

주요 飼料作物의 곤포 Silage 調製利用에 관한 研究

II. 生育段階別 乾物蓄積形態와 곤포사일리지 調製利用

김정갑 · 한민수* · 김건협* · 한정대 · 강우성 · 신정님**

Study on Baled Silage Making of Selected Forage Crops and Pasture Grasses

II. Yield performance and nutritieve evaluation of bale silages as affected by stage of growth

J. G. Kim, M. S. Han*, G. Y. Kim*, J. D. Han, W. S. Kang and C. N. Shin**

Summary

Baled silage making(BS) of selected forage crops was discussed during 1991-1993, to determine the best cutting time of the plants for BS production, BS yields and silage quality. Seven species of forage crops and pasture grasses(rye, barley, spring oat, Italian ryegrass, orchardgrass, alfalfa and grass-legume pasture mixtures) were harvested at different stage of growth from young plant to physiological maturity, and baled in a self constructed square baling chamber. Each bales, measured 90cm length, 60cm width and 50cm height, were wrapped with 0.05mm thick polyethylene plastic film, and stored in stack silo. Each bales were weighed between 15~20 kg in dry matter basis. The effects of pre wilting and formic acid addition on the silage quality of young plant materials, which contained high water concentration, was also evaluated during the experiment.

Rye plant including of barley and spring oat were evaluated as a good materials for baled silage making. Fodder rye produced high quality BS with a value of silage quality point 84(Flieg's point) when the plant harvested at stage of greatest dry matter accumulation by 12.64 ton/ha. The best quality BS of barley was obtained at stage of hard dough to yellow stage by 11.9 ton/ha dry matter yield and 81 point silage quality.

Italian ryegrass and pasture grasses including of orchardgrass, alfalfa and grass-legume pasture mixtures procuced also high quality bale silage by harvesting at stage of late blooming. However pre witting operation and formic acid addition was required for BS production of grass materials because of high water contents. Water contents of Italian ryegrass and other pasture species ranged 18.9%(Italian) to 20.8%(alfalfa). Silage quality point of Italian BS harvested at late blooming was increased from 72 to 88 by 1/2-one day pre wilting and 0.3% formic acid treatment. Silage quality of young plant materials of rye and other forage crops, barley and spring oat were also improved markedly through the pre wilting treatment and formic acid addition.

I. 緒論

조사료의 생력생산과 관련하여 최근에 관심이 되

고 있는 곤포사일리지(BS=baled silage making)는 절 단분쇄에 의한 관행적사일리지(CS=crushed silage making) 조제방법에 비해 운반 및 저장 등에 소요되

축산기술연구소(National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea)

* 농업과학기술원(Agricultural Science and Technology Institute, RDA, Suwon 441-707, Korea)

** 계명전문대학(Keimyung Technical College, Taegu 705-710, Korea)

는 노동력을 크게 절감시킬 수 있는 장점을 갖고 있다(김 등, 1992; 한 등, 1991; Bevre, 1988; Romahn, 1988). BS는 조제시 chopping 작업이 필요없고 수확과 동시에 재료를 베일링 조제하는 방법으로 조제작업 및 저장중의 양분 손실이 적은 편이어서 사일리지의 품질도 관행적 방법에 의한 CS에 비해 높은 것으로 평가되고 있다(김 등, 1993; 한 등, 1991; Fenlon 등, 1989; Hadero-Entiro 등, 1988; Robinson 등, 1988). 이러한 점에서 본 연구에서는 현재 우리나라에서 채배 이용되고 있는 주요 사료작물과 목초를 대상으로 이들의 곤포사일리지 조제이용 가능성을 평가하여 그 결과를 이미 제1보를 통해 보고한 바 있다(김 등, 1995). 이 결과에서 공시작물중 호맥을 비롯한 많은 종류의 사료작물과 목초가 BS 조제이용에 적합한 것으로 분석되었는 바 우리나라에 있어서도 현재 정부에서 추진하고 있는 조사료 기계화 생산체계의 조기 정착을 위해서는 이들 BS 생산이용체계 도입이 요구되는 시점이다(김 등, 1993; Andrighto 등, 1988; Galloy 등, 1988; Howe 등, 1987). 곤포사일리지 생산이용에 있어서 재료에 대한 발효조건 등을 대체적으로 관행적 사일리지인 CS 생산이용에서와 큰 차이가 없으나 김 등(1993)을 비롯한 그간의 연구결과에 의하면 BS는 재료의 수분함량이 다소 낮은 저수분상태에서 양질의 사일리지 생산이 가능한 것으로 보고되고 있다(한 등, 1991; Evans, 1987). 이와같은 점을 고려할 때 양질의 BS 생산이용을 위해서는 각 작물별 수분 함량에 따른 수확직기의 설정과 아울러 고수분 재료에 대한 BS조제 이용 기술개발이 필요하다. 본 연구에서는 현재 우리나라에서 널리 채배 이용되고 있는 사료작물과 목초중에서 BS 생산이용에 적합한 것으로 평가된 맥류 및 목초류 7종을 대상으로 生育段階別 乾物蓄積形態와 사일리지 품질을 비교 평가하여 BS조제를 위한 수확직기를 구명하였다. 또한 조기수확에 따른 고수분 재료의 경우는 수분조절을 위한 예건처리와 formic acid를 동시에 첨가하여 BS의 품질향상을 시도하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗方法

