

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

야생콩 (*Glycine soja*)을 이용한 옥수수 사일리지의 품질 향상

양병모¹ · 허정민¹ · 박기웅¹ · 이형석² · 이수기^{1*}

¹충남대학교 농업생명과학대학, ²우송정보대학

Effects of *Glycine soja* Supplementation on the Quality of Corn Silage

Bung-Mo Yang¹, Jung-Min Heo¹, Kee Woong Park¹, Hyung-Suk Lee², and Soo-Kee Lee^{1*}

¹College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Woosong College, Daejeon 34606, Korea

ABSTRACT. This study was conducted to examine the effects of *Glycine soja* (GS) supplementation on the quality of corn silage. Corn silage was used in a 3×2 factorial arrangements with respective factors being addition of GS (0, 10, and 20%) and without or with *Lacobacillus plantarum* as lactic acid bacteria, and were stored for 40 days at a room temperature (20-25°C). Corn silage with supplemented 20% GS increased ($p<0.05$) crude protein contents compared with that in corn silage with supplemented 0 and 10% GS, however crude fat, NDF, and starch concentrations was not affected ($p<0.05$) by addition of GS. Furthermore, the interaction was found ($p<0.05$) between corn silage with supplemented 20% GS and the addition of lactic acid in butyric acid. Silage pH was increased while GS supplementation increased. Corn silage with supplemented 20% GS increased ($p<0.05$) glucose and fructose concentrations. The results of current study indicate that corn silage with supplemented 20% GS could be used as a useful strategy to improve corn silage with increased crude protein contents along with sucrose, glucose and fructose concentrations.

Key words: Crude protein, Corn silage, *Glycine soja*, Organic acids

Received on November 11, 2016; Revised on December 12, 2016; Accepted on December 14, 2016

*Corresponding author: Phone) +82-42-821-5775, Fax) +82-42-825-9754; E-mail) leesk@cnu.ac.kr

© 2016 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

근래 국내 축산업 환경은 급변하고 있다. FTA 등 시장 개방, 국제 곡물가 폭등, 환경오염, 질병 발생 등 국내외적으로 어려운 현실을 맞이하고 있다. 이러한 어려움을 해결하기 위해서는 생산비 절감을 통한 가격 경쟁력 강화가 절실하다. 우리나라 축산업은 가축에게 급여하는 농후 사료를 90% 이상을 수입에 의존하고 있지만, 조사료는 벣짚과 청보리 등 국내산 조사료로 80%정도의 자급률을 유지하고 있다(Kim, 2014; Han et al., 2016). 그러나 절반 이상을 품질이 조악한 벣짚 등이 차지하고 있어 내용면에서는 열악함을 면하지 못하고 있다.

정부와 사료업계에서는 국내 조사료 생산 기반 확대를 위하여 연구 및 투자를 강화하고 있으며, 특히 그 동안 추

진하였던 동계작물 위주에서 점차 옥수수, 수수 등 하계작물 재배를 병행함으로써 조사료의 자급률 향상을 도모하고 있다. 하지만 국내산 양질 조사료의 비율이 아직 낮고 전체적으로는 고간류(藁稈類, straws)에 대한 의존도가 높은 실정이며, 벣짚의 연간 이용량은 약 2백만톤으로 총 조사료 소요량의 60% 정도이다. 우리나라에서 생산되는 양질 조사료는 연간 1백만 톤으로 총 소요량의 32% 수준에 머무르고 있으며, 수입 조사료는 매년 지속적으로 증가하고 있다(Kim, 2014).

