

시판 유제품을 이용한 자숙 계육의 이취 저감화

정효연 · 김정선 · 노봉수*
서울여자대학교 식품공학과

Reduction of Off-flavors in Steamed Crab Meat Using Dairy Products

Hyo Yeon Jung, Jung Sun Kim, and Bong Soo Noh*

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's university

Abstract The objective of this study was to determine the effect of soaking in dairy products on the reduction of fishy odor in steamed crab meat using a mass spectrometer-based electronic nose. The steamed crab meat was soaked in three different dairy products (whole milk, soymilk, and yogurt) and the changes in the pattern of volatile components were analyzed by discriminant function analysis. The discriminant function first score (DF1) moved significantly from a negative position to a positive direction with an increase in soaking time. This suggested that the intensity of the fishy odor became weaker as soaking time increased. The effect of whole milk on the reduction of fishy odor was better than that of yogurt. The results of this study demonstrate that off-flavors can be reduced using dairy products.

Keywords: electronic nose, dairy product, casein, crab meat, off-flavor

서 론

최근 경제적 발전으로 식생활이 고급화되어 소비자들은 붉은 대게와 같은 고급 수산자원을 많이 요구하고 있다. 붉은 대게의 계육은 어획 후 특별한 가공처리 없이 단순히 증자하여 시판되고 있는데, 어묵형태로 가공된 계육은 녹말과 같은 첨가물이 첨가되어 이취가 저감화된 반면, 단순 증자된 계육제품은 재료 본연의 이취를 가지고 있어 문제가 된다.

수산식품의 이취는 재료 본연의 자연적인 냄새와 사후 세균에 의한 부패과정에서 생기는 냄새, 어육의 불포화지방산의 산화물에 의한 냄새 등에 의해 복합적으로 생성된다(1). 한편 계육의 이취성분에는 벤젠류와 페놀류 같은 방향족화합물인 1,2-dimethyl benzene, phenol, 2-methoxyphenol 등과 pyridine류나 thiazol류 같은 합질소화합물 등이 있으며 이들 물질의 방향성은 식품에 있어서 바람직하지 않다(2,3). 수산식품의 이취는 소비자가 식품을 이용할 때 기호성 측면에서 부정적인 영향을 미치게 되므로 masking 방법, 효소불활성화 방법, 첨가물질과 이취성분의 결합을 이용한 방법 등을 활용하여 이취성분을 제거 혹은 감소시키고자 하는 연구들이 시도되어왔다.

Lee와 Rhee(4)는 유기산의 첨가가 조개젓 비린내를 masking 하는 효과가 있다고 보고하였으나 이는 단백질의 변성으로 인하여 조직감의 변화를 가져올 수 있다. Jung 등(5)은 고등어 제조 시 유자액 첨가가 trimethylamine (TMA)을 masking 하여 비린내를

감소시키는데 효과적이라고 보고하였으나 당도가 높은 유자액의 첨가는 고등어 본래 풍미의 변화를 가져오는 문제가 예상된다. 한편, Min 등(6)이 고전압 펄스 전기장 처리를 통해 토마토주스의 lipoxigenase를 불활성화시켜 이취는 저감시키고 주스 고유의 풍미를 유지한 것은 이취를 발생시키는 효소를 불활성화하여 이취를 저감화 하였다. 하지만, 이러한 방법들은 첨가하는 물질의 향으로 인해 원재료가 가지고 있는 고유의 긍정적인 풍미까지 가릴 수 있다는 문제와 소비자들이 가정에서 쉽게 이용할 수 없는 방법이라는 한계점이 있다.

이러한 masking, 효소불활성화 방법의 단점을 극복할 수 있는 방법에 하나로 첨가하는 물질과 향기성분과의 결합을 유도하는 방법이 있다.

Hong 등(7)이 쌀뜨물을 기준으로 아밀로오스, 녹말, cyclodextrin 등이 TMA와 결합을 통해 이취저감 효과를 나타낸다는 것을 전자코를 통해 증명한 것이 대표적이다. 한편, 단백질과 향미성분과의 결합에 대한 연구도 진행된 바 있는데 Guichard와 Langourieux(8)는 단백질과 향미성분과의 결합관계를 알아보기 위하여 여러 향미성분들을 반응시킨 결과, 베타락토글로불린이 O/W 에멀전에서 향미성분과 소수성 결합을 한다고 보고하였고, Kühn 등(9)은 카세인 중 소수성이 가장 높은 베타카세인이 향기 성분들과 높은 친화력 상수를 갖는다고 언급하였으며 이와 같은 단백질과 휘발성 물질의 결합은 가역적인 소수성 상호 작용, 흡착 등 다양한 강도의 화학 결합을 통해 이취저감 효과를 나타낸다고 알려져 있다.