본 시험은 호맥(품종: Maton), 대맥(올보리), 연

맥(Foot hill), Italian ryegrass (Tetraflorum), orchardgrass (Potomac), alfalfa(Vernal) 및 혼파목초(orchardgrass 16, tall fescue 8, perennial ryegrass 7, Ky. bluegrass 3, ladino clover 2, alfalfa 4kg/ha)를 공시재료로 하여 1992년부터 1994년까지 수행되었다. 시험포장은 전남 무안의 유당농원과 수원 축산기술연구소 조사료 생산포장에서 각 작물별로 0.5~1.0ha 크기의 단구제로 재배하여 생육특성 및 수량을 4반복으로 조사평가하고 이에서 생산된 재료를 이용 사일리지를 조제하였다.

2. Silage의 調製 및 品質評價

사일리지 조제를 위한 최적수확시기는 Voigtlaender 및 Voss(1979) 방법에 따라 각 작물의 생육단계별 건물축적 형태와 사일리지 품질을 비교검토하여 결정하였다. 한편 각 작물의 BS 조제이용 가능성은 수량구성에 있어서의 엽중비율(LWR = leaf weight ratio), 엽면적비율(LAR = leaf area ratio), 줄기의 비율(SR = stalk ratio), 줄기의 굵기(SD = stalk diameter), 줄기의 경도(SH = stalk hardness) 등 곤포작업과 관련된 재료의 물리적 특성과 발효와 관련된 물질인 질소 및 당함량과 이들 성분간의 균형비율을 지표로 하여 평가하였다(제1보; 김 등, 1995). 사일리지 조제에 있어서 곤포사일리지는 자체 제작한 각형 베일러를 이용하여 개당 크기를 90cm × 60cm × 50cm, 중량은 건물기준 20kg, 곤포암착강도는 21~23mm로 유지하여 조제하였다. 사일리지의 품질은 저장 6개월후에 개봉, 사료의 Weender 성분과 유기산 발효상태를 분석하여 Kirchgessner 및 Zimmer-Frieg 방법에 의한 점수로 평가하였다. 한편 사일리지의 저장은 관행적 방법에 의한 사일리지(CS)는 일반트렌치 사일리에, 곤포사일리지(BS)는 염화비닐과 보온덮개를 사용 완전 밀폐된 상태에서 야적(stack silo) 형태로 저장하였는데 이때 직사광선 차단을 위해 60% 차광망을 추가로 설치하였다.

III. 結果 및 考察

1. 作物別 곤포 Silage 調製利用 時期

곤포사일리지(BS=baled silage making)는 재료의

절단분쇄작업이 필요없이 수확과 동시에 베일링 압착 조제하게 되므로 작물의 수확시기는 생산성과 재료의 수분함량이 최적상태에서 결정되어야 한다. 이

러한 점에서 각 작물의 생육단계별 건물축적 형태를 보면 공시작물 중 대맥은 황숙기, 호백 및 연백은 유숙기~호숙기, 이탈리안 라이그라스와 목초류는 개화

