

동물성 지방 대체재로 첨가된 액상 재료에 따른 식물성 고기의 이화학적 특성 및 관능검사

김홍균 · 배준환 · 위기현 · 김효태 · 조영재* · 최미정*

건국대학교 축산식품생명공학과

Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of Meat Analog Mixed With Different Liquid Materials as an Animal Fat Substitute

Honggyun Kim, Junhwan Bae, Gihyun Wi, Hyo Tae Kim, Youngjae Cho*, and Mi-Jung Choi*

Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

Abstract

In this study, the physical and sensorial properties of the meat analog were studied for the purpose of improving sensory preference and mimicking animal meat. The meat analog was made with different types of liquid materials such as oil, water, lecithin, polysorbate 80, or the emulsion of these components. At the aspect of density, the sample mixed with oil was higher than the sample mixed with water. Cooking loss value was higher at the sample with water than the sample with oil and this was the result opposite to the liquid holding capacity analysis. Also, texture profile analysis result showed that the samples with medium chain triglycerides (MCT) oil only showed the highest values in all attributes except for adhesiveness. Principal component analysis was carried out to analyze sensorial properties and it showed that the overall acceptance was high when the juiciness and softness increased. This result was highly related with the addition of emulsion. Therefore, emulsion technology can be a good candidate for improving the quality of meat analog and for mimicking the taste of animal meat.

Key words: meat analog, medium-chain triglycerides, emulsion, principal component analysis, sensory evaluation

서 론

생활의 안정과 소득 증대로 인하여 육류 소비는 꾸준히 증가하고 있다. 하지만 동물성 단백질을 생산하기 위해서 6배 많은 식물성 단백질을 소비하고, 온실가스 배출량 증가 등의 환경적 악영향이 문제가 되고 있다(Pimentel, 2003; Krintiras et al., 2016). 건강적 측면에서도 동물성 고기는 포화지방과 콜레스테롤을 다량 함유하고 있어, 비만, 고혈압, 심혈관계 질환 등을 야기 할 수 있다(Moon et al., 2008; Ozvural & Vural, 2008). 최근 가장 큰 문제로 되고 있는 축산물로 인한 환경오염 방지를 위해 식물성 고기 개발 및

세포주를 이용한 합성 단백질 고기 생산에 대한 연구가 진행되고 있다(Vries & Boer, 2010; Mark, 2012; Herrero et al., 2016). 이 중에서도 동물성 단백질을 대체하기 위해 식물성 단백질을 기반으로 식감, 질감, 맛, 색상 및 냄새가 고기와 유사한 식물성 대체고기 제품에 대한 관심이 증가하고 있다(Hoek et al., 2011). 하지만 아직까지 육류의 대체물로서 소비자에게 인식되어 있지 않고, 유사 근섬유로서의 특성이 부족하여 고기와 다른 질감을 가지고 있기 때문에 고기로 기대한 소비자의 호감도가 떨어지는 것이 문제점을 알려져 있다(Hoek et al., 2011; Hoek et al., 2013).

식물성 대체 고기의 기호도가 떨어지는 가장 큰 이유는 동물성 고기가 가지고 있는 지방과 풍미의 부족으로, 이를 위해서 지방(기름)에 대한 연구가 진행되고 있으며, 이러한 식물성 대체고기 제품에 사용되는 기름은 대부분 식물성 기름으로 Medium-chain triglycerides (MCT) oil로 알려져 있다. MCT oil은 caproic acid (C6), caprylic acid (C8), capric acid (C10), lauric acid (C12)의 중간사슬 지방산으로 구성 되어 있으며, coconut oil, palm oil, olive oil 등을 이용하여 생산되고, MCT oil의 가장 큰 특징으로 체내에 흡수되어 대부분 바로 에너지원으로 사용되는 것으로 알려져 병

*Corresponding author: Youngjae Cho, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05029, Korea.
Tel: +82-2-450-3946; Fax: +82-2-450-3726
E-mail: moonjae@konkuk.ac.kr

*Corresponding author: Mi-Jung Choi, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 05029, Korea.
Tel: +82-2-450-3048; Fax: +82-2-450-3726
E-mail: choimj@konkuk.ac.kr

Received February 12, 2019; revised February 21, 2019; accepted February 20, 2019

원의 환자 및 다이어트 용도로도 사용이 되고 있다(Marten et al., 2006). 또한 유화액 상태에서의 MCT oil은 오스트발트 숙성(Ostwald ripening)의 지연 또는 예방을 통해 향미성분의 손실을 줄여주는 역할을 한다고 알려져 있다(Chen et al., 2017).