조사료 중에서 옥수수는 에너지 함량이 많아서 미국 등 선진국에서도 매우 중요하게 이용되고 있고(Coors and Lauer, 2001), 유럽에서도 가장 보편적인 조사료의 하나로 인식되고 있다(Wilinson et al., 2003). 온대지역에서는 조사료를 생산할 수 없는 추운 날씨에 대비하여 총체 옥수수로 큐브

를 만들거나 사일리지를 제조한다(Albrecht and Beauchemin, 2003; Kim et al., 2016). 옥수수로 사일리지를 제조할 경우 소의 조사료 섭취량을 향상시켜 주고, 생산비도 절약하는 효과가 있다. 그러나 옥수수 사일리지는 목초 사일리지와 비교할 때, 높은 에너지에 비하여 조단백질 함량이 평균 7.3%로 매우 낮다(Darby and Lauer, 2002). 영양소 균형이 이루어진 사료를 생산하기 위해서는 사일리지의 단백질 함량 증가를 위한 연구가 필요하다(Anil et al., 2000; Choi, 2016).

이러한 문제를 해결하기 위하여 여러 가지 연구가 진행되고 있는데, 특히 타 작목과의 혼합파종을 통하여 조사료의 단백질 함량을 증가시키는 연구를 수행할 필요가 있다. 혼합파종은 같은 땅에 두 가지 이상의 작물을 동시에 파종하여 재배하는 것으로 조사료의 영양소 균형을 맞추어 품질 향상에 좋은 효과를 기대할 수 있다(Ahmed and Rao, 1982; Singh et al., 1986; Putnam et al., 1986).

특히 옥수수는 콩과 혼합파종 하였을 경우 생산량이 증가하고 단일파종에 비해 저노동, 저비용으로 더 우수한 품질의 사료를 생산할 수 있다고 하였다(Carruthers et al., 2000; Mustafa and Seguin, 2003). 보통 콩과류는 좋은 조사료라 할 수 있으나, 단일파종을 통한 생산은 기후와 곡물 산업의 한계로 인하여 많이 이용되고 있지는 않기 때문에(Sheaffer et al., 2001; Contreras-Govea et al., 2009), 다른 조사료와 혼합파종을 적극 활용할 필요가 있다.

Ofori and Stern (1987)은 옥수수와 대두의 혼합파종을 통해 에너지와 단백질 함량을 높이고자 하였고, 몇몇 연구에서는 대두와 옥수수의 혼합파종을 통해 생산량이 20-40% 증가하였는데(Ahmed and Rao, 1982; Singh et al., 1986; Martin et al., 1990), 단백질 함량은 11-15% 증가한 결과가 나왔다고 하였다(Putnam et al., 1986).

우리나라는 콩의 원산지에 속하며, 재배종의 선조인 야생콩(*Glycine soja*)이 다양하게 분포하고 있다. 야생콩의 조단백질과 조지방의 함량은 재배종콩에 비해 낮은 경향이 나 쉽게 확보할 수 있는 장점이 있어 사일리지로의 이용 가치가 높을 수 있다. 현재 국내에서는 외국에 비하여 옥수수 사일리지의 단백질 함량을 증대 시키기 위한 혼합파종 연구가 매우 미미한 상황이다. 본 연구는 옥수수와 두과작물의 혼합조합에 대한 정보를 제시하고자, 그 초기단계로서 야생콩의 첨가비율이 옥수수 사일리지의 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

실험 재료

사일리지 재료로서 옥수수는 충남대학교 실습목장에서

Table 1. Chemical composition of silage materials used in the experiment.

Silage materials	Stages	Chemical composition, DM %				
		Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Crude ash	NFE ^z
Corn	Yellow ripe	8.1	2.3	22.9	6.1	60.6
Glycine soja	Early bloom	17.2	2.4	23.2	7.2	50.0

^zNitrogen free extract.

관행법으로 재배된 황숙기의 것을 사용하였고, 야생콩은 동 실습 목장 산야에 자생하는 것을 개화초기에 채취하여 사용하였으며 그 화학적 조성은 Table 1과 같으며, 발효촉진제로 *Lactobacillus plantarum* (주-청미바이오 제조, 한국)을 사용하였다.

