

Research Article

젖산균 첨가가 출수초기 호밀 사일리지의 품질에 미치는 영향

최기춘^{1*}, 스리고팔람 스리세스하람¹, 일라베닐 사운드라잔¹, 쿠푸사미 팔라니셀람¹, 박형수¹,
윤용희², 정종성¹, 김지혜¹, 김현섭¹
¹국립축산과학원, ²정농바이오

Effect of Addition of Lactic Acid Bacteria on Quality of Rye Silage Harvested at Early Heading Stage

Ki-Choon Choi^{1*}, Srisesharam Srigopalram¹, Soundharrajan Ilavenil¹, Palaniselvam Kuppusamy¹, Hyung-Su Park¹,
Yong Hee Yoon², Jeong Sung Jung¹, Ji Hye Kim¹ and Hyun Seup Kim¹

¹Grassland and Forages Division, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Republic of Korea.

²Jungnong Bio Inc, Goksung, Chonnam, 57509, Republic of Korea.

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of addition of lactic acid bacteria inoculants on quality of rye silage harvested at early heading stage. The nutritive values in lactic acid bacteria (LAB) inoculated group showed similar results to control. The pH of rye silage in LAB inoculation significantly decreased as compared to control ($p < 0.05$). In addition, the content of lactic acid in LAB inoculation significantly increased ($p < 0.05$), but the content of acetic acid in LAB treatments decreased. In addition, lactic acid bacterial counts in LAB inoculation significantly increased as compared to control ($p < 0.05$). Therefore, we suggest that rye silage could be improved by LAB inoculation.

(Key words : Rye, Lactic acid bacteria, Silage)

I. 서론

최근 국제곡물가격과 수입조사료 가격이 상승함에 따라 축산농가 그리고 산·학·연·정의 관심과 노력으로 조사료 재배면적은 크게 증가하고 있으며 특히 담리작을 이용한 사료작물 생산 중심으로 양질의 조사료 자급이 점차 정착이 되고 있다.

조사료용 호밀은 겨울철 이탈리아 라이그라스나 청보리를 재배하기 어려운 중·북부 지역 및 산간 지역에서 재배가 많이 이루어지고 있으나 호밀에 대한 인식 부족과 종자 수급 등에 따라 재배면적이 확대되지 못하고 평균적으로 3만ha 정도 재배되고 있는 실정이다(Kim, 2017). 호밀은 동계사료작물중 내한성이 우수하고 특히 환경적응성이 뛰어나기 때문에 가장 안정적으로 재배될 수 있는 작물이다. 그러나 양축농가와 경종농가가 타 사료작물에 비해 관심이 적은 것은 늦은 수확시기(황숙기)에 의한 낮은 사료가치 그리고 수확시기가 5월 초 중순경에 이루어져 후작인 옥수수나 벼 이앙작기와 겹치게

되어 경종농가에 관심을 얻지 못하고 있기 때문이다.

이제까지 호밀에 대한 연구는 주로 녹비로써 활용여부(Kim et al., 2012; Song et al., 2010; Jeon et al., 2009), 잡초방제(Seo et al., 2013; Lee et al., 2010) 녹비생산성 증진을 위한 두과작물과의 혼파기술(Kim et al., 2011) 등이 이루어지고 있으며 일부 연구에서만 조사료로써 이용성 증진을 위한 호밀육종 및 생산성증진에 대한 연구가 이루어져 왔다.

최근 Song et al.(2009)은 호밀은 출수기에는 단백질 함량이 14~15%를 함유하고 있으며 또한 사료섭취량과 기호성과 관련이 있는 NDF함량은 54% 내외 그리고 ADF함량은 33% 내외라고 보고하였다(Kim et al., 1992).

최근 조사료로써 호밀의 우수성을 제시하는 연구가 Choi et al.(2016)에 의해 보고되었는데 호밀을 출수기에 수확하여 사일리지를 제조할 경우 양질의 호밀사일리지 제조가 가능하고 또한 수확시기를 출수기에 맞추는 것이 사료가치를 높이고 벼 이앙시기에 영향을 주지 않고 이용할 수 있다고 언급하였다.