식물성 고기 개발연구는 대체로 식감을 개선하는 방향으로 연구가 이루어지고 있으며, 특히 육류고기 유사체와 같은 식물성 조직단백(textured vegetable protein, TVP)개발에 집중되어 있다(Lin et al., 2000; Asgar et al., 2010; Dekkers et al., 2018; Geerts et al., 2018). 식물성 조직단백 중에서 콩조직단백(textured soy protein)은 콩에서 지방을 제거하면서 생긴 부산물로 탈지단백 분말 또는 튜브 모양의 막대 모양으로, Archer Daniels Midland에서 1960년대 최초로 개발되었다(Riaz, 2006; Wikipedia, 2019). 콩단백을 활용한 식물성 고기 개발은 국내에서는 콩불고기, 콩소시지, 콩햄, 콩까스 등의 제품이 개발되었고, 국외에는 impossible foods, beyond meat, hampton creek 등의 회사에서 패티, 소세지, 유사고기 형태 등으로 많이 개발되었다. 또한 동물성 고기와 유사한 관능적 특성을 구현하기 위해 콩의 비린내 제거를 위해 콩의 분말과 품종차이에 따른 비교실험도 진행 되었다(Cho et al., 2014; Shin et al., 2014). 하지만 식물성 고기에 액상 재료를 혼합하여 동물성 고기가 지닌 다즙성, 맛과 지방 풍미 구현에 대한 연구는 찾기 어렵다.

따라서 본 연구는 기존 식물성 고기에서 문제가 되는 식감과 다즙성을 개선하기 위하여 식물성 고기를 제조할 때 사용되는 액체 재료를 적용하여 이화학적 특성 및 관능검사를 보다 개선된 새로운 대체 지방을 제작하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 식물성 고기의 재료로 조직대두단백(Textured vegetable protein, TVP, Supromax 5050[®], Supromax 5010[®], Solae do brasil Ind. e Com. de alimentos Ltda., Esteio, Brasil), 결착제(Meatline 2714, Danisco, Copenhagen, Denmark), MCT oil (Liquid coconut oil, Chemrez technologies Inc., Quezon, Philippines), 분리대두

단백(Soy protein isolate, SPI, 90%+ Protein (dry basis) Avention, Incheon, Koera)을 사용하였다. 유화액 제조에 lecithin (from soybean, Samchun, Seoul, Korea)과 polysorbate 80 (polyoxyethylene (20) sorbitan monooleate, Samchun, Seoul, Korea)을 사용하였다.

액상재료 및 유화액 제조

식물성 고기에 혼합한 유화액(emulsion)의 주성분인 액상 재료와 lecithin의 함량의 최적비율을 선행연구를 통해 선정하였다. Polysorbate 80 (polyoxyethylene (20) or tween #80)는 CODEX 국제 식품 규격위원회 자료를 근거로 하여 선정하였으며(CODEX, 2018), 유화액의 안정성 및 권장 농도를 고려하여 지방과 증류수 비율을 3:7로 선정하였다. 유화액은 0.5% lecithin이 혼합된 MCT oil과 3.5% polysorbate 80이 혼합된 증류수를 3:7 (w/w)로 혼합하여 고속 균질기(IKAT25, Digital ULTRA-TURRAX[®], Staufen, Germany)로 2분, 20,000 RPM으로 균질화하였다. 최종적으로 식물성 고기의 혼합비는 Table 1에서 나타낸 바와 같다.

식물성 고기 제조 공정

TVP중량의 5배의 물을 넣고 120분 동안 수화하고, 탈수기(ws-6600, Hanil Electric, Seoul, Korea)를 사용하여 5 min 동안 탈수하였다. 각 시료는 Table 1과 같이 비율에 맞춰서 계량하고, blender (MultiQuick 3 Vario_MQ3145, Braun, Kronberg im Taunus, Germany)로 60초 동안 혼합하였다. 혼합된 반죽 약 19.5 g을 원통형 틀(지름 30 mm, 높이 25 mm)을 이용하여 성형하였다. 성형한 시료는 오븐(M4207, Simfer, Istanbul, Turkey)을 이용하여 180°C에서 7분 동안 조리하고, 상온에서 30분 방냉 하였다.

식물성 고기 절단면 관찰

식물성 고기의 단면은 디지털카메라(α 350, Sony, Tokyo, Japan)로 촬영하여 단면의 특성을 관찰하였다.

가열감량

식물성 고기 시료를 조리하기 전의 무게와 조리 후 30분 방냉한 시료의 무게를 측정하여 계산하였다.

Table 1. The major ingredients of meat analog dough

Samples	TVP (g)	SPI (g)	Binder (g)	Liquid (g)	Lecithin (%)	Polysorbate 80 (%)
Mo	100.0	4.3	3.2	27.8	0	0
MoL	100.0	4.3	3.2	27.8	0.5	0
Wa	100.0	4.3	3.2	27.8	0	0
WaP	100.0	4.3	3.2	27.8	0	3.5
MWS ¹⁾	100.0	4.3	3.2	8.4 : 19.4 (oil : water)	0.5	3.5
Em ²⁾	100.0	4.3	3.2	8.4 : 19.4 (oil : water)	0.5	3.5

¹⁾ MWS, all components were added separately in meat analog.