사일리지 제조

사일리지의 제조는 길이 3-5 cm 정도로 절단한 옥수수 및 야생콩을 1 kg 씩 비닐백에 진공 포장하여 수일 경과 후 가스를 배출 시킨 후 25°C 전후의 실온에 45일간 보존하였다. 두 재료는 총체 옥수수에 야생콩을 0, 10, 및 20%씩 4반복으로 혼합하였으며, 각 처리구에 유산균 제제를 두 수준(1.5×10^{10} cfu g⁻¹의 제제 1 g을 재료 500 kg에 첨가하는 비율로 투여하거나 투여하지 않음)으로 혼합하여 3×2의 요인실험을 수행하였다.

사일리지의 성분조사

조성분, 당류 및 섬유소

조단백질, 조지방, 조회분, 가용 무질소물[nitrogen free extract (NFE)], 수분, sucrose, fructose 및 glucose는 AOAC (1995) 방법으로, neutral detergent fiber (NDF)와 acid detergent fiber (ADF)는 Goering and Van Soest (1970)의 방법으로 분석하였다.

전분

전분은 샘플 0.2 g을 7 ml 증류수와 혼합하여 가열기(EYELA, MAC-601, 일본)를 이용하여 115°C에서 60분간 열처리를 하고, 초산 완충 용액(0.2 M CH₃COOH 3 ml와 0.2 M CH₃COONa, H₂O 2 ml를 섞어서 만든 5 ml 용액)과 amyloglucosidase 5 ml 를 혼합한 용액을 합하여 항온수조(한국, (주)JEIO TECH BW-20G)에서 40°C로 1시간 동안 처리하였다. 반응 종료 후 17 ml의 실험액을 50 ml 플라스크에 넣고 나머지를 증류수로 채운 후에 filter paper를 이용하여 여과하였다. 여과액은 tube에 넣고 YSI 2700 SELECT(한

국, (주)유진하이텍)를 이용하여 분석하였다. 전분함량은 다 음 계산식을 이용하여 계산하였다.

전분(%) = YSI 2700 결과값/Sample (g) × 50% × 0.09
 -회석배수: 50, 전분계수: 0.09
 -계산식: YSI 2700 SELECT BIOCHEMISTRY ANALYZER USER'S MANUAL (1993년)

in vitro 건물 소실률

본 실험에 사용된 위액은 한우 성우에서 도축 직후 채취 하였으며, 채취된 위액은 39°C로 유지하였다. Buffer 용액 은 solution A (KH₂PO₄ 10.0 g, MgSO₄·7H₂O 0.5 g, NaCl 0.5 g, CaCl₂·2H₂O 0.1 g, urea 0.5 g DW 1 L⁻¹)와 solution B (Na₂CO₃ 15.0 g, Na₂S·9H₂O 1.0 g DW 1 L⁻¹)를 5:1 비율로 1,600 mL가 되도록 섞어서 39°C에서 pH 6.8이 되도록 하였 고, 여과된 위액 400 mL와 혼합하여 사용하였다. 건물 시 료 0.5 g씩을 filter bag에 넣었으며, 시료를 넣지 않은 blank 도 2개 준비하였다. 시료를 넣은 filter bag은 회전식 배양 기(DAISYTM)에 넣어 39.5±0.5°C에서 48시간 배양한 후 꺼내 어 차가운 수돗물로 수회 세척하고, 20-25°C에서 24 hour 건조하여 칭량하였다. 실험은 3반복으로 실시되었으며, 다 음의 계산식으로 건물 소실률을 구하였다.

건물 소실율(%) = 100 - {[W3 - (W1 × W4)] × 100 / W2
 W1 = Bag tare wt.
 W2 = Sample wt.
 W3 = Final bag wt.
 W4 = Blank bag correction (final blank bag wt. / original bag wt.)