* Corresponding author : Ki Choon Choi, National Institute of Animal Science, RDA, Cheonan 331-808, Korea,
Tel: +82-41-580-6752, Fax: +82-41-580-6779, E-mail: choiwh@korea.kr

사일리지의 품질 차이는 젖산균집중 유무 그리고 젖산균의 종류, 접종량 등에 따라 많은 차이를 보이기 때문에 많은 연구자들은 다양한 연구를 수행하여 사일리지의 품질을 향상시킬 수 있는 방법을 제시하였다(Choi et al., 2016; Hu et al., 2015; Dogi et al., 2015; Wu et al., 2014; Choi et al., 2014b).

국내 유통되고 있는 사일리지는 과도한 수분함량 및 보관 부주의로 인한 곰팡이 발생으로 경종농가와 양축농가 그리고 TMR 제조업체에서는 사용을 기피하고 있는 실정이다. 사일리지내 곰팡이 발생은 기호성 및 가축생산성에 밀접하게 관련되기 때문에 곰팡이 억제 젖산균에 대한 관심을 갖기 시작했다(Valan Arasu et al., 2014b; Valan Arasu et al., 2013; Sung et al., 2011; Nelson, 1993; Sebulny and Yourtee, 1990; Smith and Lynch, 1973).

최근 우리연구팀은 곰팡이 억제능이 우수한 *Lactobacillus plantarum* KCC-10, K-46 KCC-19 젖산균으로 각각 분리 동정하여 보고하였으며(Valan Arasu et al., 2014a,c; Valan Arasu et al., 2013), 현재 이들 균주를 이용하여 첨가제로 현재 농가에서 이용되고 있다.

따라서 본 연구에서는 출수초기의 호밀을 이용하여 본 연구팀이 개발한 젖산균 첨가제를 이용하여 사일리지를 제조한 다음 사일리지 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 포장시험 및 사일리지 제조

본 연구는 충남 천안시에 위치한 국립축산과학원 축산자원 개발부 사료작물 재배지에서 재배한 호밀을 이용하였다. 호밀은 2015년 10월 15일에 파종하여 2016년 4월 15일에 예취한 다음 12시간 동안 예건하여 350g 비닐팩 사일리지를 제조하였다 이때 젖산균 첨가제(정농바이오, 한국)를 처리하여 각 처리당 3반복으로 하였다. 젖산균의 첨가제의 양은 첨가제 제조회사에서 제시한 권장량을 증류수에 녹여 사일리지를 제조하였다(Choi et al., 2015; Srigopalram et al., 2015). 제조된 사일리지는 제조 후 40일째 개봉하여 사일리지의 품질, 사료가치 및 미생물 수를 조사하였다.

2. 사료가치 분석

호밀 사일리지의 사료가치를 조사하기 위해 처리구당 약 150 g을 취하여 65°C 순환식 송풍건조기에서 3일 이상 건조

후 분쇄하여 AOAC법(1990)에 의해 조단백질(Crude protein, CP)을 분석하였고, Goering 및 Van soest법(1970)으로 Neutral detergent fiber (NDF) 및 Acid detergent fiber(ADF) 함량을 분석하였다. 그리고 가소화영양소 총량(total digestible nutrients, TDN)은 $88.9 - (ADF\% \times 0.79)$ 에 의해서 산출하였다(Choi et al., 2015; Srigopalram et al., 2015).

3. 사일리지의 pH 및 유기산 함량 조사

사일리지의 pH와 유기산 성분은 Choi et al. (2015)의 방법에 의해 분석하였다. 즉 개봉한 사일리지 10g을 증류수 100 ml에 넣고 냉장고에서 24시간 동안 주기적으로 흔들며 주면서 유기산을 추출한 후 4중 거즈로 1차 거른 다음 여과지(Whatman No. 6)를 통과한 추출액을 조제하여 pH는 pH meter(HI 9024; HANNA Instrument Inc. UK)로 측정하였고 젖산함량은 0.22 μ m 실린지 필터를 사용하여 여과시킨 다음 HPLC(HP1100, Agilent Co. USA)로 분석하였다. 초산과 낙산 함량은 Gas chromatography(GC-450, Varian Co., USA)를 이용하여 분석하였다. 그리고 사일리지 등급은 Flieg's score를 이용하여 계산하였다(Saricicek et al., 2016). 추출액은 분석에 이용할 때까지 -70°C에서 냉동보관 하였다.

