 젖소의 기호성이 좋아 널리 이용되는 형태이다(축산기술연구소, 1999; 류영두, 1998). 그러나 벙커사일로 또는 트랜치 사일로 등을 이용하는 엔실리지 조제는 사일로를 만들기 위한 부지가 필요하고, 사일리지 조제시 일시에 많은 인력이 투입되어 단시간에 작업을 끝내야 하는 문제점이 있다.

따라서 최근 호밀, 생벼짚 등을 이용한 원형베일 랩사일리지를 이용하는 농가가 증가하고 있는 실정이다. 원형베일 랩사일리지는 엔실리지를 만들기 위한 별도의 시설이 필요하지 않고 수분 함량 60% 내외의 조사료를 원형베일로 조제하여 랩사일리지 피복기로 피복한 후 축사 가까운 곳 어느 곳이나 저장이 가능하며, 급이할 때 하나씩 별도로 풀어 급이할 수 있는 장점이 있다. 또한 개별적으로 조제한 랩사일리지는 사일로에 저장하는 엔실리지와 품질 면에서도 차이가 없기 때문에 널리 이용될 것으로 판단된다. 그러나 랩사일리지 피복을 위한 비닐이 검정색, 연두색, 흰색 등 다양하게 생산되고 있으나 비닐의 색깔이나 벗짚의 처리에 따른 랩사일리지의 발효에 관한 연구가 수행된 적이 없다. 따라서 이 연구는 랩사일리지 조제시 사용하는 피복비닐의 색깔과 랩사일리지 조제시 벗짚의 연화가 사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하여 사일리지의 품질을 향상시키기 위한 기술을 확립하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

랩사일리지를 조제하기 위한 공시재료로는 1999년 10월 19일에 수확한 생벼짚(품종 일품벼)을 이용하였다. 벼 수확시의 외기 기상 조건은 주간평균 기온 14.5℃, 상대습도 58%, 일사량 1.22MJ/m²였

다. 생벼짚은 관행의 자탈형 콤팩트를 이용하여 수확한 물리적 처리를 하지 않은 생벼짚과 벼 수확 후 배출되는 생벼짚을 고속으로 회전하는 플레일로 타격하여 물리적으로 부드럽게 연화한 생벼짚 두 종류를 이용하였으며, 이때 시험에 이용한 생벼짚은 함수율(w.b.) 약 60%의 것을 사용하였다. 공시재료의 함수율은 105℃ 72시간 공기오븐법으로 측정을 하였다.

나. 원형베일조제

원형베일의 크기는 1.2 m×1.2 m 이었으며, 베일을 조제하기 위해 사용한 베일러의 규격 및 형식은 Table 1에 나타내었다. 원형베일 조제시 압력에 따른 생벼짚 랩사일리지의 품질변화를 분석하기 위해 베일조제 압력을 10MPa, 12MPa, 14MPa 3수준으로 하였다. 베일을 조제할 때 베일의 균형을 유지하기 위해 중축회전형 레이크를 이용해 집초열을 형성한 다음 베일 조제작업을 실시하였다.

다. 비닐피복

베일의 피복은 베일을 조제한 당일에 실시하였다. 베일 조제후 비닐피복까지의 시간이 많이 경과하면 초기에 호기발효가 일어나 베일의 품질이 저하되는 것으로 알려져 있다. 조제한 원통형베일은 두께 0.025mm, 폭 500mm의 신축성이 좋은 스트레치 필름을 6겹 감아 밀봉하였으며, 스트레치 필름의 색깔은 검정색과 흰색의 필름을 사용하였다. 스트레치 필름을 피복하기 위해 사용한 베일 피복기(래핑기)의 사양은 Table 1에 나타내었다. 베일의 피복은 베일을 가로방향으로 눕힌 후 베일피복기의 상차기를 이용해 베일을 턴테이블에 올려놓은 후 턴테이블을 회전시키면서 베일을 굴러주면 베일이 스트레치 필름을 잡아당기며 일정한 폭으로 감아진다. 베일 피복시 비닐의 중첩률이 50%가 되게 베일을 피복하여 중첩된 부분이 6겹이 되도록 베일을 피복 하였다. 피복한 베일은 평평한 곳에 내려놓은 후 옆으로 눕힌 상태에서 저장을 하였다.

