

# 팽이버섯 수확후배지 첨가가 호밀 사일리지의 발효 품질에 미치는 영향

문여황 · 김수철<sup>1</sup> · 조용기 · 이성실<sup>2</sup> · 조수정<sup>1\*</sup>

경남과학기술대학교 동물생명과학과, <sup>1</sup>경남과학기술대학교 제약공학과, <sup>2</sup>경상대학교 응용생명과학부

## Effects of supplementation of spent mushroom (*Flammulina velutipes*) substrates on the fermentative quality of rye silage

Yea-Hwang Moon, Su Cheol Kim<sup>1</sup>, Woong Gi Cho, Sung Sill Lee<sup>2</sup> and Soo Jeong Cho<sup>1\*</sup>

Department of Animal Science & Biotechnology, Gyeongnam National University of Science and Technology, 33 Dongjin-ro, Jinju 660-758, Korea

<sup>1</sup>Department of Pharmaceutical Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, 33 Dongjin-ro, Jinju 660-758, Korea

<sup>2</sup>Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, 501 Jinju-daero, Jinju 660-701, Korea

**ABSTRACT:** This study was conducted to know the optimal supplementary level of spent mushroom substrates (*Flammulina velutipes*) as an energy source and fermentation period in manufacturing of rye silage. Whole crop rye was harvested at full bloom stage and ensiled with spent mushroom substrates of 20%(S-20), 40%(S-40) and 60%(S-60) as fresh matter basis. Each silage was prepared in plastic buckets included with vinyl bag by three replications and fermented for 3, 6 and 9 weeks, respectively. Moisture contents of whole crop rye at full bloom stage and spent mushroom substrates were 62.3% and 54.3%, respectively, and those of silages was ranged from 58% to 64%. Ether extracts content of silages was significantly ( $P<0.05$ ) increased in 6 weeks of fermentation period. The pH of silages ranged from 4.46 to 5.05, and fluctuated in the changes by fermentation period beside of decreased with elapsing the period in the S-60. The organic acid content of silages was higher in the order of lactic acid, butyric acid, acetic acid and propionic acid. Lactic acid content was higher when fermented for 6 weeks compared to the other fermentation period. Flieg's score for estimation of silage quality ranged from 63 to 80, and was relatively high level in the S-20 and the S-40 fermented for 6 weeks, and was high level in S-20, and was relatively low level in the silages fermented for 3 week. Hence, we suggest that supplementation of 20% spent mushroom substrates in fresh matter basis and fermentation for 6 weeks are reasonable for a good quality of rye silage.

**KEYWORDS:** *Flammulina velutipes*, Flieg's score, Organic acid, Rye silage, Spent mushroom substrates

### 서론

버섯 수확후배지는 버섯을 수확하고 남은 배지를 말하며 버섯 소비량이 증가함에 따라 매년 증가하는 추세를 보이고 있다. 버섯 배지 원료는 대부분이 축우용 사료원료이며 버섯은 배양 과정 중 배지 영양원의 15-25%정도만 이용하기 때문에 버섯 수확후배지는 축우용 사료자원으로 활용하기에 적합한 농산부산물이지만 수분함량이 높고 부패가 용이하며 난분해성 물질인 톱밥이 함유되어 있어서 대부분 퇴비원료로 이용되고 있다.

우리나라에서 발생되고 있는 버섯 수확후배지 중 사료자원으로 이용 가능한 것은 느타리, 큰느타리, 팽이버섯

J. Mushrooms 2014 June, 12(2):138-143  
<http://dx.doi.org/10.14480/JM.2014.12.2.138>  
 Print ISSN 1738-0294, Online ISSN 2288-8853  
 © The Korean Society of Mushroom Science

\*Corresponding author  
 E-mail : sjcho@gntech.ac.kr  
 Tel : +82-55-751-3397, Fax : +82-55-751-3399

Received June 17, 2014  
 Revised June 28, 2014  
 Accepted June 29, 2014

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

수확후배지 등이며 이 중에서도 팽이버섯 수확후배지는 연중 대량 생산되고 있고 톱밥이 함유되어 있지 않기 때문에 축우용 사료자원으로 활용하기에 용이하다. 그러나 팽이버섯 수확후배지에는 미강이 함유되어 있고 수분 함량이 높아서 부패가 용이하므로 팽이버섯 수확후배지를 사료자원으로 이용하기 위해서는 안전성과 저장성을 높일 수 있는 가공 처리가 필요하다. 팽이버섯 수확후배지처럼 부패가 용이한 사료자원의 안전성과 저장성을 높일 수 있는 가공처리법에는 건조, 호기발효, 혐기발효 등 다양한 방법이 있지만 경제적인 측면을 고려한다면 비용이 많이 드는 건조법보다는 함유된 수분을 최대한 활용할 수 있는 혐기발효법이 가장 적합한 방법이다(Moon *et al.*, 2012).