4. 사일리지 미생물상 조사

사일리지내 미생물 수는 Choi et al. (2015)의 방법에 의해 분석하였다. 즉 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 결과를 분석(*t*-test)하였으며 최소유의성을 검정은 *P*-value가 0.05로 평가하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 호밀 사일리지의 사료가치 변화

젖산균 첨가제 유무에 따른 호밀 사일리지의 사료가치를 조사하였는데 그 결과는 Table 1과 같다. 젖산균 첨가제 처리구에서 호밀 사일리지의 조단백질, 섬유소 및 TDN 함량은 무처리구와 통계적으로 차이는 보이지 않았다. 이처럼 호밀 사일리지 조제시 젖산균 첨가제 처리는 사료가치에 영향을 주지 않았는데 이는 Choi et al.(2016) 및 Choi et al.(2015)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

Seo et al.(2011)은 이탈리아인 라이그라스 2품종(조생종 Kowinearly, 중생종 Kowinmaster), 청보리 5품종(영양, 우호, 유연, 다미, 유호)의 사료가치를 조사하였는데 호밀의 사료가치는 출수기나 개화초기에 수확한 이탈리아인 라이그라스 그리고 황숙기에 수확한 청보리 보다 우수한 것으로 나타났는데(Table 1) 이는 호밀이 월동 후 이듬해 4월 15일인 수잉기~출수초기에 수확되었기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 Song et al.(2009)도 출수기 이후에는 전체 건물중에 대한 줄기의 비중 높기 때문에 사료가치는 생육후기에 수확할수록 낮아지는 경향이 있다고 하였다.

이상의 결과에서 보는 바와 같이 호밀도 수잉기~출수기에 이용하면 양질의 사료가치를 가지고 있기 때문에 호밀의 수확시기와 이용방법에 대한 다양한 접근이 이루어져야 할 것으로 보여진다.

2. 호밀 사일리지의 pH 및 유기산 함량 변화

젖산균 첨가제 유무에 따른 호밀 사일리지의 pH와 유기산 함량은 Table 2에 나타낸바와 같다. 사일리지의 젖산균 첨가제 처리구는 무처리구에 비해 pH가 현저하게 감소되었다($p < 0.05$). 그리고 젖산함량은 무처리구에 비해 젖산균 첨가제 처리구에서 증가되었으나($p < 0.05$), 초산 및 낙산 함량은 감소하였다. 또한 사일리지 등급은 무처리구 보다 젖산균 첨가제 처리구에서 등급이 향상되었다. Choi et al.(2016) 및 Muck and Bolsen (1991)은 사일리지 제조시 젖산균을 처리하면 pH를 저하시킨다고 하였다. 또한 Keady and Steen (1994)은 사일리지 제조시 젖산균을 처리하면 pH와 초산함량을 감소한다고 하였는데 본 연구와 유사한 결과를 보고하였다. 그리고 일반적으로 양질의 사일리지 제조시 젖산균 접종은 사일리지의 발효품질 개선, 저장성 향상 및 개봉 후의 호기적 안정성에도 효과가 있기 때문에 사일리지 조제하는데 반드시 고려해야 한다고 보고하고 있다(Srigopalram et al., 2015; Amanullah et al., 2014; Valan Arasu et al., 2014a,b; Choi et al., 2014a,b; Ilavenil et al., 2014). 이상의 결과에서 보는 바와 같이 호밀 사일리지 제조할 경우 반드시 젖산균을 접종함으로써 호밀의 품질을 향상시킬 수 있기 때문에 젖산균 접종이 반드시 필요할 것으로 생각된다.

Table 1. Effect of inoculation of lactic acid bacteria on nutritive values of rye silage harvested at early heading stage

Treatment	Moisture (%)	CP ²⁾ (%)	ADF ³⁾ (%)	NDF ⁴⁾ (%)	TDN ⁵⁾ (%)
Control	53.94	17.29	31.86	53.02	63.73
LAB ¹⁾	52.68	17.54	33.80	56.00	62.20

¹⁾LAB: Lactic acid bacteria, ²⁾CP: Crude protein, ³⁾ADF: Acid detergent fiber,

⁴⁾NDF: Neutral detergent fiber, ⁵⁾TDN: Total digestible nutrient.