유기산

유기산 함량을 구하기 위해 2g의 균질화된 시료를 tube 에 넣고, 내용물이 잠길 수 있도록 증류수 4 mL를 첨가하 여 24시간 정치시켰다. 원심분리기(Hanil, union 32, Korea) 로 2,000 × g에서 20분간 원심분리 한 다음, 상등액을 취하 여 0.2 μm의 syringe filter에 여과시킨 후, HPLC (Waters 1260, USA)로 젖산함량을 측정하였다. 초산과 낙산은 GC (Shimadzu GC 17A, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 Table 2와 같다.

pH

pH는 사일리지 100 g과 동량의 증류수를 취하여 밀봉한 다음 2~4°C에 24시간 정치시킨 후 원심분리(2,000 × g)하고, 상등액을 취하여 pH meter (Corning사, 모델번호 440, UAS) 로 측정하였다.

Table 2. HPLC and GC condition for the analysis of organic acids.

Items	Conditions	
	HPLC	GC
Column	SUPELCOGEL C610H	Alltech 19686, ID 0.25 mm Length 30 m
Detector	UV, 210 nm (Waters 2487)	FID (Shimazu)
Flow rate		H2 : 0.65 mL min ⁻¹ Linear velocity : 22 cm sec ⁻¹
Solvent	0.1% phosphoric acid	Ethanol
Absorbance	210 nm	
Injection volume	20 μl	0.4 μl

통계 분석

본 실험의 결과는 package program (SAS, 2005)을 이용 하여 분산분석을 실시하였고, 야생콩 첨가수준간의 평균치 차이는 Duncan (1955)의 신다중검정법(new multiple range test), 발효촉진제 첨가수준간의 평균치 차이는 T 검정으로, 5% 수준에서의 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

사일리지의 화학적 조성 및 건물 소실률

사일리지의 건물중은 야생콩 20% + 유산균 처리구가 야 생콩 0% + 유산균 무처리구에 비하여 유의하게 높았으나, 다른 처리구간에는 별다른 차이가 없었다. 이는 재료의 특 성에 의한 결과로 추측된다. 조단백질 함량은 야생콩의 첨 가량이 많아짐에 따라 증가하는 경향을 보였는데 20% 첨 가구가 0% 첨가구에 비하여 높은 결과를 보였다. 그러나 유산균 처리에 의한 차이는 없었다. Jang et al. (2015)도 옥 수수에 헤어리베치를 첨가한 사일리지 제조 실험에서 조 단백질 함량이 유의하게 증가하였다고 하였으며, Contreras-Govea et al. (2009)도 옥수수 사일리지에 climbing bean이 첨가된 실험에서 조단백질 함량이 12.6% 증가되는 긍정적 결과를 얻었다고 하였다. Lessard et al. (1978)은 옥수수 사 일리지의 조단백질 함량을 증가시키기 위하여 요소 첨가 시 조단백질의 함량은 많아졌지만, pH와 암모니아의 증가 를 동반하게 되었다고 보고하여 두과 사료작물의 혼합 또 는 혼파의 필요성을 암시하기도 하였다.

조지방 · NFE · NDF 및 전분의 함량은 각 처리구 간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났지만, ADF 및 NDF 함

Table 3. Chemical composition and *in vitro* dry matter disappearance rate of corn silages in the experiment.