혐기발효법 중에서도 사일리지 제조법은 세절한 원료를 사일로에서 담압한 다음 내재되어 있는 공기를 최대한 배제시킨 후 밀봉하여 저장하는 방법으로 팽이버섯 수확후배지의 안전성과 저장성을 향상시킬 수 있는 가장 적합한 방법이다. 사일리지 제조에서 중요한 것은 밀봉저장 중 유산발효가 일어나서 유해균의 증식을 억제할 수 있는 조건을 맞추어 주는 것으로(Song *et al.*, 2009) 양질의 사일리지를 만들기 위해서는 적당한 수분(65-70%)의 사일리지 원료와 발효미생물을 위한 영양소로서 에너지 공급이 필요하다. 사일리지 중에서 총채사일리지(whole crop silage)는 맥류나 옥수수 등을 알곡이 달린 그대로 이용함으로써 총가소화양분(Total digestible nutrients: TDN) 함량이 높은 사일리지를 제조하여 농후사료 절감과 가축의 생산성을 향상시키는 방법으로 알곡의 수량이 많은 옥수수는 사일리지 발효를 위한 영양소 공급에 문제가 없지만 알곡 수량이 적은 맥류는 가용성 탄수화물을 추가해 주어야 할 필요가 있다. 총채사일리지 원료 중 호밀은 총채보리보다 건물수량은 많은 편이나 에너지 함량은 약간 낮은 월동 담리작물로서 생육초기에 성장속도가 빨라 청예사료로도 이용 가능하지만 가장 바람직한 것은 출수기에 사일리지로 제조하는 것이다(Kim *et al.*, 2001) Qin *et al.*(2010)은 청보리사일리지 TMR에 비하여 호밀사일리지 TMR의 젖소체내 이용률이 높았으며 동계 사료작물의 수확시기에 따른 이용성에 대한 연구가 요구된다고 하였다. Moon *et al.*(2012)도 팽이버섯 수확후배지는 수분 함량(약 54%)과 가용성 무질소물 함량(약 20%, 원물기준)이 높아 청예사료 사일리지 제조를 위한 보충제로서의 조건에 적합하다고 보고하였다.

본 연구에서는 팽이버섯 수확후배지의 이용성 향상을 위하여 결실기 호밀 사일리지 제조시 에너지 공급원으로서 팽이버섯 수확후배지의 적정 첨가비율과 발효기간을 조사하였다.

### 사일리지 제조

본 시험에 사용된 팽이버섯 배지원료는 미강, 콘코브, 비트펄프, 면실피, 건비지, 패분 등이며 버섯수확후배지는

탈병 후 2일 이내의 것을 사용하였다. 사일리지 원료인 호밀은 월동 후 결실기에 수확한 것을 사용하였다.

호밀은 전 부위가 사일리지에 골고루 담길 수 있도록 하단부에서 약 10 cm되는 부위를 예취한 후 2-3 cm로 세절한 다음 사용하였고 팽이버섯 수확후배지는 당밀 5%, 개미산 0.2%와 혼합한 다음 사용하였다. 사일리지는 세절된 수수 3 kg과 원물기준으로 20%(S-20), 40%(S-40), 60%(S-60)의 팽이버섯 수확후배지를 완전 혼합한 다음 2겹의 비닐이 내장된 플라스틱 통에 진압 충전한 후 밀봉하여 3, 6, 9주 동안 발효시켰다. 각 처리구는 3반복 시험을 수행하였다.

### 사일리지의 화학적 조성

사일리지의 일반성분은 AOAC(1995)법에 준하여 분석하였고 NDF와 ADF함량은 Goering and Van Soest(1970) 방법으로 분석하였으며 TDN 함량은 Moon *et al.*(2012)의  $TDN=4.898+89.796 \times (0.7936-0.00344 \times ADF\%)$ 의 공식을 이용하여 구하였다.