이처럼 단백질과 향미성분과의 결합에 대한 시도들은 많지만 이러한 원리를 시판 유제품과 수산물에 적용하여 이취저감효과를 전자코와 같은 분석장비를 이용하여 보고된 바는 없다.

식품분야에서 향기성분의 분석은 gas chromatography (GC), GC-mass spectrometry (GC-MS), 관능검사 등을 통해 이루어지고 있는데, 이와 같은 분석법들은 복잡한 전처리 과정과 적합한 컬럼의 선택, 분석 조건 등을 확립해야 하는 문제가 있으며 관능검사의 경우에는 교육을 통해 숙련된 패널이 참여해야 하는 까

*Corresponding author: Bong Soo Noh, Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea
Tel: 82-2-970-5636
Fax: 82-2-970-5977
E-mail: bsnoh@swu.ac.kr
Received February 3, 2015; revised April 3, 2015;
accepted April 7, 2015

다로움과 쉽게 후각이 피로해지는 문제점이 있다(10-12).

이러한 어려움들을 극복한 전자코 분석은 시료의 전처리 과정이 필요 없는 신속하고 간편한 방법으로 GC, GC-MS와 달리 구체적인 성분으로 동정하지 않은 상태에서도 전체적인 패턴분석으로 시료간의 판별이 가능한 방법이라 할 수 있다(13). Mass spectrometer를 바탕으로 한 전자코는 headspace의 조성분리 없이 액체와 고체 시료로부터 휘발성 유기 화합물의 질량 스펙트럼에 따라 그 특성을 나타낼 수 있는 기기이며 다변량 통계분석을 통한 패턴인식방법으로 시료간의 차이를 직관적으로 판별하는데 용이하다.

본 연구에서는 이와 같은 유제품 및 두유와 휘발성 물질의 결합에 의한 방법으로 조리 전 계육을 시간 별로 재워 이취성분의 저감효과 정도를 전자코 분석을 통해 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

시료

계육은 시판 붉은대게 다리살(Daechu enterprise, Uljin, Korea)을 사용하였다. 본 연구는 시판 유제품을 이용하여 가정에서 손쉽게 이취를 저감할 수 있도록 과학적인 근거를 마련하려는 것으로 가정에서 접근할 수 있는 조건 그대로 실험하였다. 시판 유제품으로는 우유(Seoul milk, Youngin, Korea), 두유(Dr. Chung's Food, Cheongju, Korea), 요구르트(Dongwon Dairy Foods, Seoul, Korea)를 마트에서 구입 후, 각 40 mL씩 취하여 자숙 계육 4g씩을 각각 상온에서 1, 5, 10, 20분 침지 처리하였다. 카세인(Casein from bovine milk, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)은 Sigma사에서 구입하여 0.1 N NaOH를 가해 3%로 희석 후 40 mL을 취하여 자숙 계육 4g을 상온에서 5, 20분 침지 처리하였다.

전자코를 이용한 이취성분의 변화 분석

침지 처리가 끝난 시료는 일정한 무게를 가진 물체를 사용하여 동일한 시간 동안 시료 위에 두어 액체를 제거하였다. 이를 0.1 g 칭량하여 vial (La-Pha-Pack® GmbH, Langerwehe, Germany)에 넣은 후 PTFE/silicone cap (Pharma-Fix, Chemmea, Slovakia)으로 밀봉하여 전자코(Smart Nose300, SMart Nose, Marin-Epagnier, Switzerland) 분석을 실시하였다. 전자코 시스템은 시료를 300 rpm으로 교반하며 90°C를 유지했으며 이 때 발생된 휘발 성분은 주입구로 주입되었다. 이때, 주입구 온도는 130°C이며 흘러 보낸 가스는 유속 230 mL의 질소(99.999%)였다. 대조구로는 공기를 주입하여 사용했으며 무처리구는 자숙계육을 시판 상태 그대로 물기를 제거하여 사용하였고 각 시료는 3회 반복 측정하였다. 이 때 사용된 통계 프로그램은 SMart Nose151 statistical analysis software (Version 1.51, THOPAS Soft Creation, Marin-Epagnier, Switzerland)를 사용하였다.

