



미각센서를 이용한 산양발효유의 저온저장 중 풍미분석

양아름 · 김완섭*

한경대학교 동물생명환경과학과

Taste Analysis of Fermented Goat Milk during Cold Storage using an Electronic Tongue

A-Reum Yang and Woan-Sub Kim*

Dept. of Animal Life and Environmental Science, Hankyong National University, Anseong, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the fermentation forms of goat milk, and the changes in the flavor of goat milk fermented using single and mixed strains of commercial *Lactobacilli* during storage. The mixed strains reached a lower pH more quickly than the single strains. The mixed strains also had higher rates of *Lactobacillus* proliferation. The tastes detected in sensory tests can differ depending on the skill levels of the panel, making it difficult to obtain reproducible and objective data when numerous samples are analyzed. Therefore, we measured changes in flavor during storage using taste sensors. The taste sensors measured diverse flavor changes in goat milk fermented using single strains and mixed strains. Notably, this study is the first in our country to measure changes in the taste and composition of fermented milk during cold storage using taste sensors. This work could have great value for the maintenance and monitoring of dairy products within their expiration dates.

Keywords

goat milk, yoghurt, electronic tongue, lactic acid bacteria

서론

산양유의 성분 중에는 우수한 특성을 가지고 있다. 산양유의 단백질은 우유보다 알레르기를 덜 일으킨다고 보고된 연구들도 있어 알레르기 환자에게 우수한 영양소의 공급원으로 인식되고 있다(Richardson and Creamer, 1975; Jenness, 1980; Restani *et al.*, 1999). 산양유는 지질 중에 특히 단쇄지방산(C4~C6)과 중쇄지방산(C8~C12)이 많이 함유되어 있다(Jenness, 1980). 따라서 소화흡수 시 장쇄지방산이 많이 함유된 우유보다 분해 속도가 빨라 지방의 소화가 용이하다(Parkash *et al.*, 1968; Tomotake *et al.*, 2006). 또한 산양유의 중쇄지방산은 콜레스테롤 함량이 낮아 동맥경화와 고혈압을 예방하는 효과를 가지고 있다(Park, 2000; Toral *et al.*, 2015). 산양유의 유당함량은 45 g/L로 우유의 유당함량인 46 g/L과 비슷하지만, 체내에서 유당불내증(lactose intolerance)을 거의 야기하지 않기 때문에, 산양유가 유아들의 이유식뿐만 아니라, 노인의 영양공급원으로서 가치가 인정되고 있다(Jandal, 1996). 더욱이 산양유는 생체 이용률과 흡수율이 좋은 비타민과 미네랄이 다량 함유되어, 우유보다 높은 영양소 흡수율을 보인다(Rutherford *et al.*, 2006). 이처럼 산양유의 우수한 특성을 가지고 있음에도 불구하고, 국내의 산양유 산업은 발전하지 못하고 있는 실정이다. 특히 산양발효유의 개발과 응용은 고령화 사회의

Received: February 21, 2017

Revised: March 22, 2017

Accepted: March 22, 2017

*Corresponding author :
Woan-Sub Kim, Dept. of Animal
Life and Environmental Science,
Hankyong National University,
Anseong, Korea.
Tel : +82-31-670-5122,
E-mail : kimws@hknu.ac.kr

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.

노인층에게 면역 활성화와 영양학적으로 더욱더 중요하게 작용할 것이다.