팽이버섯 수확후배지의 화학적 조성은 수분 함량이 54.3%였으며 원물기준으로 조단백질 함량 4.96%, 조지방 함량 2.50%, 조섬유 함량 12.07%, 조회분 함량 5.84%, 가용성 무질소물 함량 20.34%, NDF 함량 25.17%, ADF 함량 15.86% 였다. 총채사일리지의 원료로서 결실기 호밀은 수분 함량이 62.3%였으며 건물기준으로 조단백질 함량 13.2%, 조지방 함량 4.4%, 조섬유 함량 28.1%, 조회분 함량 8.9%, 가용성 무질소물 함량 45.4%, NDF 함량 72.5%, ADF 함량 42.4%였다. 농촌진흥청(2012)의 한국표준사료성분표에 의하면 호밀의 영양소 함량은 품종에 따라 다양하나 건물기준으로 조단백질 함량 8.7 - 15.1%, NDF 함량 55.8-64.5%, ADF 함량 33.3-36.9%이다. 본 시험에 사용된 호밀의 조단백질 함량은 13.2%로서 한국표준사료성분표의 범위에 속하였으나 건물 함량, NDF 함량, ADF 함량은 한국표준사료성분표보다 높게 나타났다. 호밀은 품종이나 예취시기에 따라 영양수준이 다르며 본 시험에서는 호밀을 결실기에 예취하였기 때문에 수분 함량은 줄어들고 섬유소 함량은 증가되었다고 사료된다. 또한, 농촌진흥청(2012)의 한국표준사료성분표에서 결실기 호밀의 조단백질 함량은 5.32%, NDF와 ADF 함량은 각각 72.14% 및 41.77%라고 하여 본 시험의 재료에 비해 조단백질 함량은 현저히 낮았으나 NDF와 ADF 함량은 비슷하였다. 또한, 농촌진흥청(1988)의 한국표준사료성분표에 의하면 결실기 호밀의 수분 함량은 68.08%, 건물기준으로 조단백질 함량 10.39%, 조지방 함량 2.86%, 조섬유 함량 32.26%, 조회분 함량 5.89%였으며 개화기 호밀 사일리지의 수분 함량은 80.72%, 조단백질 함량 6.90%, 조지방 함량 1.82%, 조섬유 함량 45.70%, 조회분 함량 8.66%, TDN 함량은 56.39%라고 하여 본 시험의 결과와 비교할 때 수분 함량은 매우 높고 조단백질 함량은 낮았

**Table 1.** Chemical composition and pH of whole crop rye silage by fermentation period and supplementation level of spent mushroom substrates

Period <sup>1)</sup>	Treatment	Chemical composition <sup>2)</sup> , %DM							pH
		DM	CP	EE	Ash	NDF	ADF	TDN	
0	S-20	40.02	4.44	4.94 <sup>b</sup>	5.54	65.59	42.94	62.89	4.51
	S-40	40.53	5.43	6.30 <sup>b</sup>	7.20	63.99	38.02	64.42	4.80
	S-60	41.73	6.99	3.93 <sup>b</sup>	8.32	66.83	38.10	64.39	5.13
3	S-20	37.29	6.07	3.40 <sup>b</sup>	6.78	71.00	47.78	61.40	4.96
	S-40	40.26	7.99	3.06 <sup>b</sup>	7.85	66.11	38.71	64.20	4.95
	S-60	41.29	7.56	4.35 <sup>b</sup>	9.99	61.82	35.57	65.17	5.05
6	S-20	38.96	7.49	8.96 <sup>a</sup>	6.25	64.84	46.54	61.78	4.89
	S-40	38.29	6.94	10.05 <sup>a</sup>	7.54	63.37	43.71	62.66	4.51
	S-60	42.28	8.10	10.05 <sup>a</sup>	9.27	58.28	37.20	64.67	4.67
9	S-20	35.53	7.03	3.25 <sup>b</sup>	5.72	63.50	43.90	62.60	4.70
	S-40	40.87	8.31	4.76 <sup>b</sup>	7.65	60.52	36.53	64.88	4.60
	S-60	40.57	9.30	4.23 <sup>b</sup>	8.90	59.55	35.06	65.33	4.46

<sup>1)</sup>Fermentation period of silage: 0, 0 day; 3, 3 week; 6, 6 week; 9, 9 week.