판별함수 분석

본 실험에 사용된 통계방법은 discriminant function analysis (DFA)이다. 전자코의 각각의 channel에서 얻어진 감응도 값은 matrix형태로 기록되었으며 휘발성 냄새성분으로부터 생성되는 10-200 amu의 ion fragment 중, 시료간의 차별성이 높은 20-30개의 fragment (m/z)를 독립변수로 선택하여 판별함수분석을 실시하였고 종속변수에 영향을 주는 독립변수를 검정하였다.

$$DFA=B_0+B_1X_1+B_2X_2+B_3X_3 \dots +B_nX_n$$

DFA는 판별함수 값, B₀는 constant값, B₁는 coefficients를, x_n

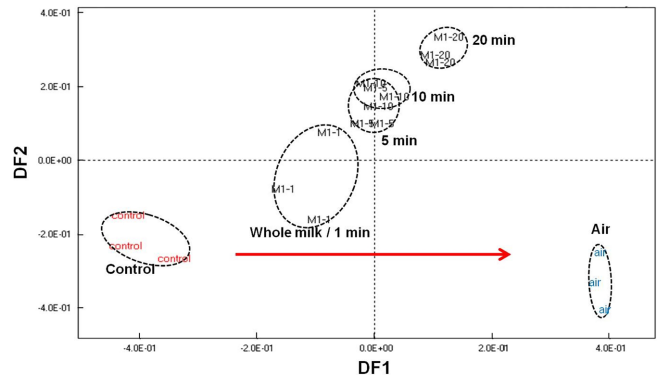


Fig. 1. Discriminant function analysis of the flavor patterns of the steamed crab meat soaked in whole milk for 1, 5, 10 and 20 min.

각각의 amu에서의 감응도를 나타낸다. 독립변수 중 종속변수를 예측할 수 있는 판별함수 값은 DF1, DF2, DF3 …… DF_n으로 나타났다. 여러 독립변수들 중에서 종속변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로 DF1 (discriminant function first score)과 DF2 (discriminant function second score)를 비교하여 각 시료간의 휘발성분의 차이를 전체적인 패턴으로 나타내었다.

x축에 DF1을 y축에는 DF2에 의한 2차원 그래프로 표현하여 시료간의 차이를 구별하였다.

결과 및 고찰

우유의 이취 저감 효과

시판 자숙계육을 우유에 1, 5, 10, 20분 동안 침지한 후 전자코 분석했을 때의 향기 패턴 차이를 Fig. 1에 나타내었다. 수십 개의 ion fragment (m/z) 중에서 40 이하에서 나타난 ion fragment (m/z)는 대부분이 공기 중에 포함된 성분에 해당되어 이를 제외하고 40-100 범위에서 나타난 감응도 값을 대상으로 판별 함수 분석을 실시하였다. 시료 간의 차이를 구분 짓는 판정의 성공률을 r²값으로 나타내고 판정의 영향력을 F값으로 나타내었다. 그 결과 DF1과 DF2의 r²값은 각각 0.9903, 0.9374로 높은 결정계수를 나타내었고 DF1, DF2의 F값은 각각 245.14, 35.95로 DF1 값이 약 8배 가량 큰 것으로 나타났다. 이는 x축에 해당하는 DF1에 의한 영향과 y축에 해당하는 DF2에 의한 영향이 약 8:1의 비율로 시료간의 차이가 주로 DF1에 의해 영향을 받는 것을 뜻한다. 시료 간의 차별성이 크게 영향을 미치는 x축에서 대조구로 사용한 공기는 DF1의 양의 방향에 위치하고 있는 반면 무처리한 시판계육은 DF1의 음의 방향에 위치하여 있어 양의 방향으로부터 음의 방향으로 이동함에 따라 이취 정도가 강함을 나타내었다. 1, 5, 10, 20분으로 반응시간을 달리하여 측정하였을 때 휘발효의 방향으로 즉 DF1값이 양의 방향 쪽으로 위치하는 것으로 보아 침지시간이 길어질수록 이취저감의 효과가 나타나는 것을 알 수 있었다.