Item, %	Levels of Glycine Soja, %	<i>Lactobacillus plantarum</i> addition		Mean
		Non-treatment	Treatment ^z	
Dry Matter, DM %	0	24.3±0.40 ^{ab}	25.3±0.45 ^{ab}	24.8
	10	25.3±0.39 ^{ab}	25.4±0.39 ^{ab}	25.4
	20	25.5±0.34 ^{ab}	26.6±0.50 ^a	26.1
	Mean	25.0	25.8	
Crude Protein, DM %	0	8.0±0.11 ^b	8.4±0.13 ^{ab}	8.2
	10	8.4±0.15 ^{ab}	8.7±0.14 ^{ab}	8.6
	20	9.0±0.17 ^a	9.2±0.31 ^a	9.1
	Mean	8.5	8.8	
Crude Fat, DM %	0	3.3±0.21	3.0±0.23	3.2
	10	3.4±0.25	3.3±0.32	3.3
	20	3.4±0.16	3.3±0.12	3.4
	Mean	3.4	3.2	
NFE ^v , DM %	0	56.6±1.51	55.5±1.64	56.1
	10	55.9±1.22	54.0±1.32	55.0
	20	54.8±1.12	53.7±1.51	54.3
	Mean	55.8	54.4	
ADF ^w , DM %	0	26.7±0.77	27.2±0.88	27.0 ^B
	10	28.4±0.94	30.3±0.97	29.4 ^{AB}
	20	28.3±0.56	30.7±0.92	29.5 ^A
	Mean	27.8	29.4	
NDF ^x , DM %	0	46.2±1.01	46.4±0.94	46.3
	10	47.2±1.11	47.1±1.23	47.2
	20	48.2±1.05	47.8±1.04	48.0
	Mean	47.2	47.1	
Starch, DM %	0	28.5±1.44	28.2±1.15	28.4
	10	28.6±1.76	29.1±1.26	28.9
	20	28.7±1.74	30.8±1.38	30.3
	Mean	28.6	29.4	
<i>in vitro</i> DM disappearance rate, %	0	50.2±2.25	51.2±2.55	50.7
	10	51.6±2.12	52.3±2.40	52.0
	20	51.0±2.37	51.6±2.31	51.3
	Mean	50.9	51.7	

^vNFE: Nitrogen Free Extract.^wADF: Acid Detergent Fiber.^xNDF: Neutral Detergent Fiber.^yMean ± SE.^z2 mg of microbial mixture (*Lactobacillus plantarum*, 1.5×10¹⁰ cfu g⁻¹) / kg.^{a-c}Means with no common superscripts among 6 cells are significantly different (p<0.05).^{A-C}Means within a column or row with same superscripts are not significantly different (p>0.05).

량은 야생콩의 첨가로 증가되고 NFE 함량은 감소되는 경향을 나타내었다. 일반적으로 두과 작물의 경우 화분과 보다 섬유소 함량이 많은 경향이 있어 이의 영향도 있을 것으로 생각된다. Contreras-Govea et al. (2009)은 옥수수에 climbing bean이 첨가된 사일리지 실험에서 NDF 함량이 8.8% 증가되는 부정적 결과를 보고한 바 있다. 이러한 결과는 두과 작물의 수확 시기가 늦어질수록 뚜렷할 것으로 생각되며, 본 실험에서는 옥수수는 사일리지 제조 적기이지만 야생콩은 아직 개화 개시기였기 때문에 NDF 함량에 유의한 차이가 없었던 것으로 사료된다. *In vitro* DM 소실률은 야생콩 첨가 및 유산균 첨가로 인한 차이는 없는 것으로 나타났다.

유기산 및 pH

젖산 함량은 야생콩의 첨가량이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었는데, 20% 첨가구가 0% 첨가구에 비하여 유의하게 감소한 결과를 보였다(Table 4). 또한 유산균 첨

Table 4. Organic acids and pH in experimental silages.

Item, %	Levels of Glycine Soja, %	<i>Lactobacillus plantarum</i> addition		Mean
		Non-treatment	Treatment	
Lactic Acid, %/DM	0	4.4±0.05 ^a	4.6±0.05 ^a	4.5 ^A
	10	4.0±0.04 ^{ab}	4.2±0.05 ^{ab}	4.1 ^{AB}
	20	2.8±0.02 ^b	3.0±0.03 ^b	2.9 ^B
	Mean	3.7	3.9	
Acetic Acid, %/DM	0	0.99±0.01 ^b	0.88±0.01 ^b	0.94 ^B
	10	1.02±0.02 ^{ab}	0.99±0.02 ^{ab}	1.01 ^{AB}
	20	1.22±0.02 ^a	1.15±0.02 ^a	1.19 ^A
	Mean	1.08	1.01	
Butyric Acid, %/DM	0	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02 ^B
	10	0.03±0.00	0.02±0.00	0.03 ^{AB}
	20	0.05±0.00	0.03±0.00	0.04 ^A
	Mean	0.03	0.02	
pH	0	4.0±0.11 ^b	4.0±0.03 ^b	4.0 ^B
	10	4.2±0.09 ^{ab}	4.1±0.04 ^{ab}	4.2 ^{AB}
	20	4.5±0.10 ^a	4.3±0.03 ^a	4.4 ^A
	Mean	4.2	4.1	

^zMean ± SE.^{a-c}Means with no common superscripts among 6 cells are significantly different (p<0.05).^{A-C}Means within a column or row with same superscripts are not significantly different (p>0.05).

