

Research Article

신규 *Lactobacillus plantarum* KCC-10 및 KCC-19 이 알팔파 사일리지의 발효 품질에 미치는 영향

최기춘* · S. Ilavenil · M. Valan Arasu · 박형수 · 김원호

국립축산과학원

Effect of Novel *Lactobacillus plantarum* KCC-10 and KCC-19 on Fermentation Characterization of Alfalfa Silage

Ki Choon Choi*, Soundarrajan Ilavenil, Mariadhas Valan Arasu, Hyung-Su Park and Won-Ho Kim

National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea

ABSTRACT

This study investigated the effect of novel *Lactobacillus plantarum* KCC-10 and KCC-19 on the quality and fermentation characterization of alfalfa silage at the experimental field of National Institute of Animal Science, Cheonan Province, Korea, from 2013 to 2014, and this experiment consisted of the following three treatments: control without lactic acid bacteria; treatment inoculated with *L. plantarum* KCC-10; and treatment inoculated with *L. plantarum* KCC-19. The contents of crude protein, acid detergent fiber, neutral detergent fiber, total digestible nutrient and *in vitro* dry matter digestibility of alfalfa silage were not affected by either *L. plantarum* KCC-10 or KCC-19. The pH of alfalfa silage in *L. plantarum* KCC-10 and KCC-19 treatments decreased as compared to control. The level of lactic acid in *L. plantarum* KCC-10 and KCC-19 treatments increased ($p < 0.05$), whereas the contents of acetic acid and butyric acid decreased ($p > 0.05$). In addition, the numbers of lactic acid bacteria in *L. plantarum* KCC-10 and KCC-19 treatments increased as compared to control ($p < 0.05$). Therefore, these results suggest that the inoculation of *L. plantarum* KCC-10 and KCC-19 into alfalfa silage can improve the quality of silage through increased lactic acid content and lactic acid bacteria.

(Key words : Alfalfa, *Lactobacillus plantarum*, Silage, Lactic acid, Fermentation)

I. 서 론

조사료 생산량은 매년 증가되고 있지만 사일리지 제조기 술 부족 및 보관 부주의로 인한 유해 곰팡이 감염으로 조사료의 양적 및 질적 손실이 크게 발생되고 있다(Sung et al., 2011). 특히 사일리지에서 독소를 생성하는 유해 곰팡이 발생은 사일리지 품질이 저하될 뿐 아니라 곰팡이에 오염된 사일리지를 섭취하면 임신율 저하, 산유량 감소, 신경 독소 축적 등 가축 생산성에 커다란 영향(Nelson, 1993; Sebunya and Yourtee, 1990; Cole et al., 1977; Smith and Lynch, 1973)을 주기 때문에 사일리지 내 곰팡이 제어는 매우 중요하다.

사일리지의 품질을 개선하기 위한 첨가제에는 여러 가지가 있으나 젖산균을 이용한 연구가 국내외적으로 가장 활발하게 이루어지고 있으며(Choi et al., 2011a,b; Kim et al.,

2009a) 최근, 곰팡이 억제 젖산균에 대한 관심이 높아지고 있다(Valan Arasu et al., 2014a; Valan Arasu et al., 2013). 곰팡이는 2차 발효산물로 독소를 생성하기 때문에 가축에 병을 유발하는 원인이 될 수 있으며(Sebunya and Yourtee, 1990; Smith and Lynch, 1973), 특히 곰팡이가 핀 사일리지는 조사료로써 가치가 없고 만약 가축이 섭취했을 경우 질병을 일으키는 원인(Sung et al., 2011)이 되기 때문에 다량 폐기되고 있는 실정이다.