Table 1. Yield performance of barley and rye for baled silage making as affected by stage of morphological development

| Crops | Stage of growth | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|
| | PL 60cm | Final leaves | Heading stage | Bloom stage | Milk stage | Soft dough | Hard dough | Physiologi- cal maturity |
| Barley (cv. Olvori) | | | | | | | | |
| GM (ton/ha) | 25.47 | 33.21 | 42.25 | 45.54 | 41.10 | 38.13 | 33.75 | 27.46 |
| DM (ton/ha) | 2.97 | 4.81 | 7.13 | 8.35 | 11.74 | 11.95 | 12.02 | 11.53 |
| TDN (ton/ha) | 1.60 | 2.67 | 3.85 | 4.34 | 7.17 | 7.65 | 7.80 | 7.50 |
| NEL (1,000MJ/ha) | 16.72 | 26.94 | 37.58 | 44.19 | 70.20 | 73.92 | 76.04 | 72.41 |
| Rye (cv. Maton) | | | | | | | | |
| GM (ton/ha) | 22.73 | 37.36 | 47.31 | 48.56 | 40.45 | 35.17 | 30.25 | 25.78 |
| DM (ton/ha) | 2.86 | 4.99 | 8.21 | 9.51 | 12.75 | 12.14 | 11.32 | 10.84 |
| TDN (ton/ha) | 1.62 | 2.79 | 4.46 | 5.18 | 7.39 | 7.02 | 6.56 | 6.17 |
| NEL (1,000MJ/ha) | 16.04 | 25.94 | 41.50 | 49.63 | 69.80 | 65.13 | 60.37 | 58.40 |

PL = plant length, GM = green matter, DM = dry matter, TDN = total digestible nutrients, NEL = net energy lactation.

Table 2. Yield performance of Italian ryegrass and grass-legume pasture mixtures as affected by stage of morphological development

| Crops | Stage of growth | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------|-----------------|------------------|----------------|---------------|---------------|
| | PL 30m | PL 60m | Final leaves | Heading stage | Bloom stage | Milk stage | Soft dough |
| Italian ryegrass | | | | | | | |
| GM (ton/ha) | 15.19 | 22.12 | 34.65 | 42.45 | 41.07 | 28.12 | 22.38 |
| DM (ton/ha) | 1.73 | 2.32 | 4.29 | 6.41 | 8.42 | 7.66 | 6.97 |
| TDN (ton/ha) | 1.12 | 1.63 | 2.42 | 3.50 | 4.48 | 3.75 | 2.80 |
| NEL (1,000MJ/ha) | 9.80 | 16.48 | 23.54 | 36.08 | 42.73 | 34.39 | 26.73 |
| Pasture mixtures | | | | | | | |
| GM (ton/ha) | 10.20 | 17.06 | 18.56 | 25.45 | 20.12 | 16.16 | 15.07 |
| DM (ton/ha) | 1.07 | 2.35 | 2.72 | 4.54 | 5.26 | 5.13 | 4.95 |
| TDN (ton/ha) | 0.64 | 1.37 | 1.51 | 2.42 | 2.69 | 2.36 | 2.18 |
| NEL (1,000MJ/ha) | 6.48 | 13.72 | 14.48 | 23.40 | 27.81 | 24.59 | 22.04 |

PL = plant length, GM = green matter, DM = dry matter, TDN = total digestible nutrients, NEL = net energy lactation.

기~종자유숙기 전후가 건물수량 및 가소화양분수량(TDN)의 최대생산시기에 해당된다(表 1 및 2). 한편 이들 작물의 생육단계별 건물합량은 호백의 경우 개화기 19.8%, 유숙기 29.2% 및 황숙기 38.5%로 나타나

재료의 수분함량을 고려한 호백 BS 조제이용 적기는 유숙기~호숙기에 해당되며 그 이전의 생육단계에서는 수분조절을 위해 0.5~1.0일간의 예전처리가 필요하였다(表 3).

Table 3. Effect of pre-wilting treatment on dry matter concentration of selected forage crops and pasture species