가구는 비첨가구에 비하여 다소 증가하는 경향이었지만, 유의한 결과는 아니었다. 초산과 낙산 함량은 야생콩 20% 첨가구가 0% 구에 비하여 유의하게 증가하는 성적을 나타내었으나 유산균 첨가에 의한 유의한 차이는 없었다.

pH는 야생콩 첨가량이 증가함에 따라 다소 높아지는 경향을 유산균 첨가에 의한 영향은 나타나지 않았다. 이는 젖산이 pH에 직접적인 영향을 주기 때문(Weinberg and Muck, 1996; Im et al., 2016)이라고 생각되나, 젖산이 생성되어도 사일리지 재료의 완충력이 높은 경우에는 pH의 강하가 원활하지 않을 수도 있다(McDonald, 1981). Jang et al. (2015)은 옥수수에 헤어리베치를 첨가한 사일리지 제조 실험에서 pH의 변화가 대조구 4.21, 5% 첨가구 4.35, 15% 첨가구 4.50, 30% 첨가구 4.98로 증가하였다고 보고한 바 있으며, Contreras-Govea et al. (2009)도 옥수수에 climbing bean이 혼합된 사일리지에 옥수수 단일 사일리지보다 pH가 높았다고 하였고, 젖산 함량은 옥수수 단일구에 비하여 5.2% 감소되었다고 하였다. 그러나 전체 시험구의 pH 범위가 3.93-4.02, 젖산 함량은 5.06-5.58%로서 사일리지의 품질은 양호한 수준이었다고 보고 하였다. 본 시험에 있어서도 각 처리구의 pH 범위가 4.0-4.5, 젖산 함량은 2.8-4.6%로서 큰 차이는 없는 것으로 사료된다. 두과 사료작물의 경우 화분과 작물보다 유기산의 함량이 많아 pH가 높은 것이 일반적이다. 이는 유기산의 완충작용에 의하여 사일리지 내의 pH 변화가 억제되기 때문이다(Albrecht and Beauchemin, 2003; Muck et al., 2003).

수용성 탄수화물 함량

Sucrose와 fructose 함량은 야생콩 첨가량이 증가됨에 따라 감소하는 경향을 보였는데, 무첨가구는 20% 첨가구에 비하여 유의하게 높은 보였다(Table 5). 처리구별 평균치에 있어서 유산균 처리구는 무처리구에 비하여 높은 경향을 나타내었지만 유의성은 인정되지 않았다. Glucose 함량은 야생콩 첨가량이 많아짐에 따라 증가하는 경향을 나타내었는데, 20% 첨가구는 무첨가구에 비하여 유의하게 많았다. 그리고 처리구의 평균치에 있어서 유산균 첨가구는 무첨가구에 비하여 낮은 결과를 보였다. 이 결과는 첨가된 유산균에 의하여 수용성 탄수화물의 분해량이 타처리구에 비하여 유의하게 많았기 때문으로 사료된다. McDonald (1981)는 사일리지 제조시 발효에 대한 장애 요인이 높은 처리구의 경우 낮은 구보다 수용성 탄수화물의 함량이 높다고 하였는데, 본 실험에서는 야생콩의 첨가도 수용성 탄수화물의 발효면에서는 긍정적 요인은 아닌 것으로 생각된다. 이러한 결과는 조단백질 함량의 측면에서 볼 때 서로 상쇄될 수 있는 조건으로 생각된다.