사일리지란 젖산균에 의해 정상적인 발효가 일어남으로써 다량의 젖산(lactic acid)이 생성되어 부패분해균 등 불량 잡균의 성장을 억제함으로써 장기간 저장할 수 있는 조사료 저장방법이다. 일반적으로 두과 사료작물은 수용성 탄수화물의 함량이 낮아 화분과 사료작물에 비해 사일리지 제조가 어렵기 때문에 두과사료작물에 젖산균 첨가는 매우 중요하다. 사일리지 발효에 관여하는 젖산균의 종류와 총

* Corresponding author : Ki-Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea. Tel: +82-41-580-6755, E-mail: choiwh@korea.kr

량은 사일리지 품질을 중요한 요인이 되기 때문에 우수 젖산균의 선별을 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다 (Dogi et al., 2015; Hu et al., 2015; Liu et al., 2012; Pang et al., 2011; Pang et al., 2012; Sun et al., 2012; Tohno et al., 2012; Wu et al., 2014). 최근 Valan Arasu et al. (2014a) 및 Valan Arasu et al. (2013)은 곰팡이 억제능이 우수한 젖산균 *Lactobacillus plantarum* KCC-10과 KCC-19를 분리 동정하였다.

따라서 본 연구에서는 이들 *L. plantarum* KCC-10과 KCC-19를 이용하여 알팔파 사일리지 품질 및 미생물 분포를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 실험은 충남 천안시 국립축산과학원에서 2013년 9월에 파종하고 2014년 5월에 수확한 알팔파 버날 (Vernal) 품종을 사용하였다. 수확 이전의 알팔파는 관행적인 조치 조성 및 관리방법으로 하였고, 개화초기에 알팔파를 수확하여 수분 함량을 측정하고 (77%) 바로 사일리지 재료로 이용하였다. *L. plantarum* KCC-10 및 KCC-19 젖산균을 이용한 사일리지 제조는 알팔파를 2~3 cm로 세절하여 사일리지 용 비닐 팩 (가로 35 cm, 세로 26 cm)에 총 무게가 500 g 되게 넣고 공기를 제거한 후 밀봉하여 그늘에서 보관하였다. 이렇게 조제된 사일리지는 약 45일 동안 보관 한 후 개봉하여 사료가치 및 품질 등을 조사하였다. 이때 젖산균 첨가는 젖산균 (1.5×10^{10} cfu/g)을 증류수 (0.1g/10ml)에 녹여 5 kg의 사일리지에 처리하는 양으로 하였으며 각각 처리구당 3반복으로 하였다. 이들 분리된 젖산균은 젖산균 대량 생산용 배지 (glucose 1%, soy peptone 0.25%, yeast extract 1%, MgSO₄ 0.01%, MnSO₄ 0.04%, NaCl 0.1%, CaCO₃ 0.2%, Na₂HPO₄ 0.6%)를 이용하여 발효기에서 대량 배양한 다음 젖산균을 동결 건조하여 분말형태로 제형화 과정을 거친 후 사일리지 제조에 이용하였다.

2. 사료가치 분석

사일리지의 사료가치를 조사하기 위한 시료는 처리구당 약 500 g을 취하여 일부는 65°C 순환식 송풍건조기에서 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 and

Van Soest법 (1970)으로 분석하였다. *In vitro* 건물소화율은 Tilley 및 Terry법을 Moore (1970)가 수정한 방법을 이용하였으며, 가소화영양소 총량 (total digestible nutrients (TDN))은 $88.9 - (ADF\% \times 0.79)$ 에 의해서 산출하였다 (Kim et al., 2009b). 그리고 나머지 일부는 -20°C 냉동고에 보관하였다가 사일리지 특성조사에 사용하였다.

3. 사일리지의 pH 및 유기산 함량 조사

사일리지의 pH와 유기산 성분은 개봉한 사일리지 10 g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 주기적으로 흔들며 주면서 24시간 보관 후 4중 거즈로 1차 거른 뒤 여과지 (Whatman No. 6)를 통과한 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°C에서 냉동보관 하였다.