²⁾ Em, homogenization of MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80 before adding into meat analog.

$$\text{Cooking loss (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

W_1 : weight for dough (g)

W_2 : weight for sample (g)

액체 보유력

본 실험에서는 기존 보수력 측정 방법을 응용하여 측정 과정(Pietrasik & Shand, 2004)에서 빠져나갈 수 있는 수분과 기름을 총칭하여 액체 보유력(liquid holding capacity, LHC)이라 표현하였으면 이를 아래와 같은 방법으로 계산하였다. LHC를 계산하기 위하여 시료에 사용된 액체 총 사용량, 수화된 TVP의 수분함량, 조리 전후 중량을 측정하였으며, 조리된 시료를 4 등분한 후 약 1.9 ± 0.2 g을 멸균거즈가 들어있는 15 mL conical tube에 넣고, 원심분리기(1736R, LaboGene, Daejeon, Korea)를 이용하여 3,000 rpm, 10분, 35°C에서 원심분리 후 시료의 무게를 측정하여 계산하였다.

$$\text{TL (g)} = \frac{\text{LA} + \text{MCDDT}}{\text{TAD}} \times \text{DBC}$$

$$\text{LL (g)} = \text{DBC} \left\{ \frac{\text{CL}}{100} + \left(1 - \frac{\text{SBC} - \text{SAC}}{\text{SBC}} \right) \times \left(1 - \frac{\text{CL}}{199} \right) \right\}$$

$$\text{Liquid Holding Capacity (LHC) (\%)} = \frac{\text{TL} - \text{LL}}{\text{TL}} \times 100$$

TL: total liquid (g)

LL: liquid loss (g)

LA: liquid additive (g)

MCDDT: moisture content of dehydrated textured vegetable protein (g)

CL: cooking loss (%)

TAD: total amount of dough (g)

DBC: dough before cooking (g)

SBC: sample before centrifugation (g)

SAC: sample after centrifugation (g)

TPA 검사

물성검사에 사용한 시료는 조리 후 방냉을 한 시료를 제형하지 않고 texture analyzer (CT3-1000, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. Texture profile analysis (TPA) type으로 deformation는 50%, trigger load는 100 g, test speed는 1 mm/s, Probe는 TA4/1000을 이용하였으며, 처리구 당 10회 반복 측정하였다.

관능검사

본 실험은 식물성 고기의 질감적 관능검사에 대한 정보

를 교육받고 훈련받은 관능검사자 대학원생 12명을 대상으로 실시하였다. 시료로 사용된 식물성 고기는 동일한 온도와 크기로 제공하고, 3자리의 난수를 각 시료에 부여하였다. 항목은 부드러움(Tenderness), 탄력성(Springness), 다즙성(Juiciness), 조밀도(Compactness)에 대한 강도와 기호도를 평가하였으며, 전반적 기호도(Overall acceptance)를 같이 평가하였다. 각 시료에 대한 평가는 7점 척도를 사용하였으며, 강도에서 적다와 약하다는 0점, 많다와 강하다는 7점으로 평가하였고, 기호도는 싫다(0), 좋다(7)로 평가하였다.

통계처리

이화학적 분석결과는 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 24.0 IBM., Chicago, IL, USA)을 통하여 산출하였으며, 시료 간의 차이는 일원 배치 분산분석(one-way ANOVA) 후, 사후검증을 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의적 차이를 검증하였다. 관능검사 결과는 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA)을 사용하여 검사항목의 강도 및 기호도와 시료 간의 관계를 나타냈다. 이화학적 분석, 관능검사 결과와 각 시료 간의 관련성을 분석하고자 부분최소자승법(Partial Least Squares Regression, PLSR)을 활용하였다. 주성분 분석과 부분 최소자승법은 XLSTAT 프로그램(XLSTAT ver. 2018.06. 54124, Addinsoft, New York, NY, USA)을 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

식물성 고기 단면

액상재료를 다르게 한 식물성 고기의 단면을 Fig. 1에 나타내었다. MCT oil만 첨가한 시료의 단면은 다른 시료에 비해 치밀한 조직을 지녔다. 반면, 물만 첨가한 시료와 물과 polysorbate 80가 첨가된 시료는 조직감이 MCT oil만 첨가한 시료에 비해 느슨한 조직 구조를 지녔다. 동물성 단백질은 조리과정 중에 겔 매트릭스를 형성하여 물보다는 지방을 보유하는 경향을 보이는데(Gao et al., 2015; Paglarini et al., 2019), 본 연구에서 사용된 분리대두단백질과 결착제가 이같은 작용을 하여 MCT oil만 첨가한 시료가 더 치밀한 구조를 가지게 되고 물을 첨가한 시료는 조리과정 중의 손실로 인하여 조직이 느슨해진 것으로 보인다.