<sup>2)</sup>DM, dry matter ; CP, crude protein; EE, ether extracts; NDF, neutral detergent fiber; ADF, acid detergent fiber; TDN, total digestible nutrients=4.898+89.796×(0.7936-0.00344×ADF%).

<sup>a,b</sup>Means with different superscript in the same column are significantly differ(P<0.05).

으며 TDN 함량은 비슷하였다.

본 시험에서 사일리지 원료로 사용한 결실기 호밀의 수분 함량은 62%, 팽이버섯 수확후배지의 수분 함량은 54% 이기 때문에 사일리지를 제조할 때 사일리지의 적정 수분 함량인 65-70%(Shin, 1975)의 조건을 맞추기 위해서는 가수를 해야만 한다. 사일리지 재료의 수분이 지나치게 낮으면 재료의 진압이 충분하게 되지 않아 입자간의 공극이 많아지고 혐기상태의 유지가 어려워져서 유산발효가 억제되거나 호기성 효모나 곰팡이 발생으로 사일리지의 품질이 떨어지므로 적절한 가수를 통해 수분 함량을 조절해야한다(Nash, 1985). 본 시험에서는 호밀을 예취한 즉시 개미산과 당밀이 처리된 버섯수확후배지와 혼합하여 별도의 가수과정 없이 각 처리구별 수분 함량을 58-60%로 조절하여 사일리지를 제조하였다.

본 시험에서 제조된 호밀 사일리지의 화학적 조성은 Table 1에서 보는 바와 같다. 발효된 사일리지의 수분 함량은 57.7 - 64.5%였고 조단백질 함량은 6.1-9.3%, 조지방 함량은 3.1-10.1%, 조회분 함량은 5.72-10.0%, NDF 함량은 58.3-71.0%, ADF 함량은 35.1-47.8%, TDN은 61.4-65.3%였다. 농촌진흥청(2012)의 한국표준사료성분표에는 결실기 호밀을 이용하여 제조된 사일리지에 관한 자료는 없었으며 개화기 호밀사일리지의 조단백질 함량은 10.19%, 조섬유 함량은 40.07%, TDN 61.32%였다. 개화기 호밀사일리지와 비교했을 때 본 시험에서 제조된 결실기 호밀사일리지의 조단백질 함량은 낮았으나 TDN은 비슷한 수준이었다. 또한, 농촌진흥청(1988)의 한국표준사

료성분표에 의하면 개화기 호밀사일리지의 수분 함량은 80.7%, 조단백질 함량은 6.9%, 조지방 함량은 1.8%, 조섬유 함량은 45.7%, 조회분 함량은 8.7%, TDN은 56.4%였으며 개화기 호밀사일리지는 본 시험에서 제조된 결실기 호밀사일리지와 비교했을 때 수분 함량은 높았으나 조지방 함량과 TDN은 낮았으며 조단백질 함량은 비슷한 수준이었다.

본 시험에서 제조된 사일리지는 발효과정 동안 건물 함량이 변화되어 S-20구에서 건물 함량이 낮게 나타났으며 조지방 함량은 3주 동안 발효시킨 사일리지에서 유의적(P<0.05)으로 높게 나타났다. 사일리지의 조단백질과 조회분 함량 및 TDN은 버섯수확후배지 첨가비율이 높을수록 높은 반면 NDF와 ADF함량은 낮게 나타났다(P<0.05). 이상의 결과들은 버섯수확후배지를 첨가함으로써 사일리지 내에서 미생물에 의한 발효가 일어났다는 것을 의미한다. 사일리지의 ADF 함량은 S-60구에서 가장 낮았다. ADF는 난용성 섬유소로서 일반적으로 낮을수록 사료의 이용성이 증가하기 때문에 ADF 함량은 사료의 소화율이나 TDN 추정식의 지표로 사용되고 있다. Qin *et al*(2010)은 호밀 총체사일리지의 건물 함량은 38.5%였고 조단백질 함량은 9.76%, NDF 함량은 66.5%였다고 보고하였으며 본 시험에서 제조된 호밀사일리지에 비해 조단백질 함량이 약간 높았으나 다른 조성분 함량은 본 시험의 결과와 비슷하였다.