식품 산업에서 생산되는 다양한 제품들의 경우, 그 특성에 따라 다르고, 똑같은 방법으로 제조한 제품이라도 지역, 유통환경, 생산시점에 따라 품질 유지기간이나 유통기한은 차이가 난다(Choi and Noh, 2009). 요구르트의 품질검사는 물리화학적, 미생물학적 및 관능적 검사로 분류할 수 있다. 물리화학적 검사로는 pH, 적정산도, 점도, 그리고 휘발성 향기성분이고, 미생물학적 검사로는 유산균수이며, 관능적 검사로는 향미, 이취, 조직 등이다(Kwak, 1995). 요구르트는 저장기간 중 유산균수, 물리화학적 변화 및 관능적 변화가 제품의 품질을 저하시키는 요인이 되고 있다. 이 중 관능적 검사는 식품의 맛을 평가하는 유일한 방법으로 있고, 식품의 특성을 측정하는데 있다. 이러한 특성은 소비자의 기호도에 미치는 영향을 결정하여 소비자가 원하는 제품을 개발하는 과정에 있어서 매우 중요한 역할을 담당한다. 하지만 관능검사에 있어서는 패널 선정이 중요한데, 그 이유는 패널의 숙련도에 따라 느끼는 맛이 다르기 때문이다. 따라서 관능검사는 수많은 시료를 분석하는 경우, 재현성이 있는 객관적인 데이터를 얻기 어려운 단점이 있다(Kim *et al.*, 2013). 그러므로 시료의 맛을 나타내는 성분과 센서 간의 감응도를 측정하여, 객관적이고 정량화된 값을 얻을 수 있는 미각센서의 분석이 필요하다. 미각센서는 인간의 혀를 모방한 센서 막을 이용하여 맛을 측정하는 것이 가능한 장치이다. 센서 막은 인공의 지질막으로 구성되어 있고, 성분의 차이에 의해 7종류의 막으로 구성되어 있다. 센서 막은 센서 표면에 부착되어 있고, 이들 센서 막을 시료용액에 담그는 것에 의해 인간과 똑같은 인공지질막의 전위차의 변화가 일어난다. 이 변화량의 값을 컴퓨터가 처리하는 것에 의해 식품의 맛을 표현하는 것이 가능하다.

맛의 평가는 식품을 개발하는 식품업계뿐만 아니라, 의약품업계에 서도 많이 시행되고 있다. 관능평가단에 의한 맛의 평가는 평가자의 개인차, 상태 및 기분에 의해 많은 영향을 받는다. 따라서 본 연구는, 국내에서 처음으로 미각센서를 이용하여 산양 요구르트 제조 후, 냉장저장 기간 동안 어떠한 맛 성분의 변화가 일어나는지를 평가함으로써 차후 유제품의 소비기한 유지에 대한 자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 균주 및 배양

복합균주 ABT-5(*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteria*)와 YC-380(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*),

그리고 단독균주인 *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SP5는 Chr. Hansen's(Denmark)사로부터 구입하여 실험에 이용하였다. 또한 ABT-B(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*), ABCT-1(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*)는 삼익유가공으로부터 공급받아 실험에 이용하였다. 유산균의 배양은 MRS 배지(Difco, USA)를 사용하였다.

2. 산양유의 분석

산양유는 (주)엠젠으로부터 살균처리된 산양유를 공급받아 실험에 이용하였다. 산양유의 성분은 밀코 스캔(Milko scan FT 6000 Fossomatic 5000, Denmark)으로 분석하였다.

3. 균수, pH 및 산도측정

산양유 300 mL에 각각의 활성화시킨 유산균을 1.5 mL 접종한 후, 37°C incubator에서 호기배양하였다. 4시간마다 배양한 발효유를 골고루 섞어 생균수, pH, 산도 및 생균수를 측정하였다. 배양 중 생균수의 측정은 시료 1 mL를 채취하여 0.1% peptone 용액을 사용하여 10진 희석법에 따라 희석한 후, MRS agar를 이용, pour plate method로 접종하여 37°C 항온기에서 호기배양한 후, 나타난 colony를 계수하였다. pH 값은 pH meter(Horiba, Ltd., Japan)로 실온에서 측정하였으며, 적정산도는 배양 sample을 골고루 섞은 후 10 mL를 취하여 증류수를 동량 첨가하고, 1% phenolphthalein을 2~3방울 떨어뜨린 후, pH 값이 8.3이 될 때까지 0.1N NaOH로 적정하였다. 소비된 0.1N NaOH량은 다음과 같이 lactic acid로 환산하였다.

$$\text{산도} = \frac{a \times f \times 0.009}{10 \times \text{검사시료의 비중}} \times 100$$

a : 0.1N NaOH의 소비량(mL)

f : 0.1N NaOH의 역가

4. 미각센서를 이용한 산양발효유의 맛 분석

산양발효유의 10°C 이하 저장기간 중, 맛 성분변화는 미각센서(TS-5000Z, Japan)를 이용하여 분석하였다. 즉, 산양유 300 mL에 각각의 상업유산균을 1.5 mL 접종한 후, 37°C incubator에서 호기 배양하였다. 배양 종료 후, 산양발효유를 10°C 이하로 냉각하면서 미각센서를 이용하여 신맛(sourness), 쓴맛(bitterness), 떫은맛



(astringency), 뒷맛(aftertaste), 그리고 감칠맛(umami)을 분석하였다. 분석은 저장 당일, 5일, 그리고 10일 후에 맛 분석기의 매뉴얼에 의해서 분석하였다.