이화학적 특성

액상재료를 다르게 한 식물성 고기의 이화학적 특성에 대해 Table 2에 나타내었다. 가열감량은 상대적으로 물을 첨가한 시료와 물과 polysorbate 80가 첨가된 시료가 높게 나타나고 있으며, 추가로 수분이 들어가지 않고 MCT oil이 첨가된 시료가 가장 낮은 것으로 나타났다. LHC는 가

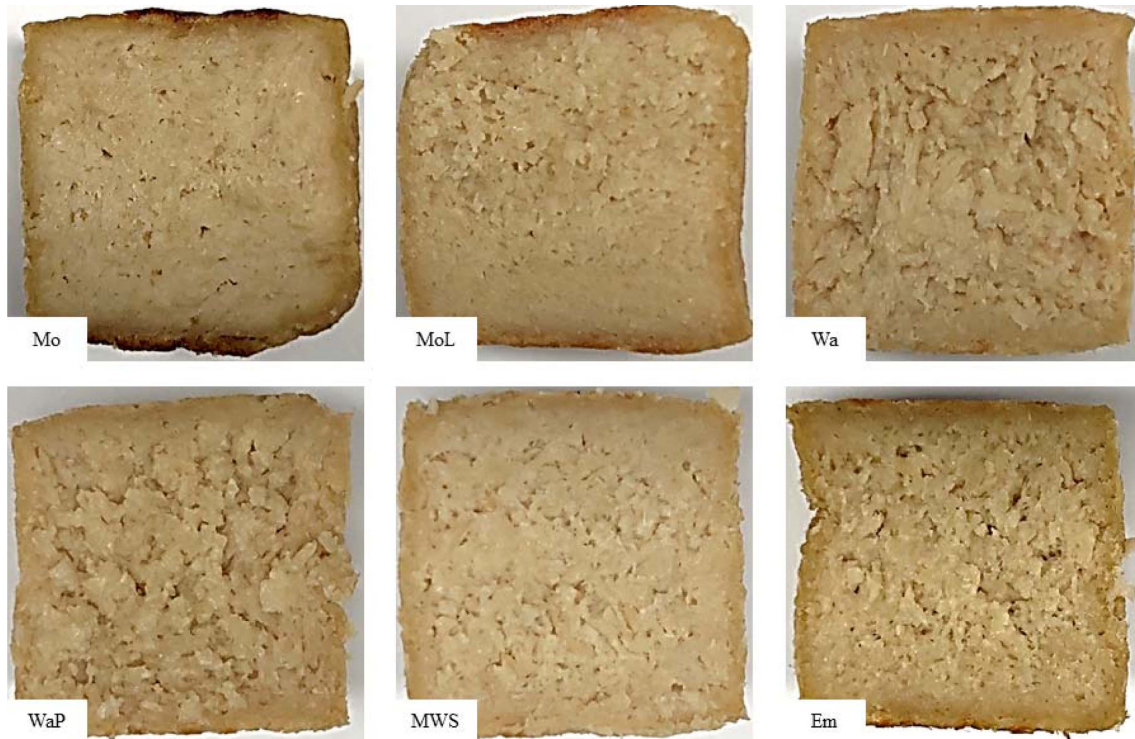


Fig. 1. Cross section of cooked meat analog. Mo, MCT oil; MoL, MCT oil with 0.5% lecithin; Wa, water; WaP, water with 3.5% polysorbate 80; MWS, MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80 added separately to meat analog; and Em, homogenization of MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80.

Table 2. Effects of the treatment on cooking loss, LHC, and TPA of meat analogs

Samples	Cooking loss (%)	LHC (%)	TPA					
			Hardness (g)	Adhesiveness (mJ)	Cohesiveness	Springiness (mm)	Gumminess (g)	Chewiness (mJ)
Mo ²⁾	7.3±0.5 ^{d1)}	74.0±2.8 ^a	5,140.3±318.9 ^a	0.0±0.0 ^a	0.4±0.0 ^a	10.4±0.1 ^a	2,038.1±179.3 ^a	207.8±19.5 ^a
MoL	9.5±0.8 ^c	61.7±4.0 ^b	3,274.5±168.0 ^b	0.1±0.1 ^a	0.3±0.0 ^b	9.7±0.3 ^a	938.4±54.1 ^b	89.6±7.0 ^b
Wa	14.6±1.2 ^a	52.1±4.5 ^c	2,468.0±407.9 ^c	0.0±0.1 ^a	0.3±0.0 ^c	6.1±1.0 ^c	630.9±131.1 ^c	39.0±14.0 ^c
WaP	15.1±1.2 ^a	46.0±2.9 ^d	1,868.4±165.9 ^d	0.1±0.1 ^a	0.2±0.0 ^d	5.5±0.6 ^c	442.0±39.0 ^d	24.1±4.6 ^d
MWS	13.5±1.1 ^b	59.9±0.7 ^b	2,259.4±237.3 ^c	0.1±0.1 ^a	0.3±0.0 ^c	6.9±1.0 ^b	603.2±103.0 ^c	41.8±12.7 ^c
Em	13.8±0.8 ^b	59.7±2.3 ^b	1,926.9±95.3 ^d	0.0±0.1 ^a	0.2±0.0 ^d	5.8±0.7 ^c	413.2±46.4 ^d	23.8±5.4 ^d

¹⁾ Mean±SD.

²⁾ Mo, MCT oil; MoL, MCT oil with 0.5% lecithin; Wa, water; WaP, water with 3.5% polysorbate 80; MWS, MCT oil and 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80 added separately to meat analog; and Em, homogenization of MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80.