4. 사일리지 미생물상 조사

미생물상 조사를 위해서 사일리지 시료 10 g을 멸균된 250 mL의 플라스크에 넣고 증류수 90 ml를 더하여 교반기 (150 rpm)에서 1시간 교반 후 미생물 회석법에 의해 회석하여 젖산균은 28°C에서 4일 동안 MRS (de Man, Rogosa and Sharpe) 배지에서 배양하였으며, 효모는 3M petrifilm (3M Microbiology Products, St. Paul, USA)에서, 곰팡이는 Potato Dextrose agar (PDA)를 이용하여 28°C에서 4일 동안 배양한 후 계수화 하였다

5. 통계분석

본 시험에서는 Windows 용 SPSS/PC (Statistical Package for the Science, ver 12.0. USA) 통계프로그램을 이용하여 모든 결과는 분석 (One-way ANOVA)하였으며 최소유의성을 검정은 P-value가 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 알팔파 사일리지의 사료가치 변화

알팔파 사일리지의 사료가치를 조사한 결과는 Table 1과

Table 1. Nutritive value of alfalfa silage according to inoculation of lactic acid bacteria

Treatment	CP [†] (DM%)	ADF [§] (DM%)	NDF [‡] (DM%)	TDN [‡] (DM%)	IVDMD [¶] (DM%)
Control	18.96	27.72	46.96	67.00	68.65
LAB [†] KCC-10	19.17	28.21	46.40	66.61	70.35
LAB KCC-19	19.37	27.48	46.39	67.19	70.29

[†] LAB: Lactic acid bacteria, [‡] CP: Crude protein, [§] ADF: Acid detergent fiber, [‡] NDF: Neutral detergent fiber, [‡] TDN: Total digestible nutrient, [¶] IVDMD: *in vitro* dry matter digestibility.

같다. KCC-10 및 KCC-19의 접종구에서 알팔파 사일리지의 조단백질, 섬유소, TDN 함량 그리고 *in vitro* 건물소화율은 무접종구와 비슷하였다. Kim et al.(1999)은 젖산균 제제 두 종류를 이용한 연구 보고에서 젖산균 제제에 따라 ADF 및 NDF 함량 변화가 관찰되었다고 했는데 본 연구에서도 젖산균에 따라 함량변화가 관찰 되었다. 그러므로 KCC-10 및 KCC-19의 이용성 증진을 위해 타 사료작물의 사료가치 변화에 대한 다양한 연구접근이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2. 알팔파 사일리지의 pH 및 유기산 함량 변화

알팔파 사일리지의 pH와 유기산 함량은 Table 2와 같다. KCC-10 및 KCC-19 접종구에 의해 알팔파 사일리지의 pH는 감소되었으나 통계적인 차이는 보이지 않았다. 젖산함량은 무접종구에 비해 KCC-10 및 KCC-19 접종구에서 증가되었으나 ($p < 0.05$), 초산 및 낙산 함량도 비슷한 수준을

나타냈다. 그리고 사일리지 등급은 모든 처리구에서 비슷한 (우수) 등급으로 나타났으나 점수로 환산했을 때 KCC-10 및 KCC-19 접종함으로써 증가되었다.

3. 알팔파 사일리지의 미생물상 변화

알팔파 사일리지내 미생물상 변화를 조사한 결과는 Table 3에서 보는바와 같다. 알팔파 사일리지 대조구에서는 젖산균이 약 11.5×10^7 cfu/g의 정도를 보였으나 KCC-10 및 KCC-19 접종구에서는 $43.5 \sim 74.5 \times 10^7$ cfu/g로 증가되었다 ($p < 0.05$). 그리고 효모와 곰팡이는 KCC-10 및 KCC-19을 접종함으로써 감소되었다.

이상의 알팔파 사일리지의 결과를 요약해 보면 알팔파 사일리지 제조시 KCC-10 및 KCC-19 접종에 의해 젖산함량이 향상되었고 또한 pH 감소 그리고 젖산균 수가 증가 되었으며 사일리지 품질도 향상되었다. 많은 연구자들은 사일리지의 저장성을 향상시키기 위해 젖산균 접종이 필요

Table 2. Changes of pH and organic acids on alfalfa silage according to inoculation of lactic acid bacteria

Treatment	pH	Lactic acid (DM [†] %)	Acetic acid (DM%)	Butyric acid (DM%)	Flieg's score
Control	3.99	6.04b	0.60	0.02	80
LAB [†] KCC-10	3.71	12.33a	0.95	0.05	100
LAB KCC-19	3.72	10.72a	0.72	0.05	100

[†] LAB: Lactic acid bacteria, [†] DM: Dry matter

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

Table 3. Changes of microbes on alfalfa silage according to inoculation of lactic acid bacteria

Treatment	LAB ($\times 10^7$ CFU [†] /gram)	Yeast ($\times 10^4$ CFU/gram)	Fungi ($\times 10^4$ CFU/gram)
Control	11.5b	10.50	5.00
LAB [†] KCC-10	43.5a	1.00	0.01
LAB KCC-19	74.5a	6.50	1.00

[†] LAB: Lactic acid bacteria [†] CFU: Colony forming unit.