두유의 이취 저감 효과

다른 유제품으로 두유를 선택하여 이취 저감 정도를 알아보았다. Fig. 2는 시판자숙계육을 두유에 20분 동안 침지한 후 전자코 분석한 결과이다. DF1, DF2의 r²값은 각각 0.9970, 0.9805로서 높은 결정계수를 나타내며 x축의 F값이 801.18이고 y축은 120.44로 F값이 약 7배 차이를 보이며 DF1에 의하여 저감 정도가 구분됨을 알 수 있었다. 두유와 자숙계육간의 반응시간이 길어질수록

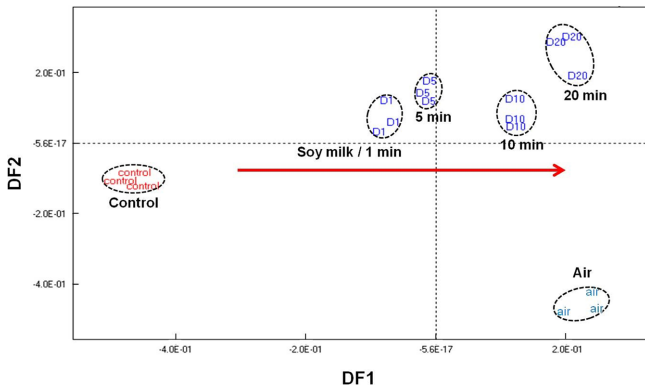


Fig. 2. Discriminant function analysis of the flavor patterns of the steamed crab meat soaked in soy milk for 1, 5, 10 and 20 min.

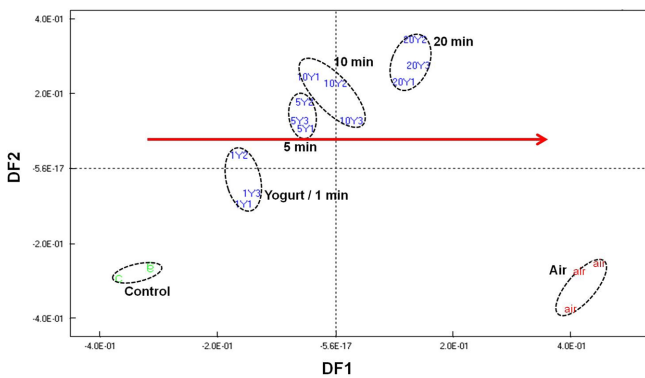


Fig. 3 Discriminant function analysis of the flavor patterns of the steamed crab meat soaked in yogurt for 1, 5, 10 and 20 min.

록 화살표의 방향으로 DF1이 음의 방향으로부터 양의 방향 쪽으로 이동하여 위치하는 것을 알 수 있었다. 즉, 두유와의 반응 시간이 길어질수록 이취가 나지 않는 공기를 측정 한 값에 가깝게 나타났으며 반응 시간이 짧을수록 저감효과가 나타나지 않아 이취가 강하게 남아있는 무처리 시판계살을 측정 한 값에 가깝게 측정되었다. 이를 통해 두유도 상대적으로 이취 저감 효과가 있음을 알 수 있었다. 이는 Heu 등(14)이 연어 frame의 추출물 추출에 연어 frame을 두유에 침지시키는 전처리 과정이 비린내를 개선하는데 효과가 있었고 이는 두유와 연어 frame의 휘발성 비린내 성분이 결합하여 휘발을 억제 한 것으로 판단된다는 결과와 유사하게 나타났다.

요구르트의 이취 저감 효과

우유와 두유 이외에 다른 유제품인 요구르트를 사용하여 20분간 시판계살과 반응시킨 후 전자코로 분석한 결과를 판별함수분석하여 나타낸 것이다(Fig. 3). DF1의 r^2 값은 0.9934, DF2의 r^2 값은 0.9637로서 높은 결정계수를 나타내며 DF1에 의하여 구분되었다.

다른 유제품의 결과와 마찬가지로 화살표의 방향으로 반응 시간이 길어질수록 이취가 나지 않는 공기를 측정 한 값의 방향으로 이동하는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 요구르트에 침지한 반응 시간이 길어질수록 이취 저감 효과가 커지는 것을 확인할 수 있었다. 계살을 유제품에 침지하였을 때 향기성분이 공기의 방향으로 이동하는 것으로 보아 유제품의 단백질이 계살의 비린내 성분과 소수성 결합하여 비린내 저감효과를 가져온 것으로 추측된다.