^{a-d} The mean value with different superscripts within a column indicates significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

열감량의 결과와 상호 연관되어 있는데, MCT oil을 첨가한 시료가 가장 높게 나타났으며, 물과 polysorbate 80가 첨가된 시료가 가장 낮게 나타나는 것을 확인하였다 ($p < 0.05$). 물과 polysorbate 80을 첨가한 시료, MCT oil과 물에 lecithin과 polysorbate 80을 첨가한 시료, 유화액을 첨가한 시료 간에는 차이가 없는 것으로 나타났다 ($p > 0.05$). 이 같은 결과는 조리과정 중에 손실되는 성분은 대부분 수분으로 그로 인한 중량 감소로 지방함량이 조리 전에 증가하는 경향을 보이기도 하였다(Kim et al., 2010; Zhuang et al., 2016). TPA는 부착성을 제외한 경도, 응집성 탄력성, 점착성, 씹힘성에서 MCT oil을 혼합한 시료가 가장 높았

고, 물과 polysorbate 80을 첨가한 시료와 유화액을 첨가한 시료는 전반적으로 가장 낮은 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). Pagarini et al. (2019)은 소시지 제조에 필요한 지방을 물로 바꿀 경우 경도, 씹힘성, 전단력이 감소한다고 보고하였고, 본 연구와도 일치하였다. 경도, 응집성, 점착성, 씹힘성에서 MCT oil과 lecithin이 혼합된 시료가 MCT oil만 혼합된 시료보다 낮은 값을 보이는 것을 확인하였다. 이와 같은 결과는 lecithin이 지닌 양매성 성질이 단백질 표면의 물과 oil과 결합하여 단백질 간의 교차 결합을 상대적으로 차단하여 단백질 간의 조밀도를 느슨하게 한 결과로 생각되어 진다(Xia et al., 2018). 유화액 제조 후 식물성 단백질

질 matrix에 혼합된 처리구와 유화액 제조에 포함된 동일한 성분을 각각 혼합하여 제조한 시료간의 이화학적 특성 차이는 나타나지 않았다.

관능검사

액상재료를 다르게 한 식물성 고기의 관능검사 결과를 대상으로 주성분 분석(PCA)을 실시하여 Fig. 2와 같은 결과를 도출해 내었다. 제1 주성분(F1)과 제2 주성분(F2)은 각각 57.46%와 28.56%로 나타났으며, PCA 분석결과에 대한 총 설명력은 86.02%로 나타났다. 전반적 기호도와 다즙성과 부드러움의 강도 및 기호도는 제1 주성분의 양의 방향으로 강하게 부하되고 있으며, 탄력성, 경고함의 강도는 제1 주성분의 음의 방향으로 강하게 부하되고 있다. 탄력성, 경고함의 기호도는 제2 주성분의 양의 방향으로 강하게 부하되고 있다.

관능검사 항목 간의 관계는 다즙성과 부드러움의 강도와 기호도 그리고 전반적 기호도 간에는 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며, 이 항목들과 탄력성, 경고함의 강도는 전반적으로 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 관능검사 항목과 시료 간에는 기름을 함량이 높은 MCT oil만 넣은 시료와 MCT oil과 lecithin이 혼합되어 첨가된 시료는 탄력성, 경고함에 대한 강도가 다른 시료에 비해 높은 것으로 나타났으며, 물만 넣은 시료와 물과 polysorbate 80가 첨가된 시료는 뚜렷한 경향성을 보이지는 않는 것으로 조사 되었다. MCT oil과 물에 lecithin과 polysorbate 80을 첨가한 시료, 유화액을 첨가한 시료는 식물성 고기에

혼합한 재료는 같지만 균질화 차이로 인한 영향이 관능검사 영향을 준 것으로 보인다. 유화액이 혼합된 시료는 다즙성과 부드러움의 강도, 기호도 및 전반적 기호도가 다른 시료에 비해 높게 나타나는 것을 확인하였다. 대부분의 소비자는 고기의 부드러운 정도를 고기의 기호도 및 품질을 판단하는 중요한 척도이기 때문에 다즙성 또한 중요한 요소로 알려져 있다(Pietrasik et al., 2013).

분석 결과와 시료 간의 관련성

액상재료를 다르게 한 식물성 고기의 관능검사 결과와 측정된 이화학적 결과 간의 관련성을 알아보기 위하여 PLSR을 실시하였고 결과는 Fig. 3과 같다. 관능검사 결과는 이화학적 분석결과가 합쳐지면서 만들어지는 데이터 간의 관련성에 의해 PCA 결과에 일부 영향을 주었으나 큰 차이를 보이지 않았다. 가열감량과 경도, 응집성 탄력성, 점착성, 씹힘성, LHC는 음의 상관관계를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 관능검사 결과와 이화학적 분석 간의 관계는 가열감량이 증가할수록 다즙성의 강도와 부드러움의 기호도가 다른 결과에 비해 강하게 증가하는 것으로 나타났다. 관능검사로 측정된 탄력성, 경고함의 강도는 부착성을 제외한 TPA 결과로도 평가가 가능한 것으로 확인되었으며, LHC와도 양의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다. 본 연구에 사용되는 식물성 고기의 전반적인 기호도와 관련이 있는 부드러움과 다즙성과 부착성을 제외한 TPA 결과 간의 음의 상관관계가 나타나고 있고, 특히 탄력성과 뚜렷하게 나타나는 것을 확인하였다. PLSR 결과에서 전반