Table 2. Effect of inoculation of lactic acid bacteria on pH and organic acids of rye silage harvested at early heading stage

Treatment	pH	Lactate (%/DM ²⁾)	Acetate (%/DM)	Butyrate (%/DM)	Flieg's score
Control	4.94 ^a	1.10 ^b	0.47	0.08	Average
LAB ¹⁾	3.72 ^b	5.26 ^a	0.27	0	Excellent

¹⁾LAB: Lactic acid bacteria, ²⁾DM: Dry matter,

^{a,b} Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

Table 3. Effect of inoculation of lactic acid bacteria on microbes of rye silage harvested at early heading stage

Treatment	LAB ¹⁾ ($\times 10^6$ CFU ^{2)/g)}	Yeast ($\times 10^3$ CFU/g)	Fungi ($\times 10^2$ CFU/g)
Control	6.3 ^b	3.3 ^a	-
LAB ¹⁾	17.3 ^a	2.3 ^b	-

¹⁾LAB: Lactic acid bacteria, ²⁾CFU: Colony forming unit.

^{a,b} Means with different letters within a column are significantly different at the 5% level.

3. 호밀 사일리지의 미생물상 변화

젖산균 첨가제 유무에 따른 호밀 사일리지 내 미생물상 변화를 조사하였는데 그 결과는 Table 3에서 보는바와 같다. 호밀 사일리지 대조구에서는 젖산균이 $6.3.0 \times 10^6$ cfu/g의 수치를 보였으나 젖산균 첨가제를 처리함으로써 1.7×10^7 cfu/g로 증가되었다($p < 0.05$). 그리고 효모의 경우 젖산균 첨가제를 처리함으로써 감소되었다($p < 0.05$). 그리고 곰팡이(10^2 cfu/g)는 나타나지 않았다. Srigopalram et al.(2015)은 이탈리아내 라이그라스, Choi et al.(2015)은 호밀에서 젖산균 접종에 따라 젖산균 수는 증가하고 효모의 수는 감소한다고 하였는데 본 연구에서도 유사한 결과를 보였다. 이상의 결과를 요약해 보면 양질의 호밀 사일리지를 제조하기 위해서는 반드시 젖산균 첨가제를 처리가 필요 할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 젖산균 첨가제 처리가 호밀 사일리지 사료가치, 품질 및 미생물상의 변화에 미치는 영향을 조사하기 위해 수행되었다. 호밀 사일리지의 사료가치는 젖산균 첨가제 처리와 무처리구간에 크게 변화는 나타나지 않았다. 그리고 호밀 사일리지의 젖산함량은 젖산균 첨가제 처리구가 현저하게 높은 경향을 보였으나($p < 0.05$) 초산은 젖산균 첨가제 접종구가 약간 낮아지는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 보이지 않았다. 그리고 호밀 사일리지의 젖산균 수는 무접종구에 비해 젖산균 첨가제 접종구에서 현저하게 증가하였다($p < 0.05$). 이상의 결과를 요약해 보면 호밀 사일리지 제조시 젖산균 첨가제 접종에 의해 사일리지의 품질이 향상되었다.

V. 사 사

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01090301)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. 15thed. Washington, DC.
- Choi, K.C., Ilavenil, S., Srigopalram, S., Park, H.S., Kim, J.H., Jung, J.S. and Kim, H.S. 2016. Potential effects of Novel Lactic Acid Bacteria on Fermentation Quality of Rye Haylage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 36:23-28.
- Choi, K.C., Ilavenil, S., Valan Arasu, M., Park, H.S. and Kim, W.H. 2015. Effect of addition of lactic acid bacteria on fermentation quality of rye silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35:277-282.
- 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.
- Dogi, C.A.1., Pellegrino, M., Poloni, V., Polon, I.L., Pereyra, C.M., Sanabria, A., Pianzola, M.J., Dalcerro, 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 Additives & Contaminants. Part A, Chemistry, Analysis, Control, Exposure & Risk Assessment* 32:229-235.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agric. Handbook 379*, U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- 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.
- Jeon, W.T., Seong, K.Y., Lee, J.K., Kim, M.T. and Cho, H.S. 2009.