| Crops materials | Wilting treatment (day) | Stage of growth | | | | | |
|------------------|-------------------------|-----------------|--------------|---------------|-------------|------------|------------|
| | | PL 60cm | Final leaves | Heading stage | Bloom stage | Milk stage | Soft dough |
| Rye | 0 | 14.2 | 15.5 | 19.8 | 24.6 | 29.2 | 35.1 |
| | 1/2 | 20.8 | 21.0 | 26.6 | 29.3 | 33.2 | 38.5 |
| | 1.0 | 24.7 | 26.5 | 32.5 | 34.6 | 37.9 | 42.9 |
| Barley | 0 | 14.8 | 15.9 | 20.8 | 23.8 | 27.1 | 32.5 |
| | 1/2 | 19.4 | 22.6 | 29.3 | 29.7 | 32.1 | 37.8 |
| | 1.0 | 24.5 | 27.2 | 30.0 | 34.5 | 37.2 | 42.0 |
| Spring oat | 0 | 15.0 | 17.5 | 18.6 | 22.1 | 27.6 | 32.2 |
| | 1/2 | 19.4 | 22.1 | 26.4 | 28.5 | 32.6 | 38.1 |
| | 1.0 | 24.8 | 27.0 | 29.7 | 31.8 | 37.8 | 40.4 |
| Italian ryegrass | 0 | 13.5 | 15.6 | 17.5 | 18.9 | 27.1 | 32.8 |
| | 1/2 | 18.4 | 20.3 | 22.1 | 25.2 | 31.0 | 37.2 |
| | 1.0 | 22.8 | 25.1 | 28.6 | 31.5 | 37.6 | 43.1 |
| Pasture mixtures | 0 | 14.8 | 16.2 | 17.3 | 20.4 | 28.0 | 31.3 |
| | 1/2 | 18.4 | 19.6 | 22.1 | 25.5 | 30.7 | 36.6 |
| | 1.0 | 21.5 | 24.6 | 27.5 | 30.5 | 36.1 | 44.2 |
| Alfalfa | 0 | 12.9 | 16.7 | 18.3 | 20.8 | 28.2 | 35.0 |
| | 1/2 | 15.7 | 19.6 | 23.4 | 26.0 | 31.8 | 39.6 |
| | 1.0 | 19.3 | 24.1 | 27.8 | 30.3 | 37.5 | 45.0 |
| | 1.0 | 19.3 | 24.1 | 27.8 | 30.3 | 37.5 | 48.4 |

PL = plant length.

이상의 분석결과를 근거로 할 때 공시작물 중 맥류작물의 경우 BS생산을 위한 수확적기는 작물의 최대생산시기와 일치하였는데 작물별로는 대백은 황숙기, 호백과 연백은 유숙기~호숙기가 수확적기로 구명되었다. 이에 비해 Italian ryegrass와 혼파목초의 건물합량은 출수기 17.3~17.5%, 개화기 18.9~20.3%, 종자유숙기 27.1~28.0%로써 재료중의 수분함량만을 고려할 때 목초류의 BS 조제이용적기는 유숙기 전후에

해당된다.

그러나 목초를 유숙기에 수확시 출수기 이후에 일어날 수 있는 급격한 사료품질의 저하와 예취 후의 재생력이 불량한 점을 생각할 때 실제로 BS 생산이 용을 위한 목초의 수확적기는 개화기로 추천되어야 할 것이다. 따라서 이탈리안 및 목초의 BS 생산을 위해서는 이들을 개화기 전후에 수확하여 사일리지 조제작업 전에 수분조절을 위한 예전작업이 필요한 것

으로 나타났는데 이 같은 내용은 한 등(1991)과 김 등(1993)의 보고에서도 제시된 바 있다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 공시작물의 BS 생산을 위한 수확적기는 각 작물의 최대 생산시기와 일치하는 것으로 호맥과 연맥은 유숙기, 대맥은 황숙기, 이탈리안 라이그래스를 포함한 목초류는 개화기였다.

2. 곤포 Silage 生產性 및 品質評價

공시작물중 대맥의 곤포사일리지(BS) 조제이용을 위한 수확적기는 황숙기로서 이때의 BS 생산성은 ha당 건물기준 11.92톤, TDN 기준 7.69톤 이었다(表 4). 한편 황숙기 대맥 BS의 품질은 Zimmer-Flieg 방법에 의한 평가결과 81점이었는데 이는 동일재료를 이용한 관행적 사일리지(CS)의 72점에 비해 9점이 높은 수준이었다(表 6). 호맥과 연맥의 BS 조제이용 적기는 유숙기~호숙기이었으며 이때의 BS 건물 생산성은 각각 호맥 12.64톤, 연맥 8.41톤이었다. 호맥과 연

맥 BS의 품질평가 점수는 각각 84점 및 85점으로서 이같은 평가점수는 동일재료에 의한 관행적 사일리지인 CS의 78점(호맥) 및 76점(연맥)에 비해 5~8점이 높은 것으로 분석되었다.