라. 스트레치 필름의 광투과성

시험에 사용한 스트레치필름의 광투과율을 측정하기 위해 방사파장을 변화시킬 수 있는 스펙트로

Table 1 Instruments utilized in experiment

Machine	Specification
Round baler	Model: F21, Company: Sungwon, Bale size: 1.2m×1.2m
Wrapping machine	Model: MSW-220A, Company: Myungsung, Wrapping bale size: 1.2m×1.2m
Spectrophotometers	Model: UV-3101PC, Company: SHIMADZU(JAPAN)
Temperature sensor	Model: T-type, Resolution: ±0.1℃
Recorder	Model: INR-9121, Company: ONOSOKI(JAPAN)
pH meter	HI 9024, HANNA Instrument Inc.
Gas chromatograph	Varian 3400

포토미터(UV-3101PC)를 이용하였다. 측정파장은 260nm~2,600nm의 범위에서 파장을 변화시키면서 재료의 광투과율을 조사하였다. 측정기의 캘리브레이션은 장애물이 없는 상태의 암실에서 발광부에서 나오는 빛을 수광부로 보냈을 때의 값을 100%로 설정을 하였고, 캘리브레이션이 끝난 후 발광부와 수광부 사이에 재료를 놓고 발광부에서 방출된 빛이 재료를 통과하여 수광부에 받아들여진 광량을 측정하여 재료의 광투과율을 조사하였다.

마. 랩사일리지 온도변화

랩사일리지 조제 후 급이시까지의 발효과정을 분석하기 위해 랩사일리지 중심부에 T type 온도센서를 설치하여 시간경과에 따른 온도 변화를 측정하였다. 온도센서는 랩사일리지 조제 후 가운데가 빈 파이프를 이용해 베일 옆면의 비닐을 뚫고 파이프를 중앙까지 박은 후 파이프 속에 센서의 감지부를 넣은 후 파이프를 빼내는 방법으로 설치했다. 온도센서는 베일을 피복한 후 바로 설치하였으며, 베일의 온도는 베일 피복 직후부터 매시간 간격으로 측정을 하였고, 외기 기상자료는 농촌진흥청 근처에 있는 수원기상대의 자료를 이용하였다.

바. 랩사일리지 품질분석

조단백질은 AOAC(1990)법으로 분석하였고 NDF와 ADF는 Goering 및 Van Soest법(1970)을 이용하였다. 사일리지의 pH 측정은 pH meter(HI 9024,

HANNA Instrument Inc.)를 사용하였으며, 유기산 분석은 Gas chromatograph(Varian 3400)를 사용하였다. 생벚짚 랩사일리지의 품질 분석은 랩사일리지 조제 60일 후 조제한 랩사일리지 한 개당 6부위에서 샘플을 채취하여 각 샘플당 3반복으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 스트레치 필름의 광투과율

원형베일 피복에 사용한 스트레치 필름의 광투과율은 흰색과 연두색의 경우 적외선 영역에서는 파장이 가시광선 영역에 가까워지면서 90% 수준에서 70% 수준으로 서서히 줄어들었으며, 가시광선영역에서는 파장이 자외선 영역으로 가까워지면서 70% 수준에서 55% 수준으로 적외선 영역에서와 같이 서서히 줄어들었으나, 가시광선과 자외선의 경계파장에서는 광투과율이 55% 수준에서 25% 수준으로 급격히 떨어지는 것으로 나타났다. 그러나 그림 1에서 보는바와 같이 연두색과 흰색 스트레치 필름의 광투과 특성이 파장대에 따라 거의 유사한 것으로 나타났다. 검정색의 경우는 파장이 긴 영역에서 파장이 짧은 영역으로 가까워지면서 완만한 감소세를 보인다 자외선 영역에서는 빛을 거의 투과하지 못하는 것으로 나타났다. 위의 결과로부터 흰색과 연두색 스트레치 필름간의 광투과성은 거의 차이가 없었으나 검정색의 경우는 매우 상이한 광투과성을 가짐을 알 수 있다. 따라서 근포한 원형베일을 피복하기 위하여 검정색과 흰색 2종류의 스트레치 필름을 사용하였다.