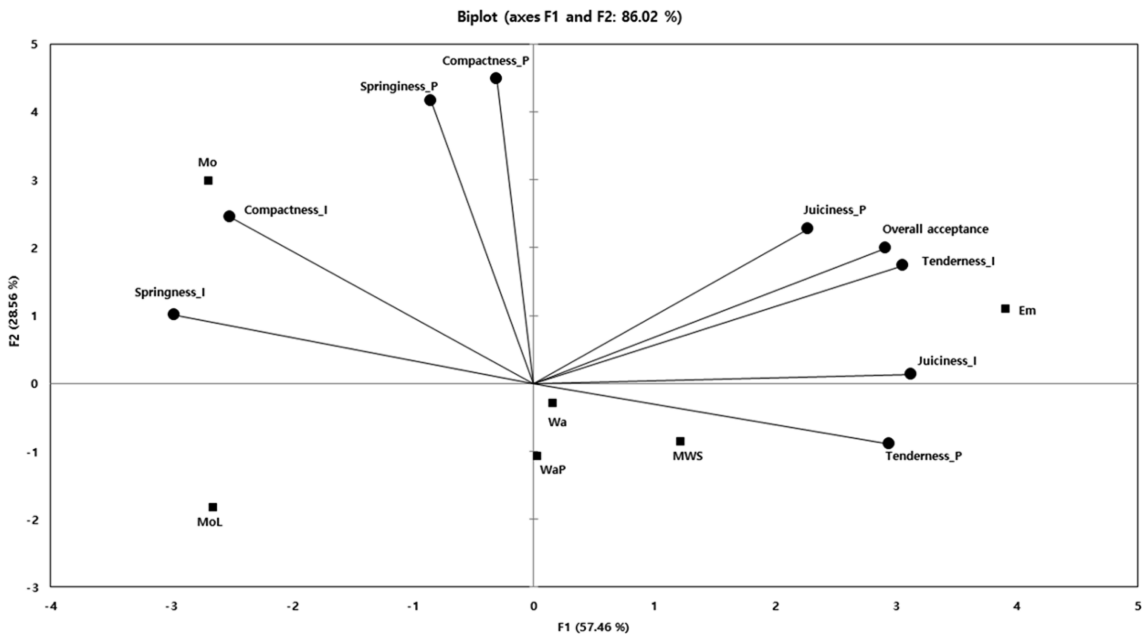


Fig. 2. PCA results indicating the relationship sensory attributes and meat analog samples treated with different ingredients. I, Intension; P, Preference. Mo, MCT oil; MoL, MCT oil with 0.5% lecithin; Wa, water; WaP, water with 3.5% polysorbate 80; MWS, MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80 added separately to meat analog; and Em, homogenization of MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80.