*Italian ryegrass*와 목초류의 수확적기는 개화기로써 *Italian*은 년간 2회 예취이용으로 13.81톤, 혼파목초와 *alfalfa*는 3회 이용으로 각각 11.46톤 및 10.62톤/ha 생산이 가능하였다. 공시작물중 특히 *Italian*과 목초류는 사일리지 조제형태에 따라 품질평가에서 큰 차이가 있었는데 초종별 BS의 품질평가 점수는 *Italian* 86점, *alfalfa* 74점 및 혼파목초 75점으로 나타나 관행적 방법인 CS의 81점(*Italian*), 63점(*alfalfa*) 및 73점(혼파목초)에 비해 품질이 크게 향상되었다. 이상의 결과를 종합적으로 검토하여 볼 때 본 연구에 공시된 작물의 경우 BS 조제를 위한 수확적기는 대체적으로 관행적 조제방법인 CS 조제이용시기와 유사한 것으로 구명되었다. 그러나 사일리지의 품종평가에서 곤

Table 4. Baled silage yields of rye, Italian ryegrass, alfalfa and grass-legume pasture mixtures

| Crops | Stage of harvesting | Dry matter (ton/ha) | | | TDN (ton/ha) | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------|---------|--------------|------|---------|
| | | 1993 | 1994 | Average | 1993 | 1994 | Average |
| Rye | Milk stage | 11.82 | 13.25 | 12.64 | 6.73 | 7.55 | 7.14 |
| Barley | Hard dough | 11.38 | 12.45 | 11.92 | 7.34 | 8.03 | 7.69 |
| Spring oat | Soft dough | 8.60 | 8.22 | 8.41 | 5.07 | 4.85 | 4.96 |
| <i>Italian</i> | | | | | | | |
| 1st cut | Bloom stage | 9.11 | 8.04 | 8.58 | 4.82 | 4.26 | 4.54 |
| 2nd cut | PL 80cm | 5.57 | 4.90 | 5.23 | 3.12 | 2.74 | 2.93 |
| Total | | 14.68 | 12.94 | 13.81 | 7.94 | 7.00 | 7.47 |
| <i>Alfalfa</i> | | | | | | | |
| 1st cut | Bloom stage | 4.83 | 4.09 | 4.46 | 2.77 | 2.35 | 2.56 |
| 2nd cut | Bloom stage | 3.50 | 3.36 | 3.43 | 2.06 | 1.98 | 2.02 |
| 3rd cut | PL 80cm | 2.61 | 2.85 | 2.73 | 1.57 | 1.72 | 1.65 |
| Total | | 10.94 | 10.30 | 10.62 | 6.40 | 6.05 | 6.23 |
| Pasture mixture | | | | | | | |
| 1st cut | Bloom stage | 5.37 | 4.05 | 4.71 | 2.81 | 2.12 | 2.47 |
| 2nd cut | PL 80cm | 3.96 | 3.40 | 3.68 | 2.19 | 1.88 | 2.04 |
| 3rd cut | PL 80cm | 3.13 | 3.01 | 3.07 | 1.70 | 1.63 | 1.66 |
| Total | | 12.41 | 10.50 | 11.46 | 6.70 | 5.63 | 6.17 |

PL = plant length, TDN = total digestible nutrients.

포사일리지 조제이용시 품질이 크게 향상된 것으로 분석되었는데 이같은 결과는 김 등(1992)이 맥류작물 및 Italian을 공시재료로 하여 보고된 내용과 일치되었다(김 등, 1993; 한 등, 1991; Andriguetto 등, 1988).

3. 高水分材料에 대한 預乾 및 Formic Acid 處理效果

高水分材料의 곤포사일리지 조제이용을 위해서는 재료의 수분조절을 위한 預乾작업이 필요하며 이 때 formic acid의 동시 처리 효과가 큰 것으로 분석되었다. 표 5는 작물별로 수확기에 따른 곤포사일리지의 품질을 비교 평가한 것이다. 호백의 경우 수확적

기인 유숙기 BS의 평가점수가 70점인데 비해 출수기 및 개화기 BS의 품질은 35점 및 51점으로 나타나 조기수확에 의해 고수분 상태에서 조제된 BS 품질이 크게 떨어지는 결과는 보였다. 그러나 이들 고수분 재료에 대한 0.5~1.0일간의 수분조절을 위한 예전작업과 formic acid 0.3%를 처리함으로서 출수기 및 개화기 BS의 품질은 각각 84점 및 86점으로 향상되어 무처리 조제된 BS에 비해 35~49점이 개선되는 효과가 있었다(표 7). 한편 이들 고수분 재료를 예전처리 없이 formic acid만을 첨가시에도 사일리지의 품질은 개선되었으나 그 정도는 동시처리에 비해 낮은 수준이었다.