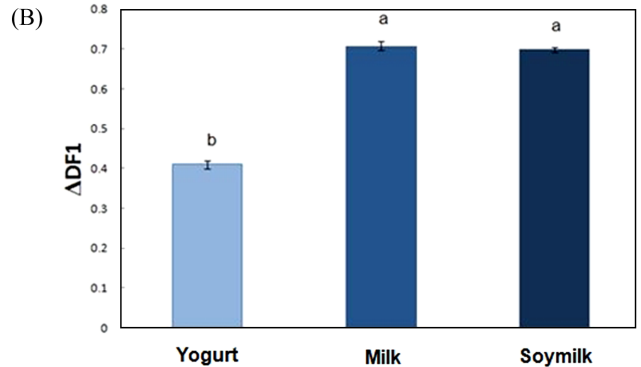
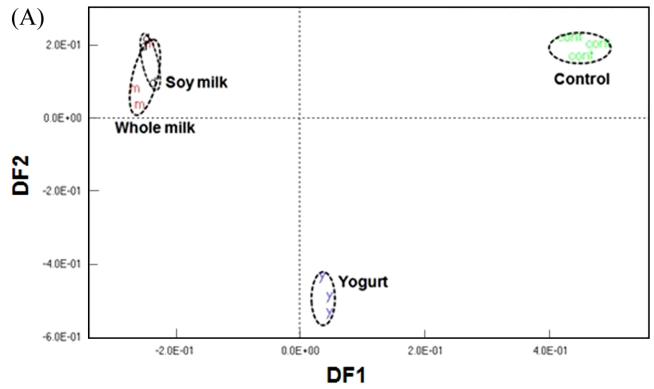


Fig. 4. DFA plot of the obtained data from electronic nose for flavor patterns of the steamed crab meat in yogurt, milk and soy milk for 20 min (DF1: $r^2=0.9984$, $F=1661.40$; DF2: $r^2=0.9694$, $F=84.44$) (A), The difference of DF1 between control and steamed crab meat soaked in yogurt, milk and soy milk for 20 min (B). Average±SD ($n=3$) with different letters are significantly different at 5% level.

또한 반응시간이 짧을 때는 DF1의 음의 방향인 무처리한 시판계육을 측정 한 값에 가깝게 측정 되었는데 이는 계살의 이취 성분과 우유의 단백질이 반응시간이 부족하여 아직 결합이 이루어지지 않았으나 반응시간이 증가함에 따라 이취성분과의 결합이 증가하여 이취 저감화 효과가 큰 것으로 생각된다. 이와 같은 결과는 Hong 등(7)이 비린내 성분인 트리메틸아민에 쌀뜨물을 처리하였을 때 반응시간이 증가함에 따라 결합이 많이 이루어져 트리메틸아민의 양이 감소하여 이취 저감화 효과를 가져왔다고 보고한 결과와 유사하게 나타나 이취물질과의 결합반응이 이루어지고 있음을 알 수 있었다.

우유, 두유, 요구르트의 저감효과 비교

우유, 두유, 요구르트의 효과를 비교하기 위하여 반응시간 중 이취제거 효과가 가장 크게 나타난 20분을 선택하여 각각의 유제품에서 20분간 반응시킨 결과를 판별함수분석하여 나타낸 것이다(Fig. 4A). DF1과 DF2의 비가 약 20배로 나타나 DF1에 의해서 비교적 뚜렷하게 구분되는 것을 알 수 있었다. DF1의 음의 방향으로 우유, 두유가 가장 멀리 위치하였고 요구르트는 상대적으로 DF1의 양의 방향에 위치한 무처리구에 가깝게 나타난 것을 볼 수 있었다. 즉, 우유와 두유가 요구르트에 비해 이취저감 효과가 큰 것으로 나타났다. Fig. 4B는 DF1값을 나타내는 x축의 위치 값에서 무처리구의 값을 뺀 DF1을 절대값($DF1_{n}-DF1_{control}$)으로 나타낸 2차원 막대그래프로 무처리구를 대조구로 하여 무처리구의 DF1값과 20분 동안 침지한 시료의 DF1값의 차