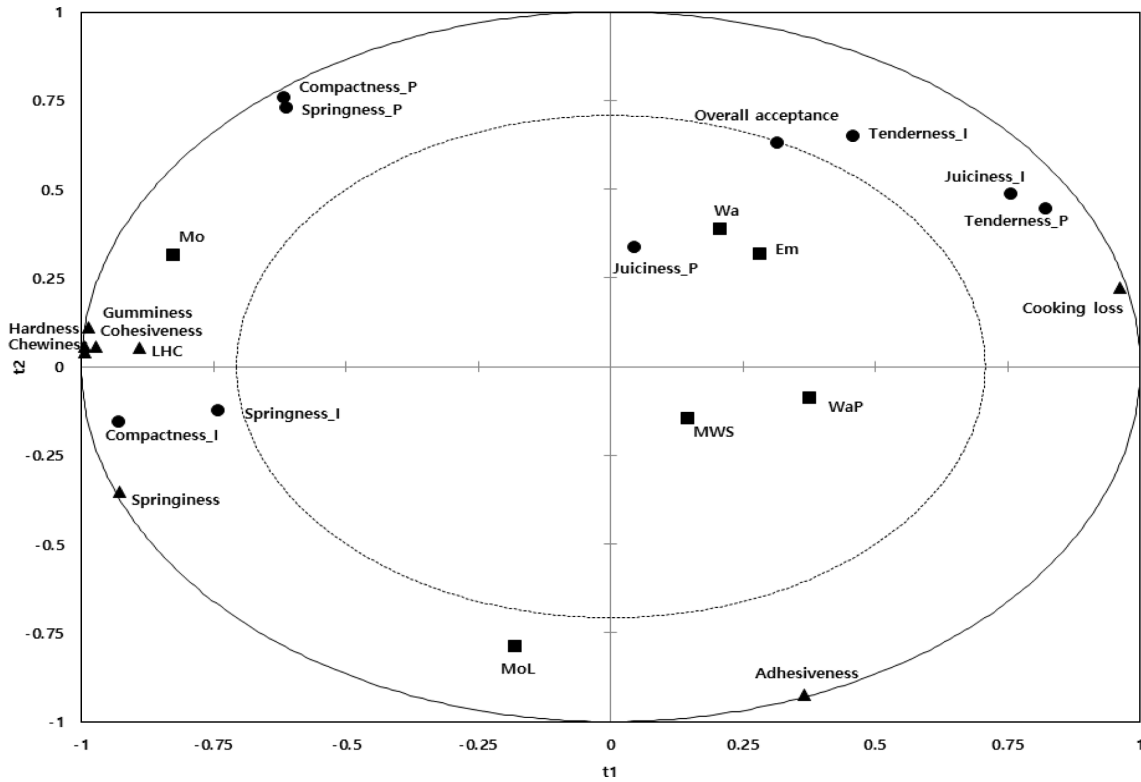


Fig. 3. PLSR results indicating the relationship between sensory attributes and physicochemical property of meat analog samples. I, Intension; P, Preference; Mo, MCT oil; MoL, MCT oil with 0.5% lecithin; Wa, water; WaP, water with 3.5% polysorbate 80; MWS, MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80 added separately to meat analog; and Em, homogenization of MCT oil with 0.5% lecithin and water with 3.5% polysorbate 80.

적인 기호도가 높게 나타난 시료는 물만 넣은 시료와 유화액을 첨가한 시료로 나타났다. Kim et al. (2018)은 조리한 한우고기의 다즙성, 부드러움은 전반적 기호도와 양의 상관관계를 가지며, 이 관능검사항목은 공정과정에서의 발생하는 손실량과는 양의 상관관계, 전단력과는 음의 상관관계를 가지는 것으로 보고하여 본 연구와 일치하였다. 육류 식품의 경우 보수력이 높을수록 다즙성이 좋다고 하였다 (Xue et al., 2017). 하지만 일부 연구에서는 보수력과 다즙성과의 관계가 없다고 보고되고 있다(Hayes et al., 2014). 따라서 추가적인 실험들을 고려해야 할 것이고, 이화학적 특성과 관능적 특성과의 관계를 확인할 필요가 있다.

요 약

현재 본 연구에서 기름, 물 그리고 기름과 물의 혼합형태로 식물성 고기에 혼합하였을 때의 식물성 고기의 물성 및 관능 특성을 비교하고 각각의 결과값과 시료와의 관련성을 비교하였다. 식물성 고기의 단면은 물을 혼합한 물만 넣은 시료와 물과 polysorbate 80가 첨가된 시료보다 기름을 혼합한 MCT oil만 넣은 시료와 MCT oil과 lecithin이 첨가된 시료의 밀도가 높아 보였다. 가열감량은 기름을 넣은 시료가 낮게 물을 넣은 시료가 높게 확인되었으며,

LHC는 반대로 물을 넣은 시료가 높게 기름을 넣은 시료가 낮은 값을 가지는 것을 확인 할 수 있었다. 물성검사는 부착성을 제외한 모든 항목에서 MCT oil만 넣은 시료가 가장 높게 나타났으며, lecithin이 혼합될 경우 경도, 응집성, 점착성, 씹힘성 값이 크게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 관능검사 결과에 대한 PCA 분석에서 시료의 다즙성과 부드러움이 증가할수록 전반적 기호도가 증가하였으며, 유화액을 첨가한 시료가 다른 시료들에 비해 다즙성, 부드러움, 전반적 기호도 모두에서 높은 값을 가지는 것을 확인할 수 있었다. 관능검사와 이화학적 특성에 대한 시료 간의 관련성을 본 PLSR 분석에서 실험에 사용한 시료들은 가열감량이 증가할수록 다즙성과 부드러움이 증가하는 특성을 가지고 있었으며, 부착성을 제외한 경도, 응집성, 탄력성, 점착성, 씹힘성과 LHC와 양의 상관관계를 가지며, 시료의 다즙성과 부드러움과는 반대 경향을 보이는 것을 확인하였다. 본 연구에서는 전체적인 결과값을 확인하였을 때 유화액을 첨가한 시료가 가장 적합한 것을 확인하였다. 하지만 균질화 과정에서 생성된 어떠한 요인 때문에 MCT oil과 물에 lecithin과 polysorbate 80을 첨가한 시료와 유화액을 첨가한 시료의 결과가 차이를 보이는가에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구과제는 농림축산식품부 고부가가치 식품기술개발 사업(IPET) [317040-05]의 연구비 지원에 의해 수행되어 이에 감사드립니다.