**사일리지의 pH 및 유기산 변화**

사일리지의 pH와 유기산 함량 측정을 위한 시료는 채

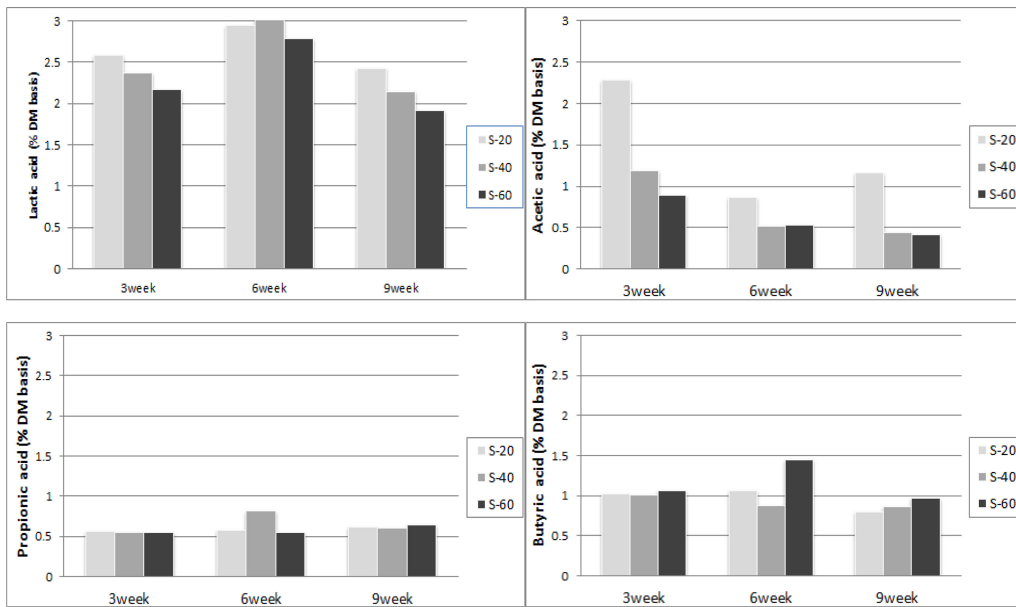


Fig. 1. Organic acid concentrations of the rye silage by fermentation period and supplementation level of spent mushroom substrates.

취한 사일리지 20 g을 증류수 100 ml에 넣고 mixer로 1 분 동안 혼합하고 냉장고에서 24시간 동안 주기적으로 교 반한 후 4겹의 gauze로 거른 다음 여과지(Whatman No. 6)에 여과하여  $-50^{\circ}\text{C}$ 에 냉동보관하면서 사용하였다. 사일 리지의 pH는 pH meter (Mettler Toledo, MP230)로 측정 하였고 유기산 함량은 HPLC (Perkinelmer, Series 200, USA)를 이용하여 분석하였다.

본 시험에서 제조된 호밀사일리지의 pH는 4.46-5.05의 범위로서 양질의 사일리지 조건인 4.2이하의 수준에 미치지 못하였으며 발효기간이 길어질수록 S-60구에서 pH가 감소하는 경향을 나타내었으나 다른 처리구에서는 유의성 있는 변화를 나타내지는 않았다(Table 1). 이러한 결과는 유산균에 의해 바람직한 발효가 일어나지 못하고 있다는 것을 의미한다. Kempton *et al.*(1984)의 보고에 의하면 사일리지 발효는 5단계로 나뉘며 발효 3단계 (발효기간 14-25일)는 완전 혐기상태로 유기산이 급속히 저하(pH 4.2이하)되어 안정된 상태로 유지되고 3단계 이후부터는 조건이 좋을 경우는 안정상태가 유지되나 에너지부족 등 발효조건이 나쁘게 되면 유산 생성량의 저하와 낙산균의 증식으로 사일리지의 품질이 떨어진다고 하였다. Moon *et al.*(2012)은 버섯수확후배지를 첨가한 수수사일리지에 관한 연구에서 발효 3단계(발효기간 21일)의 pH는 4.24-4.42였고 4단계(발효기간 42일)이후의 pH는 4.26-4.37로 비슷하게 유지되었다고 보고하였다. 따라서 본 시험에서 제조된 호밀사일리지의 pH가 높고 발효기간에 따른 pH 변화가 일정하지 않은 이유는 사일리지 원료인 호밀의 예 취시기가 늦어 수분 함량이 낮았고 사일리지 충전시 공기 배제에 영향을 미치는 호밀의 절단 길이가 길었던 것이