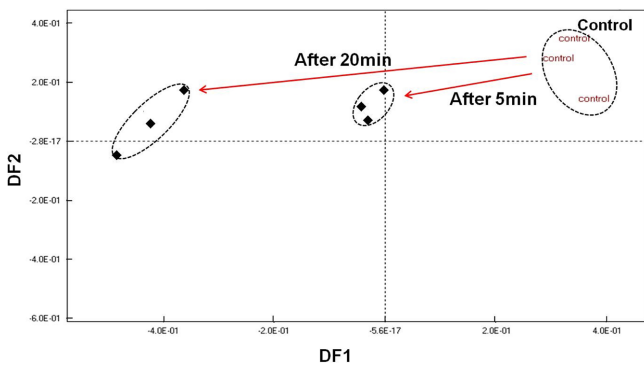


Fig. 5. Discriminant function analysis of the flavor patterns of the steamed crab meat soaked in 3% casein for 5 and 20 min.

이를 이용하여 각각의 유제품에 따른 이취감소정도를 보여준다.

우유, 두유에 20분 동안 침지시킨 계살의 DF1값이 요구르트에 비해 유의적으로 높게 나타난 것으로 보아 우유, 두유가 이취저감 효과가 큰 것을 알 수 있었다($p < 0.05$). 이는 요구르트의 물성이 반고체성이기 때문에 액체인 우유, 두유보다 지속계살의 향기 성분과 반응할 수 있는 표면적이나 접촉기회가 상대적으로 적기 때문으로 생각된다.

카세인의 이취 저감 효과

두유의 콩 단백질 보다는 우유 단백질인 카세인, β -lactoglobulin 등의 단백질이 비린내 휘발성분과 결합하여 masking이 되는 연구가 발표된 바 있어 카세인만을 선택하여 지속계살을 침지하였다(Fig. 5). Fig. 5는 시판 지속계살을 카세인 3% 용액에 시간을 달리하여 5, 20분 침지한 후 전자코 분석한 결과이다. DF1의 r^2 값은 0.9817, DF2의 r^2 값은 0.9225였으며 x축의 F값은 y축의 F값의 약 4배인 142.80으로 x축인 DF1에 의하여 반응시간이 구분되었다. 무처리한 시판계살은 DF1의 양의 방향에 위치하고 화살표의 방향으로 반응시간이 증가함에 따라 DF1의 음의 방향으로 위치하며 무처리한 시판계살의 향기성분과 구분되는 것을 볼 수 있었다. 앞의 결과에서는 음의 방향에서 양의 방향으로 이동한 것과는 반대로 양의 방향에서 음의 방향으로 이동한 것은 상대적인 차이만을 관찰한 것이기 때문에 처리구에 따라 달라질 수 있다. 반응시간이 20분일 때가 반응시간이 5분일 때에 비해 이취가 적게 나는 위치로 이동한 것으로 보아 유제품에서의 결과와 마찬가지로 카세인이 계살의 이취성분과 반응하여 이취를 감소시키는 효과가 반응시간에 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 이를 통해 우유의 단백질 성분이 계살의 이취성분과 결합하여 이취 저감에 효과가 있는 것으로 생각된다. 이는 카세인이 소수성 향기성분과의 결합에 이용될 수 있다는 이전의 연구 결과와 일치한다(15).

Guichard와 Langourieux(8)는 단백질인 베타락토글로불린과 향기성분의 hydrophobicity와 affinity chromatography로 결합상수를 측정하였을 때 단백질의 소수성 부분이 향기성분과 반응하여 소수성 결합에 의해 향기 성분이 감소하였다는 결과와 유사한 결과를 나타냈으며 또한 Joaquin 등(16)이 4% milk protein concentrate가 으갠 청어의 이취성분들과 결합하여 이취성분의 휘발을 감소시키는데 효과가 있다고 보고된 결과와 유사하게 나타났다. 결론적으로 전자코 분석을 통해 우유의 단백질 성분과 이취성분이 결합하여 이취 저감 효과가 있는 것을 확인하였다. 소비자 기호도 검사는 지속계살의 비린내가 강하여 코를 쉽게 피로하게 하

기 때문에 객관적인 검사가 불가능하다고 생각되어 배제하였다. 향후 진행되는 연구에서는 계살의 이취성분들과 겔표면 소수성 정도가 각기 다른 다양한 종류의 단백질 결합을 측정하여 이취 저감효과가 있는지 추측할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