결과 및 고찰

본 실험에 이용된 산양유의 성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 산양유의 성분 함량을 보면 단백질 3.06%, 지방 4.06%, 유당 4.25%, 무지고형분이 7.66%를 나타내었다. 산양유 분석결과, 단백질함량은 우유의 일반 성분보다 적었으나, 지방과 유당의 함량은 우유보다 현저히 많이 함유되어 있는 것을 보여주었다.

산양유에 각각의 단일 혹은 복합유산균을 접종하고 배양하면서 측정된 pH 변화는 Fig. 1에 나타내었다. 단일균주인 LB-SP5 균주를 접종한 산양유의 경우, 복합균주를 접종한 다른 산양유들과 다르게 천천히 pH가 떨어지는 것을 알 수 있으며, 복합균주 ABT-B, ABT-5, ABCT-1의 경우, pH는 배양 8시간에 pH 4.5에 도달하였다. 그리고 그 이후 pH가 서서히 감소되었다. 한편, 단일균주인 LB-SP5 균주 배양 22시간에 pH 4.5에 도달하였다(Fig. 1).

Fig. 2는 산양유에서 각각의 유산균 접종 후 산도의 변화를 나타낸 것이다. 단일균주인 LB-SP5 균주를 접종한 산양유의 경우, 다른 복합균주를 접종한 산양유들과 달리 완만하게 산도가 올라가는 것을 알 수 있다. 반면, 복합균주인 ABT-B, ABT-5, ABCT-1균주를 접종한 경우는 배양 4시간 후부터 현저히 산도가 높아지는 것을 보여주고 있다(Fig. 2).

각각의 유산균, 즉 단일균주 그리고 복합균주를 산양유에 접종하여 24시간 배양하는 동안 유산균수의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 단일균주인 LB-SP5는 복합균주인 다른 시험구에 비해 생장이 늦었으며, 배양 48시간에는 다른 시험구와 같은 생균수를 보여주었다. 따라서 LB-SP5를 단독으로 이용하기 위해서는 48시간이 필요하다고 판단된다.

Fig. 4-A는 단독균주와 복합균주를 이용한 산양발효유 제조 후, 맛 성분을 측정된 결과를 나타내었다. 감칠맛(umami)은 YC-380=ABT-5>ABCT-1=ABT-B>Lb-SP5의 순으로 수준 값을 나타내었다. 쓴맛(bitterness)은 ABT-5=YC-380>ABCT-1=Lb-SP5>ABT-B의 순으로 수준 값을 나타내었다. 신맛(sourness)은 YC-380

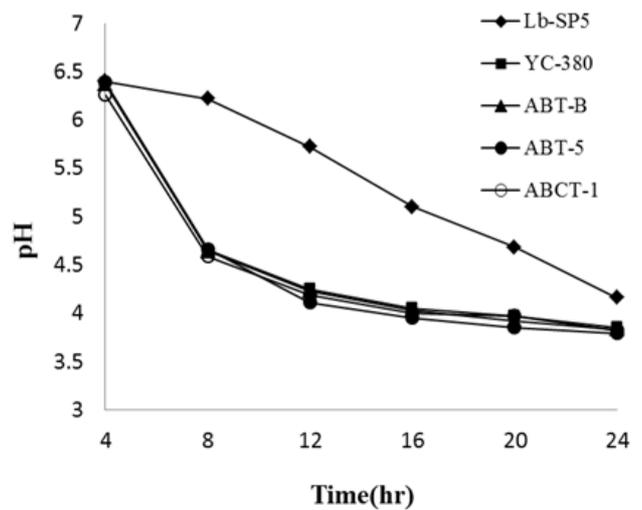


Fig. 1. Changes of pH during the growth of lactic acid bacteria (LAB) in goat milk. Lb-SP5(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SP5), YC-380(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), ABT-B(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*), ABT-5(*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteria*), ABCT-1 (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*).