- Effects of seeding rate on hairy vetch (*Vicia villosa*)-rye (*Secale cereale*) mixtures for green manure production in upland soil. *Korean Journal of Crop Science*. 54:327-331.
- Kim, D.A., Kwon, C.H. and Han, K.J. 1992. Effect of harvesting dates on forage yields and quality of winter rye. 1992. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 12:173-177.
- Kim, J.Y. 2017. http://www.busynews.net/n_news/news/view.html?page_code=photo&photo_theme=&no=1288
- Keady, T.W.J. and Steen, R.W.J. 1994. Effects of treating low dry-matter grass with a bacterial inoculant on the intake and performance of beef cattle and studies on its mode of action. *Grass and Forage Science*. 49:438-446.
- Kim, K.M., Lee, B.J. and Cho, Y.S. 2012. Differences of soil carbon by green manure crops in rotated cropping system. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 45:1027-1031.
- Kim, S.W., Seo, Y.H., Choi, Y.B., Ahn, M.S. and Kang, A.S. 2011. Effect of mixed sowing of hairy vetch and rye on green manure yield in mountainous highland. *Korean Journal of Soil Science and Fertilizer*. 44:442-447.
- Lee, J.H., Lee, B.M., Jeon, S.H., Chung, J.I., Kim, M.C. and Shim, S.I. 2010. Allelopathic effects of crimson clover, hairy vetch and rye on germination and radicle elongation of several crops. *Weed and Turfgrass Science*. 30:371-379.
- 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.
- Muck, R.R. and Bolsen, K.K. 1991. Silage preservation and silage additives. pp. 105-125. In Bolsen, K.K., Baylor, J.E. and McCullough, M.E. (eds) *Hay and Silage Management in North America*. Nat. Feed Ingred. Assoc., West Des Moines, Iowa.
- Nelson, C.E. 1993. Strategies of mold control in dairy feeds. *Journal of Dairy Science*. 76:898-902.
- Saricicek, B.Z., Yoldirimi, B., Kocabasi, Z., and Özugumus Demiri, E. 2016. The effects of storage time on nutrient composition and silage quality parameters of corn silage made in plastic mini silo in laboratory conditions. *Igdir University Journal of the Institute of Science and Technology*. 6:177-183.
- Sebunya, T.K. and Yourtee, D.M. 1990. Aflatoxigenic aspergilli in foods and feeds in Uganda. *Journal of Food Quality*. 13:97-101.
- Seo, S., Kim, W.H., Kim, K.Y., Choi, G.J., Ji, H.C., Lee, S.H., Lee, K.W. and Kim, M.J. 2011. Forage productivity and quality of domestic Italian ryegrass and barley varieties. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 31:261-268.
- Seo, J.H., Moon, J.K., Kwon, Y.U., Ku, J.H. and Kim, S.J. 2013. Change of weeds occurrence, early growth and yield of soybean at simultaneous planting with rye as living mulch. *Weed and Turfgrass Science*. 2:236-241.
- Smith, D.F. and Lynch, P.L. 1973. *Aspergillus fumigatus* in sample of moldy silage. *Journal of Dairy Science*. 56:828-829.
- Song, B.H., Lee, K.A., Jeon, W.T., Kim, M.T., Cho, H.S., Oh, I.S., Kim, C.G. and Kang, U.G. 2010. Effects of green manure crops of legume and gramineae on growth responses and yields in rice cultivation with respect to environment friendly agriculture. *Journal of Crop Science*. 55:144-150.
- Song, T.H., Han, O.K., Yun, S.K., Park, T.I., Seo, J.H., Kim, K.H. and Park, K.H. 2009. Changes in Quantity and Quality of Winter Cereal Crops for Forage at Different Growing Stages. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 29:129-136.
- Srigopalram, S., Ilavenil, S., Vijayakumar, M., Park, H.S., Lee, K.D. and Choi, K.C. 2015. Addition of Novel *Lactobacillus plantarum* KCC-10 and KCC-19 to Improve Fermentation Quality and Characterization of Italian Ryegrass Silage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*. 35:195-200.
- 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.
- Valan Arasu, M., Ilavenil, S., Jane, M., Kim, D.H., Lee, K.D., Park, H.S. and Choi K.C. 2014a. 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.
- 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-23 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. 2014b. Isolation and characterization of *Lactobacillus plantarum* KCC-19 from crimson silage. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 8:3575-3587.
- Valan Arasu, M., Kim D.H., Kim P.I., Jung, M.W., Ilavenil, S., Mariamichael J., Lee, K.D., Al-Dhabi N.A., and Choi K.C. 2014c. In vitro antifungal, probiotic and antioxidant properties of novel *Lactobacillus plantarum* K46 isolated from fermented sesame leaf. *Annals Microbiology*. 64:1333-1346.
- 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 : April 28, 2017 | Revised : November 13, 2017 | Accepted : November 13, 2017)