

초임계 추출 Lard를 이용한 Maillard 반응생성물 유래 육류향미제의 향기패턴 및 관능적 특성

문지혜 · 최인욱 · 최희돈 · 김윤숙*

한국식품연구원

Flavor Pattern and Sensory Properties of Meat Flavor Based on Maillard Reaction Products with Supercritical Fluid Extracted Lard Fractions

Ji-Hye Moon, In-Wook Choi, Hee-Don Choi, and Yoonsook Kim*

Korea Food Research Institute, Gyeonggi-do 463-746, Korea

Abstract

We have investigated the effect of lard fraction extracted with supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) on the flavor enhancement of maillard reaction product (MRP) based meat flavors. MRP based meat flavors were prepared with low glutamic acid (Glu) hydrolyzed wheat gluten (NaCl concentration: 7.61%(w/v)), ribose, cysteine, garlic juice powder, protease-digested *Lentinus edodes* powder and lard fractions extracted with SC-CO₂. Lard was extracted with SC-CO₂ at each of three temperatures (40, 60, and 80°C) and at each of four pressures (30, 40, 50, and 60 MPa). Obtained lard SC-CO₂ fractions and MRP based meat flavors with those fractions were analyzed for their total yield, aroma pattern by SMart nose system, and sensorial properties. The extraction yield had no difference as temperature increased from 40°C to 60°C and even decreased at 80°C. However, increase in pressure level at 40°C drastically increased the extraction yield. The aroma patterns of raw lard and lard SC-CO₂ fractions with 30 MPa were significantly discriminated from those of SC-CO₂ lard fractions extracted with higher pressure by SMart nose system. Aroma pattern of MRP based meat flavors with higher pressure extracted lard fractions also showed significant difference through pattern analysis by the SMart nose system. The MRP based meat flavor with lard SC-CO₂ fractions at 50 and 60 MPa were described as less sulfuric, less pungent, and more balanced in roasted meat and sweet attributes from sensory evaluation.

Key words: meat flavor, Maillard reaction, supercritical carbon dioxide extraction

서 론

최근 가공식품의 다양화와 고가의 육류식품 대체라는 측면에서 과거 소비자의 기호충족을 위한 발효조미료인 MSG, 핵산조미료 및 인공 고기향(meat flavor) 같은 식품 향 생산에서 벗어나 천연소재 향미(flavor)에 대한 연구가 요구되고 있다. 이러한 천연반응향료 생산에 있어서 그 주요 가공기술로는 열처리 및 효소작용을 들 수 있는데 특히 Maillard reaction이 중요한 반응으로 활용되고 있다. 이는 유리된 aldehyde group이나 keto group을 가진 환원당 또는 가수분해 되어 환원당을 만들 수 있는 당류와 아미노산, 펩타이드, 단백질 등과 같은 amino group을 가진 질

소화합물이 가열 반응하여 갈색물질을 형성하면서 특유한 냄새를 갖는다(MacLeod and Ames, 1988).

일반적으로 지질 함유식품에서 지질 산화에 의하여 생성된 화합물이 갈변반응의 carbonyl원이 되며 고기 속에 함유된 향미물질들이 가공, 취급 및 열처리를 통하여 산화과정을 거치면서 생성되며 이들이 고기향미 발현에 영향을 준다(Moody, 1983; Mottram and Edwards, 1983). 소고기 향미 물질은 지방의 산화 및 분해과정이나 단백질, 펩타이드, 아미노산, 환원당과 뉴클레오타이드의 열분해 및 상호작용과 티아민의 열분해 등과 같은 작용에 의해 생성된다(MacLeod and Ames, 1988; Werkhoff *et al.*, 1990). 돼지고기 향의 경우 지방분해와 그러한 과정 동안에 이완되는 유리지방산에 의해 생성이 되며(Nawar, 1969), 시스템인과 환원당의 Maillard reaction은 돼지고기와 같은 향미를 생성하는데 중요하다고 알려져 있다(de Roos, 1992).

*Corresponding author: Yoonsook Kim, Korea Food Research Institute, Gyeonggi-do 463-746, Korea. Tel: 82-31-780-9281, Fax: 82-31-780-9281, E-mail: kimyus@kfri.re.kr