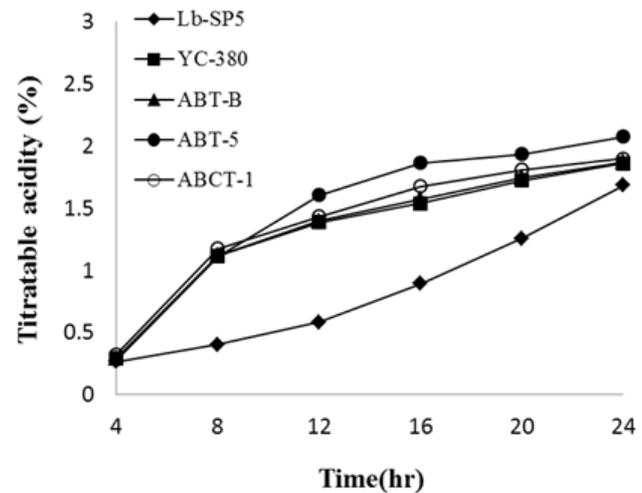


Fig. 2. Changes of titratable acidity during the growth of lactic acid bacteria(LAB) in goat milk. Lb-SP5(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SP5), YC-380(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), ABT-B(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*), ABT-5 (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteria*), ABCT-1(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*).

Table 1. Components of goat milk

| Ingredient | Fat | Protein | Lactose | Solids not fat | Cells | Urea |
|------------|------|---------|---------|----------------|-------|------|
| Content(%) | 4.06 | 3.06 | 4.25 | 7.66 | 9 | 28.5 |

이 높은 수준을 나타내었으나, 나머지 Lb-SP5, ABT-5, ABT-B, 그리고 ABCT-1은 YC-380보다 낮은 수준을 나타내었으며, 나머지 시험구는 ABT-5>ABT-B>ABCT-1>Lb-SP5 순으로 나타내었다. 그리고 뒷맛(aftertaste)의 값은 YC-380>ABCT-1>ABT-5= ABT-B>Lb-SP5 순으로 보여주었다. 한편, 떫은맛(astringency)의 값은 YC-380>ABT-5>ABCT-1>ABT-B>Lb-SP5의 순으로 보여주었다.

Fig. 4-B~F는 단일균주와 각각의 복합균주를 산양유에 접종하여 발효유 제조 후, 10°C에서 저장기간 동안 맛 성분의 변화를 측정된 결과를 보여주고 있다. Lb-SP5로 제조된 산양 발효유의 저장기간 동안 풍미의 변화를 Fig. 4-B에 나타내었다. 감칠맛(umami)은 저장 5일까지 높아지다가 저장 10일에 약간 낮아지는 경향을 나타내었다. 신맛(sourness)과 쓴맛(bitterness)은 저장 5일까지 증가하다가 저장 10일까지 유지되었다. 그리고 떫은맛(astringency)과 뒷맛(aftertaste)은 저장기간이 길수록 증가하는 것을 보여주었다. 복합균주인 YC-380을 접종한 산양발효유의 경우는 Fig. 4-C에서 보는 바와 같다. 감칠맛(umami)은 저장 5일까지 증가하다가, 그 이후 감소하여 저장 10일에는 제조 당일보다 낮은 수준의 감칠맛

을 보여주었다. 신맛(sourness)과 쓴맛(bitterness)은 저장 5일까지 증가하다가 저장 10일까지 유지되었다. 그리고 떫은맛(astringency)과 뒷맛(aftertaste)은 저장기간이 길수록 증가하는 것을 보여주었다.

복합균주인 ABT-5를 이용한 산양발효유의 경우는 Fig. 4-D에서 보는 바와 같다. 감칠맛(umami), 뒷맛(aftertaste), 그리고 신맛(sourness)은 배양 5일까지 증가하다가, 그 후 감소하는 경향을 나타내었다. 떫은맛(astringency)은 저장 10일까지 계속 증가하였으며, 쓴맛(bitterness)은 저장 5일까지 증가하다가 저장 10일까지 유지되었다.

그리고 복합균주 ABT-B를 이용한 산양발효유의 경우는 Fig. 4-E에서 보는 바와 같다. 감칠맛(umami), 쓴맛(bitterness), 뒷맛(aftertaste), 그리고 신맛(sourness)은 저장 5일까지 증가하다가 저장 10일에는 감소하였다. 한편, 떫은맛(astringency)은 저장 10일까지 계속하여 증가하였다.