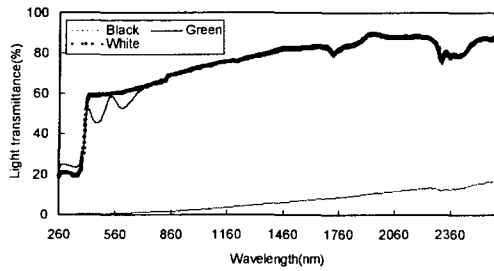


Fig. 1 Light transmittance of the stretch film for wrapping of roughage.

나. 랩사일리지의 온도변화

그림 2, 3, 4는 랩사일리지 조제 직후부터 1시간 간격으로 베일조제 압력별, 피복 스트레치 필름의 색깔별로 랩사일리지 중심부의 시간경과에 따른 온도변화를 측정된 결과를 나타낸 것으로 베일조제 직후 25℃에서 시간이 경과할수록 서서히 낮아져 약 12℃ 내외에서 발효온도가 안정되는 것으로 나타났다. 베일조제 압력 10MPa에서는 검정색으로 피복한 것이 1℃정도 온도가 높은 것으로 나타났으나 사일리지의 젖산 함량은 흰색 스트레치 필름으로 피복한 것이 검정색으로 피복한 것보다 높게 나타났으며, 베일조제 압력 12MPa에서는 검정색으로 피복한 것이 흰색으로 피복한 것보다 2~3℃ 온도가 높게 나타났고 젖산 함량 또한 높게 나타났다. 베일조제 압력을 14MPa로 했을 경우에는 12MPa로 조제했을 때와 같은 온도변화를 보였으나 젖산 함량에서 무처리구에서는 검정색으로 피복한 베일이, 연화처리구에서는 흰색으로 피복한 베일이 높게 나타났다.

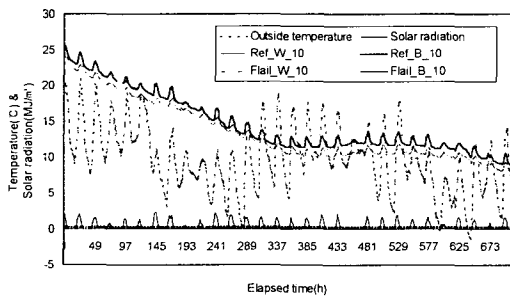


Fig. 2 Temperature variation of fresh rice straw wrapping silage made by 10MPa through elapsed time.

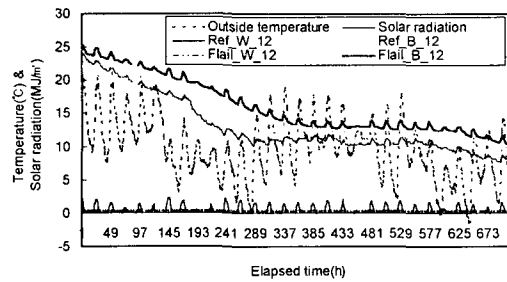


Fig. 3 Temperature variation of fresh rice straw wrapping silage made by 12MPa through elapsed time.

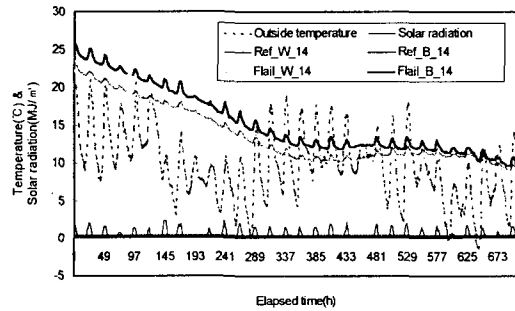


Fig. 4 Temperature variation of fresh rice straw wrapping silage made by 14MPa through elapsed time.