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

함을 보고하고 있으며 (Amanullah et al., 2014; Valan Arasu et al., 2014bc; Choi 등, 2014a,b; Ilavenil et al., 2014; Choi et al., 2011a,b), 본 연구에 이용된 젖산균 KCC-10 및 KCC-19도 알팔파 사일리지 제조시 젖산생성이 왕성함을 알 수 있었다. 일반적으로 두과 목초는 단백질 함량이 높고 탄수화물 함량이 화본과 목초에 비하여 낮기 때문에 사일리지 제조 시 많은 어려움을 가지고 있다. 그러나 본 연구에서 이용된 KCC-10 및 KCC-19는 이러한 불리한 사일리지 조건임에도 불구하고 pH를 떨어뜨리고 젖산함량을 증가시켰으며 또한 다량의 젖산균이 사일리지내에 분포하는 결과(Table 3)를 보여준 것은 KCC-10 및 KCC-19가 알팔파 사일리지 제조에 우수하다는 것을 의미한다. Valan Arasu et al. (2014c) 및 Choi et al. (2014a,b)은 두과목초와 화본과 목초 혼합사일리지에서 젖산균을 접종함으로써 유기산 함량이 증가되고 젖산균 수가 증가되었다고 보고하였는데 본 연구의 결과와 비슷한 결과를 나타냈다. 또한 Ilavenil et al. (2014)도 화본과 목초와 두과목초 혼합 사일리지 제조시에 젖산균을 접종함으로써 사일리지내 젖산균 수가 증가하고 젖산함량이 증가한다고 보고하였다. 이처럼 사일리지의 품질 향상 및 유지 측면에서 젖산균 접종에 대한 연구는 다양하게 수행되어지고 있다 (Choi et al., 2014a,b; Ilavenil et al., 2014; Valan Arasu et al., 2014c; Vijayakumar et al., 2014).

본 연구에서 제시한 바와 같이 *L. plantarum* KCC-10 및 KCC-19 접종은 사일리지내 pH를 떨어뜨리고 젖산균의 증식을 유도하여 다량의 젖산 생성을 증가시키고 할 수 있는 장점이 있기 때문에 KCC-10 및 KCC-19 이용성에 관한 새로운 연구의 접근이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구에서는 알팔파를 이용하여 사일리지 제조시 *L. plantarum* KCC-10 및 KCC-19를 접종하여 사일리지의 사료가치, 품질 및 미생물상의 변화를 조사하였다. 알팔파 사일리지 제조시 조단백질, ADF, NDF, TDN 함량 그리고 *in vitro* 건물소화율은 무접종구와 비슷하였다. *L. plantarum* KCC-10 및 KCC-19 접종구는 무접종구에 비해 알팔파 사일리지의 pH는 감소 되었으나 ($p>0.05$), 젖산함량은 *L. plantarum* KCC-10 및 KCC-19 접종구에서 증가하였다 ($p<0.05$). 그러나 초산 및 낙산 함량은 젖산균 접종구에서는 증가하였으나 통계적인 차이는 보이지 않았다 ($p>0.05$). 알팔파 사일리지 젖산균 단독 처리구의 젖산균 수는 무접종구에 비해 현저하게 증가하였다 ($p<0.05$). 이상의 결과를

요약해 보면 알팔파 사일리지 제조시 *L. plantarum* KCC-10 및 KCC-19 접종에 의해 사일리지의 젖산함량과 젖산균수가 증가되었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호 PJ00850201)의 지원에 의해 이루어진 것임.