마지막으로 복합균주인 ABCT-1을 접종한 산양발효유의 경우는 Fig. 4-F에서 보는 바와 같다. 감칠맛(umami), 쓴맛(bitterness), 뒷맛(aftertaste), 그리고 신맛(sourness)은 저장 5일까지 증가하

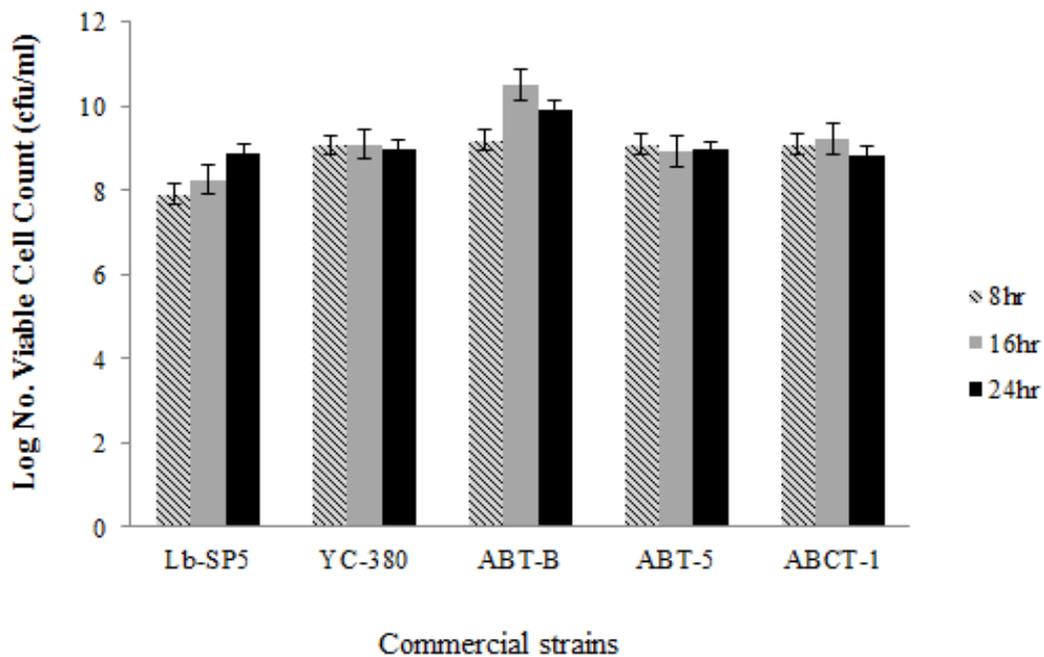


Fig. 3. Changes of viable cell counts during the growth of lactic acid bacteria(LAB) in goat milk. Lb-SP5(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SP5), YC-380(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*), ABT-B(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*), ABT-5 (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteria*), ABCT-1 (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*).