주요원인으로 사료된다. 사일리지 제조 시 원료의 수분 함량은 pH 및 품질과 밀접한 연관성이 있어 이에 대한 많은 연구가 수행되어 왔으며(Kim *et al.*; 1996, Kim *et al.*; 2006, Song *et al.*; 2009), 수분이 부족할 경우에는 충전과 답압이 용이하지 않아 이상발효가 일어나기 쉽고 수분이 과다할 경우에는 사일리지의 pH 상승으로 사일리지의 품질과 가축의 기호성을 감소시켜 섭취량을 떨어뜨린다. 따라서 사일리지 재료의 수분이 낮을 경우에는 반드시 가수 처리를 하고(Nash, 1985), 절단 길이를 짧게 함으로써 입 자간의 공극을 줄여 공기배제와 혐기발효가 용이하도록 하는 것이 중요하다. pH에 의한 사일리지 품질의 판단기 준은 pH 4.2이하의 양질, 4.2-4.5는 중질, 4.5이상은 품질 이 나쁜 것으로 판단한다(Zimmer, 1971). 이러한 결과들 은 초중에 따른 적정 수확시기와 혐기발효 조건을 최대한 맞추는 것이 양질사일리지 제조의 관건이라는 것을 의미 하고 있다. 본 시험에서는 호밀사일리지의 품질을 향상시 킬 목적으로 팽이버섯 수확후배지에 개미산 0.2%와 당밀 0.5%를 처리하였다. 개미산은 사일리지의 pH를 낮춤으로써 낙산균과 같은 부패균의 활동을 억제할 수 있고 당밀 은 유산발효를 위한 에너지 공급원이 될 수 있다(Han and Yun, 1978). 이상의 결과들을 종합해보면 팽이버섯 수확후배지가 첨가된 결실기 호밀 사일리지의 초기 발효 조건을 양호하게 유지시키기 위해서는 원료의 세절과 개 미산 처리수준을 0.2%보다 높게 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

팽이버섯 수확후배지의 첨가비율과 발효기간에 따른 사 일리지의 유기산 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 본 시험에서 제조된 사일리지의 평균 유기산 함량은 젓산

(lactic acid)이 2.49%(1.91-3.02%), 낙산(butyric acid)은 1.01%(0.80-1.45%), 초산(acetic acid)은 0.92%(0.41-2.28%), 프로피온산(propionic acid)은 0.61%(0.55-0.64%) 순이었다(건물 기준). 버섯수확후배지 첨가비율에 따라 유기산 중 초산의 함량 변화가 가장 크게 나타났고 프로피온산의 함량 변화가 가장 적게 나타났다. 혐기발효의 주요지표인 젖산은 버섯수확후배지 첨가비율에 따른 통계적 유의차는 없었으나 6주 동안 발효한 사일리지에서 높게 나타났다. 유기산은 사일리지의 품질을 결정하는 중요한 요인으로서 젖산 비율은 높고 낙산 비율은 낮을수록 사일리지의 품질이 우수하다. 유산은 비교적 강한 산으로 유산발효가 진행되면 pH가 낮아지는 반면 낙산은 약산으로 낙산균의 증식에 의해 암모니아가 생성되기 때문에 낙산발효가 일어나면 pH는 높아진다(Jang *et al.*, 1995). Moon *et al.* (2012)은 팽이버섯 수확후배지를 첨가한 수수사일리지에 관한 연구에서 사일리지의 유기산 함량은 젖산, 초산, 프로피온산, 낙산 순으로 높게 나타났으며 젖산을 제외하고는 발효기간에 따른 함량변화는 없었다고 보고하였다. 일반적으로 젖산 함량이 많으면 양질의 사일리지가 되지만 과다할 경우에는 섭취량에 나쁜 영향을 끼칠 수 있으며 양질 사일리지의 젖산 함량은 건물기준으로 1.5-2.5%이지만 저수분 사일리지나 화학 첨가제를 이용한 경우 이 범위에 속하지 않는 경우가 있다. 사일리지의 낙산 함량은 불량한 발효의 기준으로 0.1%이하는 우수, 0.1-0.2%는 양호, 0.3-0.4%는 보통, 0.4%이상은 불량한 것으로 구분한다. 밀기울을 첨가한 호밀사일리지에 관한 Jang *et al.* (1995)의 연구에 의하면 유산은 밀기울의 첨가비율이 증가할수록 0.38-6.12까지 유의적으로 증가하였으나 낙산은 밀기울 비첨가구에서는 0.22%였으나 밀기울 첨가구에서는 거의 검출되지 않았다.