Table 5. Evaluation data on the organic acid fermentation and silage quality point of bale silages associated with stage of silage making

| Crops | Stage of silage making | DM (%) | pH | Organic acid (% in DM) | | | Silage quality (point) |
|------------------|------------------------|--------|------|------------------------|------|------|------------------------|
| | | | | LA | BA | AA | |
| Rye | Heading | 19.8 | 4.30 | 6.49 | 1.92 | 3.38 | 35 |
| | Bloom | 24.6 | 4.34 | 8.20 | 0.79 | 3.17 | 51 |
| | S. dough | 29.2 | 4.87 | 8.72 | 0.38 | 3.05 | 70 |
| | H. dough | 35.1 | 5.15 | 8.50 | 0.42 | 3.41 | 65 |
| Barley | Heading | 20.8 | 4.50 | 7.25 | 1.87 | 3.51 | 36 |
| | Bloom | 23.8 | 4.42 | 8.34 | 0.96 | 2.34 | 53 |
| | S. dough | 27.1 | 4.87 | 8.77 | 0.50 | 2.24 | 66 |
| | H. dough | 37.6 | 5.05 | 9.26 | 0.47 | 2.28 | 69 |
| Spring oat | Heading | 18.6 | 4.39 | 6.94 | 1.83 | 3.44 | 33 |
| | Bloom | 22.1 | 4.30 | 7.58 | 0.64 | 2.32 | 58 |
| | S. dough | 27.6 | 4.61 | 9.12 | 0.39 | 2.45 | 71 |
| | H. dough | 35.7 | 4.96 | 9.75 | 0.47 | 2.26 | 68 |
| Italian ryegrass | Heading | 17.5 | 4.34 | 8.75 | 0.50 | 2.98 | 61 |
| | Bloom | 18.9 | 4.45 | 8.61 | 0.29 | 3.53 | 72 |
| | S. dough | 27.1 | 4.51 | 8.39 | 0.33 | 3.07 | 76 |
| Pasture mixture | Heading | 17.3 | 4.29 | 8.76 | 0.61 | 2.46 | 61 |
| | Bloom | 20.3 | 4.50 | 8.58 | 0.42 | 2.30 | 67 |
| | S. dough | 28.0 | 4.58 | 8.63 | 0.43 | 2.73 | 70 |

LA = lactic acid, BA = butylic acid, AA = acetic acid.

Silage quality was evaluated by Fliegs point: point 81~100 = class I, 61~80 = class II, 41~60 = class III, 21~40 = class IV, 0~20 = class V.

Table 6. Evaluation data on the organic acid fermentation and silage quality point (Fliegs point) of baled silage for rye and other forage crops and pasture species

| Materials, type of silage making | Stage of silage making | Treatment | pH | Organic acid(%) | | | Quality evaluation (point) |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------|------|-----------------|------|------|----------------------------------|
| | | | | LA | BA | AA | |
| Baled silage(BS) | | | | | | | |
| Rye | S. dough | FA | 4.12 | 8.82 | 0.30 | 2.01 | 84 |
| Barley | H. dough | FA | 4.58 | 9.31 | 0.32 | 2.44 | 81 |
| Spring oat | S. dough | FA | 4.61 | 9.28 | 0.28 | 2.03 | 85 |
| Italian | Bloom | W+FA | 3.96 | 8.95 | 0.26 | 2.04 | 86 |
| Orchardgrass | Bloom | W+FA | 4.03 | 8.71 | 0.29 | 2.36 | 80 |
| Alfalfa | Bloom | W+FA | 5.02 | 8.87 | 0.35 | 2.59 | 74 |
| Pasture mixtures | Bloom | W+FA | 4.15 | 8.90 | 0.33 | 2.45 | 75 |
| Custom Silage(CS) | | | | | | | |
| Rye | S. dough | FA | 4.09 | 8.65 | 0.33 | 2.14 | 78 |
| Barley | H. dough | FA | 4.80 | 9.24 | 0.40 | 2.49 | 72 |
| Spring oat | S. dough | FA | 4.75 | 9.17 | 0.39 | 2.33 | 76 |
| Italian | Bloom | W+FA | 3.85 | 8.82 | 0.31 | 2.60 | 81 |
| Orchardgrass | Bloom | W+FA | 4.14 | 8.54 | 0.41 | 2.55 | 68 |
| Alfalfa | Bloom | W+FA | 5.26 | 8.89 | 0.45 | 3.03 | 63 |
| Pasture mixtures | Bloom | W+FA | 4.09 | 8.78 | 0.36 | 2.74 | 73 |

LA = lactic acid, BA = butylic acid, AA = acetic acid.