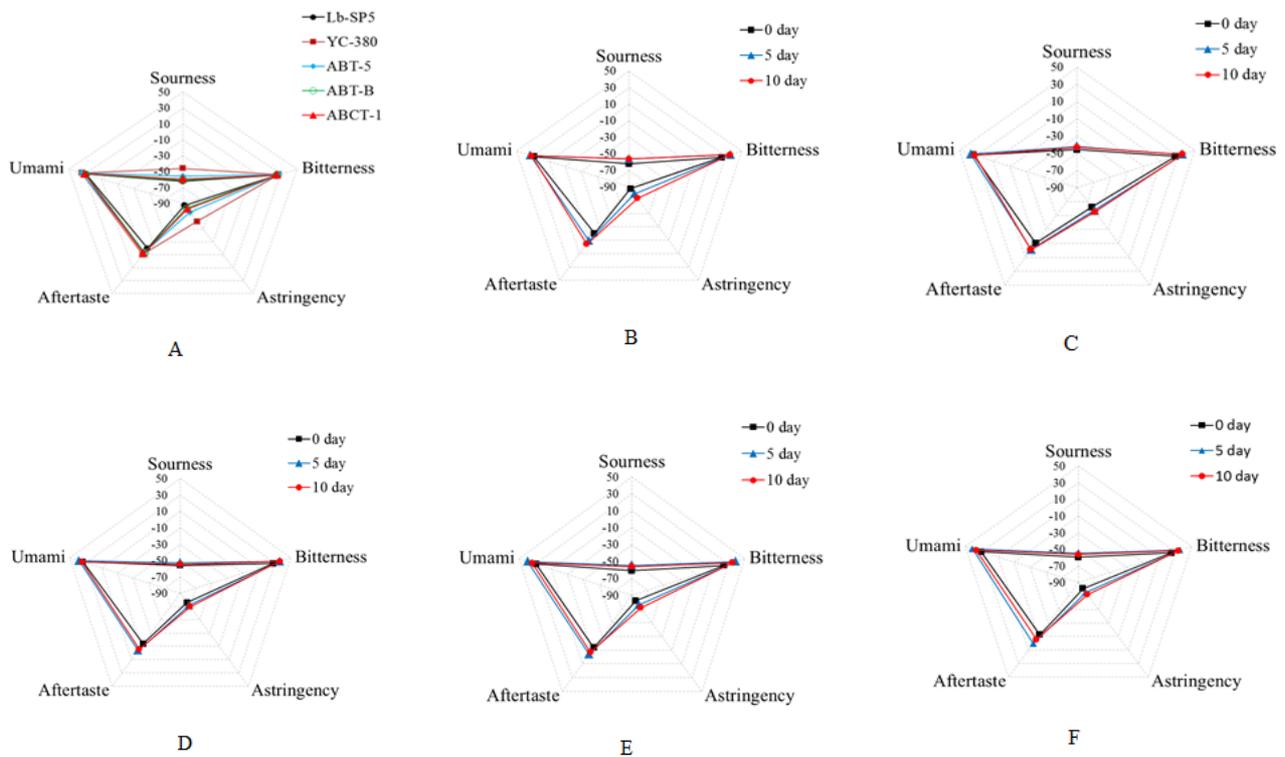


Fig. 4. Changes in organoleptic characteristics of fermented goat milk during the storage(B~F) and after fermentation(A) by using an electronic tongue. B, Lb-SP5(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* SP5); C, YC-380(*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*); D, ABT-B(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus thermophilus*); E, ABT-5 (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacteria*); F, ABCT-1(*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus*).

다가 저장 10일에는 감소하였다. 한편, 떫은맛(astringency)은 저장 10일까지 계속해서 증가하였다. 따라서 복합균주인 ABCT-1은 복합균주 ABT-B와 같은 맛의 변화를 나타내었다.

향기 성분을 측정하는 방법으로는 관능검사, gas chromatography (GC), 그리고 gas chromatography mass spectrometer(GC/MS)를 이용하여 분석하는 방법이 있다. Noh 등(1998)은 관능검사법에 있어서 패널들이 향의 세기나 배합의 차이를 감지할 수 있다는 장점이 있으나, 식품에 대한 기호도나 표현 방법의 차이 등 때문에 객관적인 결과를 원하기는 힘들다고 하였다. 또한 그들은 GC나 GC/MS는 향에 관여하는 성분의 종류와 농도 등의 정확한 수치는 얻을 수 있지만, 사람이 인식하는 식품에서의 각 성분들의 상호작용에 의한 향 특성을 표현해 낼 수 없다는 한계가 있다고 하였다. 따라서 최근 식품분야에서는 전자코를 많이 사용하고 있는 추세이다. 그러나, 아직까지 미각센서를 이용한 식품의 향미성분을 분석한 연구들은 많지 않다. 지금까지의 미각센서를 이용한 연구는 주로 주류 분야에서 활용되어, 수입산 맥주와 국산 맥주들의 맛 특성 분석(Lvova

et al., 2002), 포도와인의 숙성기간 예측(Rudnitskaya *et al.*, 2007), 레드와인의 숙성과정 모니터링(Parra *et al.*, 2006), 국내 시판 증류주의 향미특성 분석(Kim *et al.*, 2016) 등이 있다. 더욱이 미각센서를 이용한 발효유의 향미분석을 한 예는 없다. 이처럼 미각센서는 여러 식품 분야에서 각 식품의 향미성분의 변화와 저장 중 향미의 변화는 관능검사 패널을 대신해 충분한 객관적인 데이터를 산출할 수 있다. 따라서 미각센서를 이용한 유가공산업에서도 체계적이고 과학적인 분석자료 축적이 시급하다고 사료된다.