**사일리지의 Flieg's score**

사일리지의 품질은 각 유기산의 총산에 대한 몰 비율(%)로 부터 Flieg's score를 구하여 평가하였다. 유기산의 결과들로부터 사일리지 품질평가 기준인 Flieg's score를 산출해 보면 Fig. 2에서 보는 바와 같다. 본 시험에서 제조된 호밀사일리지의 평균 Flieg's score는 70.2였으며, 6주 동안 발효시킨 S-20구와 S-40구의 Flieg's score가 80으로 가장 높았다. 발효기간 별로는 6주 동안 발효시킨 처리구의 Flieg's score가 평균 76.7로 가장 높았고 3주 동안 발효시킨 처리구의 Flieg's score는 평균 63.7로 가장 낮았다. 버섯수확후배지 첨가비율에 따른 Flieg's score는 S-20구, S-40구, S-60구에서 각각 평균 72.7, 71.0, 67.0으로 S-60구의 Flieg's score가 낮았다.

Flieg's score는 사일리지가 발효되면서 생성되는 유기산(젖산, 초산, 낙산)을 총산에 대한 mole 비율로 산출하여 그 mole 비율에 따라 정해진 점수를 합산하여 81-100점은 우수, 61-80점은 양호, 41-60점은 보통, 21-40점은 미

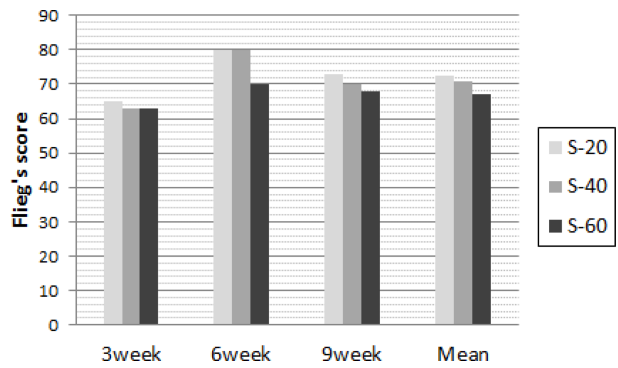


Fig. 2. Flieg's score of the rye silage by fermentation period and supplementation level of spent mushroom substrates.

흡 그리고 0-20점은 불량으로 등급을 나눈다. 본 시험에서 제조된 호밀사일리지의 Flieg's score는 63-80점이며 우수한 단계에 속하는 처리구는 없었고 모두 양호한 단계에 속하였다. Jang *al*(1995)의 밀기울을 첨가한 호밀사일리지에 관한 연구에서도 밀기울 첨가비율이 증가할수록 Flieg's score도 유의적으로 증가하였으며 밀기울 10% 첨가구의 Flieg's score는 73점으로 본 시험에서 제조된 사일리지와 비슷한 수준이었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 에너지원으로서 팽이버섯 수확후배지를 첨가한 결실기 호밀 사일리지는 버섯수확후배지를 원물기준으로 20% 첨가하여 6주 동안 발효시킨 처리구의 사일리지 품질이 가장 우수하였다.

**통계처리**

시험결과는 SAS(1999) package program을 이용하여 Duncan 다중검정으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

**적 요**

본 연구에서는 팽이버섯 수확후배지의 이용성 향상을 위하여 결실기 호밀 사일리지 제조시 에너지 공급원으로 팽이버섯 수확후배지의 적정 첨가비율과 발효기간을 조사하였다.

원물기준으로 20%(S-20), 40%(S-40), 60%(S-60)의 팽이버섯 수확후배지와 결실기 호밀을 비닐이 내장된 플라스틱 통에 진압 충전한 후 밀봉한 다음 3, 6, 9주 동안 발효시켜 사일리지를 제조하였다. 사일리지 원료로서 결실기 호밀과 팽이버섯 수확후 배지의 수분 함량은 각각 62.3%와 54.3%였으며 호밀사일리지의 수분함량은 약 58-64% 범위였다. 팽이버섯 수확후배지가 첨가된 사일리지의 성분 함량은 처리구별로 유의차가 없었으나 조지방 함량은 6주 동안 발효시킨 처리구에서 유의적으로 증가하였다(P<0.05). 사일리지의 pH는 4.46-5.05수준으로서 S-60구는 발효기간이 경과함에 따라 낮아졌으나 타 처리구