종합적으로, 사일리지 제조에 있어 옥수수에 대한 야생

Table 5. Water soluble carbohydrates in experimental silages.

Item, %	Levels of <i>Glycine Soja</i> , %	<i>Lactobacillus plantarum</i> addition		Mean
		Non-treatment	Treatment	
Sucrose	0	0.14±0.00	0.10±0.00	0.12 ^a
	10	0.10±0.00	0.09±0.00	0.10 ^{ab}
	20	0.09±0.00	0.08±0.00	0.09 ^b
	Mean	0.11	0.09	
Glucose	0	1.25±0.01	1.01±0.00	1.13 ^b
	10	1.34±0.01	1.17±0.00	1.26 ^{ab}
	20	1.68±0.01	1.32±0.01	1.50 ^a
	Mean	1.42 ^a	1.17 ^b	
Fructose	0	2.71±0.04	2.47±0.07	2.59 ^a
	10	2.45±0.03	2.22±0.03	2.34 ^{ab}
	20	2.33±0.04	2.05±0.05	2.19 ^b
	Mean	2.50	2.24	

^aMean ± SE.

^{a-c}Means within a column or row with same superscripts are not significantly different (p>0.05).

콩의 첨가는 발효 정상면에서 볼 때 부정적 요인이기는 하지만 적절한 첨가수준에서는 조단백질 함량의 증가 등의 장점이 있으므로, 20% 정도의 야생콩의 첨가는 긍정적인 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 옥수수 사일리지의 조단백질 함량을 증가시키기 위하여 국내 야생콩을 0, 10 및 20%씩 첨가하였고 여기에 사일리지 발효촉진용 생균제를 두 수준으로 첨가하여 4반복의 2x3의 요인실험을 실시하였다. 조단백질 함량은 야생콩 20% 첨가구가 무첨가구에 비하여 유의하게 높은 결과를 보였다. 젖산 함량은 야생콩의 첨가량이 많아짐에 따라 감소하는 경향을 나타내었는데, 20% 첨가구가 0% 첨가구에 비하여 유의하게 감소한 결과를 보였다. pH는 야생콩 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보였다. 각 처리구별 평균치에 있어서 유산균 처리구는 무처리구에 비하여 높은 경향을 나타내었지만 유의성은 인정되지 않았다. 결론적으로 야생콩의 첨가수준이 많아지면 전체적으로 사일리지의 품질에는 부정적 요인이지만, 20% 정도의 첨가로는 단백질의 함량을 향상시키고, 젖산 함량에 있어 품질 유지에 지장이 없는 것으로 생각된다.

주요어: 조단백질, 옥수수 사일리지, 야생콩, 유기산

Acknowledgements

This study was financially supported by research fund of Chungnam National University in 2014.