요약

본 연구는 상업유산균인 단일 균주와 복합 균주를 이용한 산양유의 발효형태와 저장 중 풍미변화를 조사한 결과가 있다. 복합 균주는 단일 균주보다 단시간에 있어서 낮은 pH와 높은 산도를 나타내었다. 또한 복합 균주에서는 유산균 수의 증식 속도도 빠르게 나타내었다. 관능검사는 패널의 숙련도에 따라 느끼는 맛이 다르다. 따라



서 수많은 시료를 분석할 경우, 재현성이 있는 객관적인 데이터를 얻기 어려운 단점이 있다. 더욱이 우리는 미각센서를 이용하여 저장 중 풍미변화를 측정하였다. 미각센서는 단일 균주와 복합 균주를 이용한 산양발효유에 대하여 사용 균주별 다양한 풍미의 변화가 측정 가능하였다. 따라서 본 연구는 국내에서 처음으로 발효유에 있어서 미각센서를 이용하여 저온 저장기간 동안 맛 성분의 변화를 측정할 자료로 있다. 이러한 결과는 차후 유제품의 소비기한 유지에 대한 자료로서 이용가치가 크게 기대되고 있다.

References

1. Choi, J. Y. and Noh, B. S. 2009. Determination of self-life of foods. *Food Sci. Industry*. 42:71-79.
2. Jandal, J. M. 1996. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 22:177-185.
3. Jenness, R. 1980. Composition and characteristics of goat milk: Review (1968-1979). *J. Dairy Sci.* 63:1605-1630.
4. Kim, J. S., Jung, Y. J., Park, E. Y. and Noh, B. S. 2016. Flavor analysis of commercial Korean distilled spirits using an electronic nose and electronic tongue. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48:117-121.
5. Kim, K. H., Park, S. J., Kim, J. E., Dong, H. M., Park, I. S., Lee, J. H., Hyun, S. Y. and Noh, B. S. 2013. Assessment of physicochemical characteristics among different types of pale ale beer. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45:142-147.
6. Kwak, H. S. 1995. Effect of volatile flavor compound on yogurt during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 46:939-943.
7. Lvova, L., Kim, S. S., Legin, A., Vlasov, Y., Yang, J. S., Cha, G. S. and Nam, H. H. 2002. All-solid-state electronic tongue and its application for beverage analysis. *Anal. Chim. Acta.* 468:303-314.
8. Noh, B. S., Ko, J. W., Kim, S. Y. and Kim, S. J. 1998. Application of electronic nose in discrimination of the habitat for special agricultural products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30:1051-1057.
9. Park, Y. W. 2000. Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. *Small Rumin. Res.* 37:115-124.
10. Parkash, S. and Jenness, R. 1968. The composition and characteristics of goat milk: A review. *Dairy Sci. Abstr.* 30:67-102.
11. Parra, V., Arrieta, A. A., Fernandez-Escudero, J. A., Iniguez, M., Saja, J. A. and Rodriguez-Mendez, M. L. 2006. Monitoring of the ageing of red wines in oak barrels by means of an hybrid electronic tongue. *Anal. Chim. Acta.* 563:229-237.
12. Restani, P., Giasch, A., Plebani, A., Beretta, B., Cavagni, G., Fiocchi, A., Poiesi, T., Velona, T., Ugazio, A. G. and Galli, C. L. 1999. Cross-reactivity between milk proteins from different animal species. *Clin. Exp. Allergy.* 29:997-1004.
13. Richardson, B. C., and Creamer, L. K. 1975. Comparative micelle structure: IV. The similarity between caprine α_5 -casein and bovine α_{S3} -casein. *Biochim. Biophys. Acta.* 393:37-47.
14. Rudnitskaya, A., Delgadillo, I., Legin, A., Rocha, S. M., Costa, A. M. and Simoes, T. 2007. Prediction of the port wine age using an electronic tongue. *Chemometr. Intell. Lab.* 88:125-131.
15. Rutherford, S. M., Darragh, A. J., Hendriks, W. H., Prosser, C. G. and Lowry, D. 2006. Mineral retention in three-week-old pignets fed goat and cow milk infant formulas. *J. Dairy Sci.* 89:4520-4526.
16. Tomotake, H., Okuyama, R., Katagiri, M., Fuzita, M., Yamako, M. and Ota, F. 2006. Comparison between holstein cow's milk and Japaness-Saenen goat's milk in fatty acid composition, lipid digestibility and protein profile. *Biosci. Biotech. Bioch.* 70:2771-2774.
17. Toral, P. G., Chilliard, Y., Rouel, J., Leskinen, H., Shingfield, K. J. and Bernard, L. 2015. Comparison of the nutritional regulation of milk fat secretion and composition in cowa and goats. *J. Dairy Sci.* 398:7277-7297.