에서는 발효기간에 따른 변화가 일정하지 않았다. 사일리지의 유기산 함량은 유산, 낙산, 초산, 프로피온산 순이었으며 유산은 6주 동안 발효시킨 처리구가 타 처리구에 비해 높았다. 사일리지 품질평가 기준인 Flieg's score는 63-80점 수준으로 6주 동안 발효시킨 S-20과 S-40구에서 가장 높았으며 버섯수확후배지 첨가수준별로는 S-20구가 높았고 발효기간별로는 3주 동안 발효시킨 구에서 낮은 편이었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때 에너지원으로서 팽이버섯 수확후배지를 첨가한 결실기 호밀 사일리지는 버섯수확후배지를 원물기준으로 20% 첨가하여 6주 동안 발효시킨 처리구의 사일리지 품질이 가장 우수하였다.

## 감사의 글

본 연구는 2012년 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 PJ007474)에 의하여 수행된 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

AOAC. 1995. Official methods of analytical chemists, Washington DC, USA.  
 Goering HK, Van Soest PJ. 1970. Forage fiber analysis (apparatus, reagent, procedure and some application). Agric. Handbook. pp. 379. Washington DC, USA.  
 Han JD, Yun IS. 1978. The Evaluation of Different Factors Influencing the Quality of Silage. *J Korean Soc Grassl Forage Sci.* 1:18-28.  
 Jang JH, Han SY, Kim DJ. 1995. Effects of Wheat Bran Addition on the Quality of Rye Silage. *J Korean Soc Grassl Forage Sci.* 15:285-290.  
 Kempton TJ, Kaiser AG Trigg TE. 1984. Silage in the 80s. Proceedings of national workshop in agricultural technology, Armidale new south wales, Australia.

Kim JG, Jin HJ, SHin JS, Jeong ES, Han MS. 1996. Effect of pre-wilting treatment and formic acid addition on quality of silages made from spring sown oat crops. *J Korean Soc Grassl Forage Sci.* 16:155-160.  
 Kim JG, Chung ES, Seo S, Kang WS, Ham JS, Kim DA. 2001. Effect of Maturity at Harvest of the Changes in Quality of Round Baled Rye Silage. *J Korean Soc Grassl Forage Sci.* 21:1-6.  
 Kim JG, Chung ES, Seo S, Ham JS, Kim MJ, Lee JK. 2006. Effects of Wilting Days on the Quality of Round Baled Grass Silage. *J Korean Soc Grassl Forage Sci.* 26:39-44.  
 Moon YH, Lee SS, Kang TW, Cho SJ. 2012. Effects of Supplemental Levels of Spent mushroom (*Flammulina velutipes*) Substrates on Chemical Composition and Quality of Whole Crop Sorghum Silage. *J Mushroom Sci Prod.* 10:136-142.  
 Nash MJ. 1985. Crop conservation and storage in cool temperate climates. pp. 286. Pergamon Press, Oxford.  
 National Institute of Animal Science. 1988. Standard tables of feed composition in Korea. pp. 88.  
 National Institute of Animal Science. 2012. Standard tables of feed composition in Korea. pp. 46-50.  
 Qin WZ, Jin GL, Kim JK, Oh YK, Lee SC, Song MK. 2010. Estimation of Availability of Whole Crop Barley and Rye Silage TMR in the Cattle. *J Korean Soc Grassl Forage Sci.* 30:343-354.  
 SAS. 1999. SAS/STAT guide for personal computers @8.01. SAS Inst., Gary NC, USA.  
 Shin CN. 1975. The Effect of Prewilting on the Composition and Feeding Value of Grass Silage. *J Anim Sci Tech.* 17:539-548.  
 Song TH, Han OK, Yun SK, Park TI, Kim KH, Kim KJ. 2009. Research Papers : Effect of Pre-wilting Time on Change of the Moisture Content and Its Silage Quality at Different Harvest Stages of Whole Crop Barley. *J Intl Agri.* 21:316-321.  
 Zimmer E. 1971. Factors affecting fermentation in silo. technical papers presented at international silage research conference. National Silo Association. INC. pp. 58-78.