References

- Ahmed, S. and Rao, M. 1982. Performance of maize-soybean intercrop combination in the tropics : results of a multi-location study. *Field Crops Res.* 5:147-161.
- Albrecht, K.A. and Beauchemin, K.A. 2003. Alfalfa and other perennial legume silage. pp. 633-664. In: Buxton et al. (Eds.) *Silage science and technology*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Anil, L., Park, J. and Philips, R.H. 2000. The potential of forage-maize intercrops in ruminant nutrition. *Animal Feed Sci. and Technol.* 86:157-164.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official method of analysis*. (16th ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington. D.C., USA.
- Carruthers, K., Prithiviraj, B., Fe, Q., Cloutier, D., Martin, R.C., et al. 2000. Intercropping of corn with soybean, lupin and forages: silage yield and quality. *J. Agronomy and Crop Sci.* 185:177-185.
- Contreras-Govea, F.E., Muck, R.E., Armstrong, K.L. and Albrecht, K.A. 2009. Nutritive value of corn silage in mixture with climbing beans. *Animal Feed Sci. and Technology.* 150:1-8.
- Choi, C.W. 2016. Changes in ruminal fermentation and blood metabolism in steers fed low protein TMR with protein fraction-enriched feeds. *Kor. J. Agric. Sci.* 43:379-386.
- Coors, J.G. and Lauer, J.G. 2001. Silage corn. pp. 347-392. In: Hallauer (Ed.). *Specialty corns*. 2nd ed. CRC Oressm Boca Raton, FL.
- Darby, H.M. and Lauer, J.G. 2002. Planting date and hybrid influence on corn forage yield and quality. *Agron. J.* 94:281-289.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1-42.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook*. No. 379. ARS, USDA. Washington D.C., USA.
- Han, S.M., Kim, Y.T., Won, O.J., Choi, K.H., Rho, Y.H., et al. 2016. The importation of genetically modified crops and its environmental impacts in Korea. *Kor. J. Agric. Sci.* 43:215-220.
- Im, H., Moon, J.K. and Kim, W.S. 2016. Antibacterial activity of supernatant obtained from and on the growth of pathogenic bacteria. *Kor. J. Agric. Sci.* 43:415-423.
- Jang, W.S., Yang, B.M., Heo, J.M., Lee, H.S. and Lee, H.S. 2015. Effects of supplementation of hairy vetch on the quality of whole crop barley silage. *CNU J. Agri. Sci.* 42(4):383-388. (In Korean)
- Kim, J.E., Kim, K.H., Kim, K.S., Kim, Y.H., Kim, D.W., et al. 2016. Fermentative characteristics of wheat bran direct-fed microbes inoculated with starter culture. *Kor. J. Agric. Sci.* 43:387-393.
- Kim, J.G. 2014. Diversify of conserved forage use in the country. *Proceeding of 2014 symposium and congress of Korean society of grassland and forage science*. Korea. pp. 11-32.
- Lessard, J.R., Erfle, J.D., Sauer, F.D. and Mahadevan, S. 1978. Protein and free amino acid patterns in maize ensiled with or without urea. *J. Sci. Food Agric.* 29:506-512.
- Martin, R.C., Voldeng, H.C. and Smith, D.L. 1990. Intercropping corn and soybean in a cool temperate region: Yield, protein and economic benefits. *Field Crops Res.* 23:295-310.
- McDonald, P. 1981. *The biochemistry of silage*. A Wiley-Interscience Publication. pp. 148-152.
- Muck, R.E., Moser, L.E. and Pitt, R.E. 2003. Postharvest factors affecting ensiling. pp. 251-304. In: Buxton, D.R., Muck, R.E. and Harrison, J.H. (Eds.). *Silage science and technology*. Agron. Monogr. 42. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
- Mustafa, A.F. and Seguin, P. 2003. Characteristics and in situ degradability of whole crop faba bean, pea, and soybean silages. *Can. J. Anim. Sci.* 83(4):793-799.
- Ofori, F. and Stern, W.R. 1987. Cereal-legume intercropping systems. *Adv. Agron.* 41:41-86.
- Putnam, D.H., Herbert, S.J. and Vargas, A. 1986. Intercropped corn-soybean density studies. II. Yield composition and protein. *Exp Agric.* 22:373-381.
- Sheaffer, C.C., Orf, J.H., Devine, T.E. and Jewett, J.G. 2001. Yield and quality of forage soybean. *Agron. J.* 93:99-106.
- SAS Institute. 2005. *SAS Prosedure guide*. VERSION 8.2. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- Singh, N.B., Singh, P.P. and Nair, K.P.P. 1986. Effect of legume intercropping on enrichment of soil nitrogen, bacterial activity and productivity of associated maize crops. *Exp Agric.* 22:339-344.
- Weinberg, Z.G. and Muck, R.E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Micro-biol. REV.* 19:53-68.
- Wilinson, J.M., Bolsen, K.K. and Lin, C.J. 2003. History of silage. *Silage Science and Technology*, pp. 1-30. In: Buxton, D.R., Muck, R.E. and Harrison, J.H. (Eds.). *American Society of Agronomy*, Madison, USA.