예전 및 formic acid 첨가에 의한 BS 조제효과는 대맥과 연맥 등 다른 작물에서도 호맥에서와 유사한 경향을 보였으며 공시작물중 특히 Italian ryegrass와 목초를 이용한 양질의 BS 생산을 위해서는 이들 처리가 필수적인 것으로 분석되었다(표 7). 한편 본 연구에서는 alfalfa의 경우도 예전 및 formic acid의 동시처리로 평가점수가 높은 BS 생산이 가능하였는데 이들 alfalfa의 BS 생산이용 가능성을 한 등(1991) 및 김 등(1992)도 긍정적으로 평가하여 보고한 바 있다.

이상의 결과를 종합 고찰하여 볼 때 본 시험에 공시된 작물의 경우 BS 조제를 위한 수확적기는 판행적 사일리지인 CS 조제이용시와 유사하나 대체적으로 수분함량이 낮은 상태에서 품질이 높은 BS 생산이 가능하였다. 따라서 Italian ryegrass의 수확적기는 재료의 수분함량만을 균거로 할 때 종자유숙기에 해당되나 사료의 품질과 수확후의 재생력을 고려한 실질적인 수확시기는 개화기에 해당되므로 이들 작물

의 BS 생산이용을 위해서는 재료의 수분조절과 formic acid 첨가 등이 필요하다는 결론을 얻을 수 있었다(김 등, 1992; 한 등, 1991).

IV. 적  요

본 연구는 1991년부터 1993년까지 사료작물과 목초류 7종(호맥, 대맥, 연맥, Italian ryegrass, alfalfa, orchardgrass 및 혼과목초)을 공시재료로 하여 곤포사일리지(BS=baled silage making) 조제이용을 위한 수확시기와 이때의 BS 생산성 및 품질을 평가하였다. 시험방법에 있어서 작물재배는 농촌진흥청의 사료작물 및 목초 표준경종방법에 준하여 실시하였다. 사일리지 조제작업중 BS는 자체적으로 제작한 각형 배일러를 이용 개체당 크기 90cm×60cm×50cm, 총량은 건물기준 20kg 내외, 곤포암착 21~23mm를 유지하여 조제하였다. 한편 고수분 재료는 수분정도에 따라 예

Table 7. Effect of pre-wilting treatment and formic acid addition on organic acid fermentation and silage quality point in the baled silage making

| Crops | Stage of silage making | Treatment | DM (%) | pH | Organic acid(% in DM) | | | Quality evaluation (point) |
|------------------|------------------------|-----------|--------|------|-----------------------|------|------|----------------------------|
| | | | | | LA | BA | AA | |
| Rye | Bloom stage | None | 19.8 | 4.30 | 6.49 | 1.92 | 3.38 | 35 |
| | | FA | 20.7 | 4.17 | 6.97 | 1.03 | 3.04 | 42 |
| | | W+FA | 31.5 | 4.01 | 9.13 | 0.28 | 2.51 | 84 |
| | Heading stage | None | 24.6 | 4.34 | 8.20 | 0.79 | 3.17 | 51 |
| | | FA | 24.6 | 4.08 | 8.76 | 0.30 | 2.46 | 81 |
| | | W+FA | 33.9 | 3.96 | 9.41 | 0.27 | 2.40 | 86 |
| Spring oat | Bloom stage | None | 18.6 | 4.39 | 6.94 | 1.83 | 3.44 | 33 |
| | | FA | 19.7 | 4.18 | 7.15 | 1.01 | 3.15 | 42 |
| | | W+FA | 29.7 | 4.10 | 8.84 | 0.28 | 2.40 | 81 |
| | Heading stage | None | 23.1 | 4.30 | 7.58 | 0.64 | 2.32 | 58 |
| | | FA | 23.7 | 4.16 | 7.70 | 0.41 | 2.28 | 64 |
| | | W+FA | 31.8 | 4.06 | 8.61 | 0.26 | 2.30 | 84 |
| Italian ryegrass | Bloom stage | None | 17.5 | 4.34 | 8.75 | 0.50 | 2.98 | 61 |
| | | FA | 18.3 | 4.25 | 8.97 | 0.41 | 2.46 | 70 |
| | | W+FA | 29.8 | 3.96 | 9.41 | 0.23 | 2.30 | 88 |
| | Heading stage | None | 18.1 | 4.45 | 8.61 | 0.29 | 3.53 | 72 |
| | | FA | 19.6 | 3.92 | 8.94 | 0.21 | 2.33 | 81 |
| | | W+FA | 32.7 | 3.87 | 9.46 | 0.24 | 2.38 | 88 |

FA = formic acid 0.3%, W = wilting treatment 1/2 day.

전처리(무처리, 0.5일 및 1.0일)와 formic acid(무처리, 0.3% 및 0.6%)를 병행 처리하여 BS를 조제하였다.