VI. REFERENCES

- Amanullah, S.M., Kim, D.H., Lee, H.J., Joo, Y.H., Kim, S.B. and Kim, S.C. 2014. Effects of microbial additives on chemical composition and fermentation characteristics of barley silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 27:511-517.
- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC.
- Choi, K.C., Jo, N.C., Jung, M.W., Lee, K.D., Kim, J.G., Lim, Y.C., Kim, W.H., Oh, Y.K., Choi, J.H., Kim, C.M., Jung, D.K., Choi, J.M. and Kim, H.G. 2011a. Effect of harvest stage of corn on nutritive values and quality of roll baled corn silage manufactured with corn grown in paddy land. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 31:65-74.
- Choi, K.C., Jung, M.W., Kim, W.H., Kim, C.M., Yoon, S.H., Choi, E.M., Kim, J.G., Lee, S.M., Choi, J.M., Kim, H.G. and Lim, Y.C. 2011b. Effect of harvest stage of sorghum × sorghum hybrid (SSH) on the quality of round baled SSH silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 31:143-150.
- Choi, K.C., Valan Arasu, M., Ilavenil, S., Park, H.S., Jung, M.W., Kim, J.H., Jung, J.S., Hwangbo, S., Kim, W.H. and Lim, Y.C. 2014a. Effect of addition of lactic acid bacteria and chlorella on nutritive values and quality of Italian ryegrass-hairy vetch silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34:39-44.
- Choi, K.C., Valan Arasu, M., Ilavenil, S., Park, H.S., Jung, M.W. and Lee, S.H. 2014b. Effect of lactic acid bacteria and chlorella on nutritive values and quality of Italian ryegrass-alfalfa silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 34:33-38.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- Cole, R.J., Kirksey, J.W., Dorer, J.W., Wilson, D.M., Johnson, J.C., Johnson, A.N., Bedell, D.M., Springer, J.P., Chexal, K.K., Clardy J.C. and Cox. R.H. 1977. Mycotoxins produced by *Aspergillus* species isolated from moulded silage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 25:826-830.
- Dogi C.A., Pellegrino, M., Poloni, V., Poloni, L., Pereyra, C.M.,