지속 계살을 우유, 두유, 요구르트, 카세인에 침지하여 유제품의 이취 제거효과를 전자코를 이용하여 비교 분석해보았다. 우유와 지속 계살의 반응시간이 길어질수록 이취저감 효과가 나타나는 것을 알 수 있었고 두유, 요구르트와의 반응에서 또한 비슷한 경향으로 나타났다. 우유, 두유, 요구르트의 효과를 비교하기 위하여 2차원 막대그래프로 표현하여 나타내었을 때 요구르트에 비해 우유와 두유에서 이취 저감화 효과가 큰 것으로 나타났다. 또한 유제품의 주요 단백질 성분인 카세인과 반응에서 비슷한 경향을 나타내었다. 이는 지속 계살의 이취 성분이 유제품의 단백질과 결합하여 이취제거 효과가 나타났을 것으로 예상된다. 이를 토대로 일반가정에서 활용되고 있는 우유에 생선 및 계살을 제거 비린내를 제거하는 방법의 효과를 과학적으로 입증할 수 있을 것으로 여겨지며 가정에서 손쉽게 유제품을 활용하여 이취저감이 가능할 것이고 지속계살의 품질관리 및 조리에 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

2015년도 서울여자대학교 교내 연구비에 의해서 수행되었음을 감사드립니다.

References

- Steiner-Asiedu M, Julshamn K, Lie O. Effect of local processing methods (cooking, frying and smoking) on three fish species from Ghana: Part I. proximate composition, fatty acids, minerals, trace elements and vitamins. *Food Chem.* 40: 309-321 (1991)
- Vejaphan W, Hsieh TCY, William SS. Volatile flavor components from boiled crayfish (*Procambarus clarkii*) tail meat. *J. Food Sci.* 53: 1666-1670 (1988)
- Cha YJ, Cadwallader KR, Baek HH. Volatile flavor components in snow crab cooker effluent and effluent concentrate. *J. Food Sci.* 58: 525-530 (1993)
- Lee YE, Rhee HS. Effect of organic acids on suppression of fishy odor in salted clam pickle. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14: 6-10 (1982)
- Jung BM, Chung GH, Jang MS, Shin SU. Quality characteristics of citron treated mackerel oil and fillet during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 574-579 (2004)
- Min S, Min SK, Zhang QH. Inactivation kinetics of tomato juice lipoxygenase by pulsed electric fields. *J. Food Sci.* 68: 1995-2001 (2003)
- Hong EJ, Son HJ, Kang JH, Noh BS. Analysis of binding trimethylamine with rice-washed solution using electronic nose based on mass spectrometer. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 509-514 (2009)
- Guichard E, Langourieux S. Interactions between β -lactoglobulin and flavour compounds. *Food Chem.* 71: 301-308 (2000)
- Kühn J, Considine T, Singh H. Interactions of milk proteins and volatile flavor compounds: implications in the development of protein foods. *J. Food Sci.* 71: R72-R82 (2006)
- Hodgins D, Simmonds D. Sensory technology for flavor analysis. *Cereal Food. World* 40: 186-191 (1995)
- Wilkens WF, Lin FM. Gas chromatographic and mass spectral analyses of soybean milk volatiles. *J. Agr. Food Chem.* 18: 333-336 (1970)

12. Vincent D. Electronic nose: Principle and application. *Nature* 402: 351-352 (1999)
13. Hong EJ, Kim KH, Park IS, Park SY, Kim SG, Yang HD, Noh BS. Analysis of flavor pattern from different categories of cheeses using electronic nose. *Korean J. Food Sci. An.* 32: 669-677 (2012)
14. Heu MS, Park SH, Kim HS, Kim HJ, Han BW, Ji SG, Kim JG, Yoon MS, Kim JS. Improvement on fish odor of extracts from salmon frame soaked in soybean milk. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 223-230 (2008)
15. Swaisgood HE. Chemistry of the caseins. pp. 63-110. In: *Advanced Dairy Chemistry-1: Proteins*. Fox PF (ed). Elsevier Applied Science, London, UK (1992)
16. Joaquin HJF, Tolasa S, Oliveira ACM, Lee CM, Lee KH. Effect of milk protein concentrate on lipid oxidation and formation of fishy volatiles in herring mince (*Clupea harengus*) during frozen storage. *J. Agr. Food Chem.* 56: 166-172 (2008)