References

- Asgar MA, Fazilah A, Huda N, Bhat R, Karim AA. 2010. Non-meat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. *Compr. Rev. Food Soc. Food Safety* 9: 513-529.
- Chen EM, Wu S, McClements DJ, Li B, Li Y. 2017. Influence of pH and cinnamaldehyde on the physical stability and lipolysis of whey protein isolate-stabilized emulsions. *Food Hydrocolloid*. 69: 103-110.
- Cho JH, Kim HR, Kim ID, Lee JD, Shin DH. 2014. Characteristics of soybean meat products prepared using different soybean cultivars. *Food Serv. Ind. J.* 10: 7-24.
- CODEX Alimentarius international food standards. 2018. General standard for food additives. FAO Headquarters. Rome. Italy. p.190-191.
- Dekkers BL, Boom RM, Goot AJ. 2018. Structuring processes for meat analogues. *Trends Food Sci. Technol.* 81: 25-36.
- Gao X, Kang Z, Zhang W, Li Y, Zhou G. 2015. Combination of k-carrageenan and soy protein isolate effects on functional properties of chopped low-fat pork batters during heat-induced gelation. *Food Bioproc. Tech.* 8: 1524-1531.
- Geerts MEJ, Dekkers BL, Padt A, Goot AJ. 2018. Aqueous fractionation processes of soy protein for fibrous structure formation. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 45: 313-319.
- Hayes JE, Raines CR, DePasquale DA, Cutter CN. 2014. Consumer acceptability of high hydrostatic pressure (HHP)-treated ground beef patties. *LWT- Food Sci. Technol.* 56: 207-210.
- Herrero M, Henderson B, Havlík P, Thornton PK, Conant RT, Smith P, Wirsenius S, Hristov AN, Gerber P, Gill M, Butterbach-Bahl K, Valin H, Garnett T, Stehfest E. 2016. Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. *Nat. Clim. Chang.* 6: 452-461.
- Hoek AC, Elzerman JE, Hageman R, Kok FJ, Luning PA, Graaf C. 2013. Are meat substitutes liked better over time? A repeated in-home use test with meat substitutes or meat in meals. *Food Qual. Prefer.* 28: 253-263.
- Hoek AC, Luning PA, Weijzen P, Engels W, Kok FJ, Graaf C. 2011. Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. *Appetite* 56: 662-673.
- Kim H, Lee K, Kim S, Chung H. 2010. Nutritional retention factor of 1⁺ quality grade Hanwoo beef using different cooking methods. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 30: 1024-1030.
- Kim H, Park DH, Hong GP, Lee SY, Choi MJ, Cho Y. 2018. The change in quality characteristics of Hanwoo in home meal replacement products under different cooking and freezing methods. *Korean J. Food Sci.* 38: 180-188.
- Krintiras GA, Diaz JG, Goot AJ, Stankiewicz AI, Stefanidis GD. 2016. On the use of the Couette Cell technology for large scale production of textured soy-based meat replacers. *J. Food Eng.* 169: 205-213.
- Lin S, Huff HE, Hsieh F. 2000. Texture and chemical characteristics of soy protein meat analog extruded at high moisture. *J. Food Sci.* 65: 264-269.
- Marten B, Pfeuffer M, Schrezenmeier J. 2006. Medium-chain triglycerides. *Int. Dairy J.* 16: 1374-1382.
- Mark J. 2012. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. *Meat Sci.* 92: 297-301.
- Moon SS, Jin SK, Hah KH, Kim IS. 2008. Effects of replacing backfat with fat replacers and olive oil on the quality characteristics and lipid oxidation of low-fat sausage during storage. *Food Sci. Biotechnol.* 17: 396-401.
- Ozvural EB, Vural H. 2008. Utilization of interesterified oil blends in the production of frankfurters. *Meat Sci.* 78: 211-216.
- Paglarini CS, Furtado GF, Honório AR, Mokarzel L, Vidal VAS, Ribeiro APB, Cunha RL, Pollonio MAR. 2019. Functional emulsion gels as pork back fat replacers in Bologna sausage. *Food Structure* 20: <https://doi.org/10.1016/j.foostr.2019.100105> (in press).
- Pietrasik Z, Shand PJ. 2004. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Sci.* 66: 871-879.
- Pietrasik Z, Wang H, Janz JAM. 2013. Effect of canola oil emulsion injection on processing characteristics and consumer acceptability of three muscles from mature beef. *Meat Sci.* 93: 322-328.
- Pimentel M. 2003. Sustainability of meat-based and plant based diets and the environment. *J. Clin. Nutr.* 83: 98-112.
- Riaz MN. 2006. Soy application in food. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, pp. 155-184.
- Shin YM, Cho KM, Seo WT, Choi JS. 2014. Quality characteristics and antioxidant activity of soybean meat using heat-treated soybean powder. *J. Agric. Life Sci.* 84: 105-117.
- Vries M, Boer IJ. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livest. Sci.* 128: 1-11.
- Wikipedia. Textured vegetable protein. Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Textured_vegetable_protein. Accessed Feb. 11. 2019.
- Xia W, Ma L, Chen X, Li X, Zhang Y. 2018. Physicochemical and structural properties of composite gels prepared with myofibrillar protein and lecithin at various ionic strengths. *Food Hydrocolloid* 82: 135-143.
- Xue S, Wang H, Yang H, Yu X, Bai Y, Tendu AA, Xu X, Ma H, Zhou G. 2017. Effects of high-pressure treatments on water characteristics and juiciness of rabbit meat sausages: Role of microstructure and chemical interactions. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 41: 150-159.
- Zhuang X, Han M, Kang Z, Wang K, Bai Y, Xua X, Zhou G. 2016. Effects of the sugarcane dietary fiber and pre-emulsified sesame oil on low-fat meat batter physicochemical property, texture, and microstructure. *Meat Sci.* 113: 107-115.