- Sanabria, A., Pianzola, M.J., Dalcero, A. and Cavaglieri, L. 2015. Efficacy of corn silage inoculants on the fermentation quality under farm conditions and their influence on *Aspergillus parasiticus*, *A. flavus* and *A. fumigatus* determined by q-PCR. Food. Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 32:229-235.
- Hu, X., Hao, W., Wang, H., Ning, T., Zheng, M. and Xu, C. 2015. Fermentation characteristics and lactic Acid bacteria succession of total mixed ration silages formulated with peach pomace. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 28:502-510.
- Ilavenil, S., Valan Arasu, M., Vijayakumar, M., Jung, M.W., Park, H.S., Lim, Y.C. and Choi, K.C. 2014. *Lactobacillus plantarum* improves the nutritional quality of Italian ryegrass with alfalfa mediated silage. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:174-178.
- Kim, J.G., Chung, Kang W.S., Ham, J.S., Kim J.D., Seo, S. and Lee, J.K. 1999. Effects of the additives on the quality Alfalfa silage. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 19:115-120.
- Kim, J.G., Ham, J.S., Chung, E.S., Park, H.S., Lee, J.K., Jung, M.W., Choi, K.C., Cho, N.C. and Seo, S. 2009a. Evaluation of fermentation ability of microbes for whole crop barley silage inoculant. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 29:235-244.
- Kim, W.H., Lee, J.K., Park, H.S., Hwangbo, S., Lim, Y.C., Ji, H.C., Lee, H.W., Yoon, B.K. and Seo, S. 2009b. Selection of growth characteristics and yield of annual legumes on paddy field. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 29:307-312.
- Liu, Q., Chen, M., Zhang, J., Shi, S. and Cai, Y. 2012. Characteristics of isolated lactic acid bacteria and their effectiveness to improve stylo (*Stylosanthes guianensis* Sw.) silage quality at various temperatures. Animal Science Journal. 83:128-135.
- Moore, J.E. 1970. Procedure for the two-stage *in vitro* digestion of forage. Univ. of Florida, Depart. of Anim. Sci.
- Nelson, C.E. 1993. Strategies of mold control in dairy feeds. Journal of Dairy Science. 76:898-902.
- Pang, H., Zhang, M., Qin, G., Tan, Z., Li, Z., Wang, Y. and Cai, Y. 2011. Identification of lactic acid bacteria isolated from corn stovers. Animal Science Journal. 82:642-653.
- Pang, H., Tan, Z., Qin, G., Wang, Y., Li, Z., Jin, Q., Cai, Y. 2012. Phenotypic and phylogenetic analysis of lactic acid bacteria isolated from forage crops and grasses in the Tibetan Plateau. Journal of Microbiology. 50:63-71.
- Sebunya, T.K. and Yourtee, D.M. 1990. Aflatoxicogenic aspergilli in foods and feeds in Uganda. Journal of Food Quality. 13:97-101
- Smith, D.F. and Lynch, P.L. 1973. *Aspergillus fumigatus* in sample of moldy silage. Journal of Dairy Science. 56:828-829.
- Sun, Q., Gao, F., Yu, Z., Tao, Y., Zhao, S. and Cai, Y. 2012. Fermentation quality and chemical composition of shrub silage treated with lactic acid bacteria inoculants and cellulase additives. Animal Science Journal. 83:305-309.
- Sung, H.G., Lee, J.K. and Seo, S. 2011. Studies on fungal contamination and mycotoxins of rice straw round bale silage. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 31:451-462.
- Tohno, M., Kobayashi, H., Nomura, M., Kitahara, M., Ohkuma, M., Uegaki, R. and Cai, Y. 2012. Genotypic and phenotypic characterization of lactic acid bacteria isolated from Italian ryegrass silage. Animal Science Journal. 83:111-120.
- Valan Arasu, M., Jung, M.W., Ilavenil, S., Jane, M., Kim, D.H., Lee, K.D., Park, H.S., Huh, T.Y., Choi, G.J., Lim, Y.C., Al-Dhabi N.A. and Choi, K.C. 2013. Isolation and characterization of antifungal compound from *Lactobacillus plantarum* KCC-10 from forage silage with potential beneficial properties. Journal of Applied Microbiology. 115:1172-1185.
- Valan Arasu, M., Jung, M.W., Kim, D.H., Ilavenil, S., Lee, K.D., Choi, G.J., Al-Dhabi N.A. and Choi, K.C. 2014a. Isolation and characterization of *Lactobacillus plantarum* KCC-19 from crimson silage. Journal of Pure and Applied Microbiology. 8:3575-3587.
- Valan Arasu, M., Jung, M.W., Kim, D.H., Ilavenil, S., Jane, M., Park, H.S., Al-Dhabi, N.A., Jeon, B.T. and Choi, K.C. 2014b. Enhancing nutritional quality of silage by fermentation with *Lactobacillus plantarum*. Indian Journal of Microbiology. 54:396-402.
- Valan Arasu, M., Ilavenil, S., Jane, M., Kim, D.H., Lee, K.D., Park, H.S. and Choi K.C. 2014c. Effect of addition of chlorella with *Lactobacillus plantarum* on quality, microbial contents and fermentation metabolites of barley and pea silages. Journal of Pure and Applied Microbiology. 8:4017-4023.
- Vijayakumar, M., Ilavenil, S., Valan Arasu, M., Jung, M.W., Park, H.S., Kim, J.H., Lim, Y.C. and Choi, K.C. 2014. Enhancement of nutritional quality of Italian ryegrass mediated silage by supplemented with lactic acid bacteria and chlorella. Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science. 34:169-173.
- Wu, J.J., Du, R.P., Gao, M., Sui, Y.Q., Xiu, L. and Wang, X. 2014. Naturally occurring lactic Acid bacteria isolated from tomato pomace silage. Asian-Australasian Journal of Animal Science. 27:648-657.

(Received June 1, 2015 / Revised June 6, 2015 / Accepted June 8, 2015)