다. 랩사일리지의 품질 분석

생벚짚 랩사일리지의 품질을 분석하기 위해 조제한 처리수준은 베일의 조제압력별 3수준, 피복 스트레치 필름의 색깔 2수준, 벚짚의 처리방법에 따라 관행 콤바인 수확벚짚, 플레일을 이용하여 벚짚을 타격하여 벚짚에 상처를 준 연화생벚짚 2수준이었으며, 벚짚의 조제방법별, 스트레치 필름 색깔별, 베일조제 압력별로 품질을 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다.

사일리지 조제전 생벚짚의 건물 함량은 37.5%, 조단백질 3.13%, NDF 66.61%, ADF 47.27으로 나타났다. 발효후 급이시의 평균 건물 함량은 연화하지 않은 벚짚의 경우 35.7이었으나, 연화한 벚짚의 경우에는 34.3으로 연화한 벚짚이 조금 낮게 나타났다.

사일리지의 pH는 무처리구와 연화처리구에서 모두 검정색으로 피복한 것이 낮게 나타났으며, 조단백질의 경우 무처리구에서는 흰색으로 피복한

Table 2 Analytic results of rice straw wrapping silage

Item	Dry matter (%)	Crude protein (%)	ADF (%)	NDF (%)	pH	Organic acid(% in DM)		
						Lactic	Acetic	Butyric
Ref. 10W	35.1	3.24	48.10	75.72	5.80	1.96	0.50	0.38
Ref. 10B	34.3	3.00	48.90	71.14	5.70	1.20	0.38	0.11
F10 W	33.3	3.52	47.86	74.03	5.62	2.41	1.13	0.15
F10 B	32.1	3.72	47.83	74.38	5.48	2.35	1.35	0.11
Ref. 12W	34.5	3.53	47.91	73.35	5.62	0.83	0.27	0.03
Ref. 12B	38.5	3.47	44.70	68.99	5.55	1.16	0.36	0.09
F12 W	37.3	3.66	45.66	71.80	5.53	1.03	0.28	0.12
F12 B	34.6	3.84	47.32	72.10	5.35	2.16	0.14	0.79
Ref. 14W	34.8	3.62	48.47	74.10	5.22	1.10	0.39	0.04
Ref. 14B	37.4	3.71	46.03	71.85	5.49	1.18	0.32	0.12
F14 W	35.0	3.73	48.24	73.70	5.47	1.27	0.32	0.09
F14 B	33.5	3.72	48.28	70.91	5.27	1.14	0.29	0.18

※ Ref. --W,B: Reference, --Bale pressure(MPa) W(Stretch film of white color), B(Stretch film of black color)
 F --W,B: Treatment, --Bale pressure(MPa) W(Stretch film of white color), B(Stretch film of black color)

것이, 연화처리구에서는 검정색으로 피복한 것이 높게 나타났다.

평균 ADF, NDF는 무처리구 보다 연화한 볏짚의 경우가 약간 높게 나타났으며, 젖산의 경우는 연화하지 않은 볏짚 랩사일리지 보다 연화한 볏짚 랩사일리지가 39.8% 높게 나타나 생볏짚 랩사일리지를 조제할 때 볏짚을 타격하여 상처를 주면 랩사일리지의 공기 함유율이 낮아 젖산 발효가 촉진되는 것으로 판단된다.