맥류작물의 BS 생산을 위한 수확적기는 대맥, 황숙기, 호백과 연맥은 유숙기 이었으며 이때의 BS 수량은 각각 11.92톤(대맥), 12.64톤(호백) 및 8.41톤/ha(연맥)이었다. Italian ryegrass 및 목초의 수확적기는 각 초종 모두 개화기로서 년간 BS 생산성은 Italian 13.81톤(2회 예취), 혼파목초 11.46톤(3회), alfalfa 10.62톤/ha(3회)이었다.

한편 조기수확에 따른 고수분 재료의 BS 조제를 위해서는 0.5일~1.0일간의 예건작업과 formic acid(FA) 처리가 필요하였다. 출수기 호백의 BS 품질은 무처리시의 35점에서 예건 및 FA 동시처리시에는

84점으로 향상되었다. Italian ryegrass의 BS 품질도 무처리시의 61점에서 예건 및 FA 처리시에는 88점으로 개선되는 효과가 있었다.

V. 引用文獻

- Andrigutto, I., Bittante, R., Caballi and S. Deolio. 1988. Ensiling of *Lolium multiflorum* in trench silos and in round bales with inoculation of lactic acid bacteria: quantitative and qualitative change during harvesting and storage. *Zootecnica e Nutrizione. Animale.* 14(2):137~148. Italy.
- Bevre, L. 1988. Silage making in round bales. *Buscop Og Avdratt.* 40(2):100-103. Norway.

3. Evans, D. 1989. The pros and cons of wrapping and bagging. UK. British Grassl. Soc. 7.1~7.6.
4. Fenlon, D.R., J. Wilson and J.R. Weddell. 1989. The relationship between spoilage and listeria monocytogenes contamination in bagged and wrapped big bale silage. Grass and Forage Sci. 44(1):97-100. Scotland.
5. Gaillage, F. and P. Zwaenepoel. 1987. Round bale silage wrapped in plastic film. Bulletin Technique du Machinisme et de l'équipement Agricoles No. 18:37-46. France.
6. Galloy, A., B. Toussaint and J. Lambert. 1988. Contribution to the study of making grass silage in round bales in the province of Luxembourg. Revue de l'agriculture. 41(4):923-934. Belgium.
7. Hadero-Ertiro, A., P. Moate., T. Clarke and G.I. Rogers. 1988. A comparison of the feeding value for milk production of pasture silage conserved as round bales either wrapped or bagged in polyethylene. Proceeding of the Australian Society of Animal Production. 17-410. Australia.
8. Howe, S.D. 1987. New developments in big bale silage In : Wilkinson, J.W. et al(ed). Developments in silage. Chalcombe Publications. 7-22.
9. Kirchgessner, M. 1978. Tierernaerung. DLG-Verlag, Frankfurt(M):126-132.
10. Robinson, I.B., G.L. Rogers and G. Drane. 1988. Feeding value of bale silage for milk production. Proceeding of the Australian Society of Animal Production. 17-458. Australia.
11. Romahn, W. 1988. Big bale haylage fits our operation. Moard's Adiryman. March 10. Hoard and sons company. Fort Atkinson, Wisconsin. p. 255.
12. Savoie, P. 1988. Optimization of plastic covers for stack silos. J. of Agricultural Engineering.
13. Takano, B. 1982. Development of a new system of year-round silage in Japan. JARQ. 15(4):261-265.
14. Voigtlander, G. and N. Voss. 1979. Methoden der Gruenlanduntersuchung und-bewertung. Ulmer Verlag. p. 82-92.
15. 김정갑, 한민수, 한홍천, 강우성, 한정대. 1991. 맥류 Whole Crop Silage 생산이용연구, 축시보고. 645-662.
16. 김정갑, 한민수, 김건엽, 강우성. 1993. 사료작물의 속성조제 및 간이저장기술 개발연구, 축시보고. 1004-1013.
17. 김정갑. 1994. 저장조사료의 생산과 이용기술. '94 전업농가 교육 교재, 낙농. 114-118.
18. 김정갑, 강우성, 한정대, 신정남, 한민수, 김건엽. 1995. 주요 사료작물의 곤포 Silage 조제이용. I. 작물의 생리적 특성과 곤포 Silage 조제이용. 한초지 15(1):73-79.
19. 한정대, 김정갑, 신정남, 박용윤, 강우성. 1991. 도입사료절감 사료작물의 간이저장 기술개발, 과학기술처 별책.