베일조제 압력을 10MPa로 했을 경우 젖산 함량은 무처리구와 연화처리구 모두 백색이 검정색보다 높은 것으로 나타났으며, 12MPa로 조제했을 경우에는 검정색이 백색보다 높게 나타났고, 14 MPa로 조제했을 경우에는 무처리구에서는 검정색이, 연화처리구에서는 백색이 높게 나타났다. 따라서 본시험결과 사일리지의 조제압력 및 피복 스트레치 필름의 색깔에 따라 사일리지의 품질이 서로 상이하게 나타나 사일리지 조제시 스트레치 필름의 색깔이 사일리지의 발효에 주는 영향을 구명하기 위해서는 더욱 많은 시험이 필요할 것으로 판단된다. 다만, 본 시험결과 생볏짚을 이용하여 랩사일리지를 조제할 때 볏짚에 상처를 주어 베일의 공기함유율을 낮추면 사일리지의 발효가 촉진 것으로 판단된다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 랩사일리지 조제시 사용하는 피복비닐의 색깔, 조제압력 및 물리적 처리방법이 랩사일리지의 품질에 미치는 영향을 구명하여 사일리지의 품질을 향상시키기 위한 기술을 확립하기 위해서 수행하였다.

시험에 사용한 공시재료는 관행의 콤바인으로 작업한 생볏짚과 콤바인에서 배출되는 생볏짚을 부드럽게 연화할 수 있는 장치를 부착하여 처리한 연화생볏짚이었으며, 스트레치 필름과 볏짚의 조제밀도가 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 검정색과 흰색의 스트레치 필름과 베일조제 압력을 10, 12, 14MPa 3수준으로 하여 시험을 수행하였다.

1) 시험에 사용한 스트레치 필름의 광투과성을 분석한 결과 빛의 파장대역에 따라 연두색과 흰색 필름은 광투과성은 유사한 것으로 나타났고 검정색과는 차이가 큰 것으로 나타났다.

2) 베일을 조제한 직후부터 발효가 완료되어 급이시까지의 시간경과에 따른 온도변화를 측정한 결과 검정색의 경우가 흰색의 경우보다 높은 온도를 유지하는 것으로 나타났으나 베일의 시간경과에 따른 온도의 높고 낮음이 베일의 발효에 주는

영향은 없는 것으로 나타났다.

3) 베일을 10MPa로 조제했을 경우 젖산 함량을 기준으로 베일의 발효정도를 보면 흰색으로 피복한 베일이 검정색으로 피복한 베일보다 발효가 잘 되는 것으로 나타났으며, 12MPa로 조제했을 경우에는 검정색으로 피복한 베일이 흰색으로 피복한 베일보다 발효가 잘 되는 것으로 나타났고, 14MPa로 조제했을 경우에는 무처리구에서는 검정색이, 연화처리구에서는 백색이 젖산 함량이 높은 것으로 나타났다.

4) 따라서 생볏짚 램사일리지 조제시 피복 스트레치 필름의 색깔이 사일리지의 발효에 미치는 영향을 파악하기 힘들었으나, 베일조제시 볏짚의 연화처리에 의한 발효정도는 연화처리한 후 조제한 베일이 피복필름의 색깔과 관계없이 발효가 잘 되는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 강우성, 김종근, 정의수, 함준상, 김종덕, 김경남. 1999. 라운드 베일을 이용한 생볏짚 사일리지의 품질 향상에 관한 연구. 한초지. 19(1): 41-48.
2. 농림부. 2001. 담리작 조사료의 램핑-사일리지 일관화 생산을 위한 모델 및 기계 개발. 106-141.
3. 류영우, 고영두, 이상무. 1998. 사과박·참깨박 및 계분 혼합비율이 볏짚 사일리지의 품질에 미치는 영향. 한축지. 40(3):245-254.
4. 박승재, 김명호. 1998. 절단볏짚의 물리적 성질. 한국농업기계학회지. 23(6):583-590.
5. 축산기술연구소. 1999. 축산신기술활용. 47-570.
6. A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. 15th. Washington, D.C.
7. Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Agric. Handbook 379, U.S. Gov. Print. Office, Washington, D.C.
8. Moore, J. E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. In L. E. Harrison(ed.) nutrition research technique for domestic and wild animals. Utah State Univ., UT, USA.
9. Tilley, J. M. A. and R. A. Terry. 1963. A two-stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. J. Bri. Grassl. Soc. 18:119-128.