또한 lipid와의 Maillard reaction도 황을 포함한 돼지고기와 같은 향미물질을 많이 생성시키는 것으로 보고되고 있다(Greentert, 1990). 지방첨가에 따른 육류향 생성에 대해 시스테인과 리보오스의 Maillard reaction에서 생성되는 향미는 고기향과 함께 황내와 고무향을 나타내었으나 지방첨가시 고기향은 더 강해지고 황내가 확연하게 줄어 든다는 보고도 있었다(Mottram, 1998). 지방 추출 시 유기용매, 증류법을 이용한 추출이 많이 이용되어 왔으나, 이는 잔존용매의 위험성이 있고 열을 가하는 공정이 추가되므로 성분 변성 등의 위험뿐 아니라 산화로 인한 문제점이 있어 경쟁력의 한계성을 나타내고 있다. 반면 초임계 유체 추출법은 유체의 임계점 근방 또는 그 이상의 온도와 압력 하에 유체의 특이적 성질을 이용하여 유용물질을 추출하는 방법으로 비교적 낮은 온도(40-60°C)에서 수행되므로 열에 민감한 천연물질의 분리·정제에 많이 이용되고 있으며, 초임계 유체 추출법은 유기용매 사용으로 인해 야기되는 여러 가지 환경문제를 해결하는데 적합한 추출법이다(Joung *et al.*, 2001; Yoo *et al.*, 2000).

식품의 향기는 개별 휘발성분뿐만 아니라 전체적인 휘발성분의 결합 및 조합에 의해 결정된다. 따라서 aroma성분에 대한 개별적인 정성 및 정량 분석과 함께 종합적인 aroma profiling이 필요하며 시료에서 생성된 휘발성분을 SMart nose를 통하여 새롭게 해석하여 휘발성분의 종합적인 분포 및 profiling 표현이 가능해졌다(Son *et al.*, 2009). 최근 관심을 끌고 있는 SMart nose는 화학 센서가 내장된 것으로 화학 센서가 휘발성 물질과 반응하여 특징적 향기 패턴(fingerprint)을 보여준다. SMart nose는 기존의 MOS 타입의 전자코가 아닌 질량분석기(mass)를 바탕으로 한 전자코로 신속하고 편리한 비파괴적 분석 방법으로 판별분석(discriminant function analysis) 및 주성분 분석(principal component analysis)의 패턴 인식 소프트웨어를 사용하여 시료간의 분별이 가능하다(Kim *et al.*, 2008; Son *et al.*, 2009).

따라서 본 논문에서는 리보오스와 저 glutamic acid 소맥글루텐 산 가수분해물을 기본 기질로 하여 시스테인, 마늘 착즙액 분말 및 프로테아제로 효소처리한 버섯분말을 전구체로 사용하고 초임계 온도와 압력 조건 별로 추출한 lard SC-CO₂ 분획을 첨가하여 육류향을 증강시키고자 하였으며, 반응 육류향료의 향기패턴과 관능적 특성을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 및 시약

본 연구에서 사용한 당은 D-리보오스이며, Sigma Co.(USA)의 제품을 사용하였다. 식물단백 가수분해물은 (주)매일식품(Korea)에서 2009년에 생산된 저 glutamic acid(Glu) 소

맥글루텐 산 가수분해물(low Glu HWG, NaCl 22.30%, Glutamic acid 20.27%)을 사용하였다. 저 Glu 소맥글루텐 산 가수분해물을 저염화 시키기 위하여 evaporator(Rotavapor R-114, BUCHI, Germany)로 감압하면서 최대 농축 volume인 50%(v/v)까지 농축하였다. 농축한 과포화 상태의 저 Glu 소맥글루텐 산 가수분해물을 냉장 온도에서 정치하여 염을 석출시켜 이 용액을 Whatman No. 4 paper로 여과한 후 초기 부피로 증류수를 첨가하였다. 이 때의 저 Glu 소맥글루텐 산 가수분해물의 염도는 7.61%(w/v)였으며, glutamic acid의 함량은 19.37%이었다(Data not shown). 이렇게 저염화한 저 Glu 소맥글루텐 산 가수분해물을 동결건조하여 분말시료로 사용하였다.

시스테인은 Sigma Co.(USA)의 제품을 사용하였다. 마늘 착즙 분말은 마늘을 착즙기로 착즙하여 거르러 거른 후 착즙액을 동결건조하여 사용하였다. 버섯의 효소분해에 사용한 효소는 protease(promod 278P)로 비전바이오켄(Korea)의 제품을 사용하였다. 표고버섯 열풍건조 분말에 5배(w/v)의 증류수를 가수하여 분쇄한 후 0.2%의 protease를 첨가하여 50°C에서 2시간 동안 교반하여 버섯을 효소분해하였다. 이 반응액의 온도를 70°C로 높여서 효소반응을 정지시켰다. 이를 Whatman No. 4 여과지로 여과하여 농축한 후 동결건조를 하여 효소처리 버섯분말을 제조하였으며 이를 MRP의 기질로 사용하였다. 라드(lard)는 (주)롯데삼강(Korea)에서 구입하여 사용하였다.

초임계 추출물 제조

초임계 유체추출장치(SFT-100XW, Supercritical Fluid Technologies, Inc., Newark, DE, USA)를 사용하여 3구간의 추출온도(40, 60, and 80°C)와 4구간의 추출압력(30, 40, 50, and 60 MPa)에서 추출하였다. 본 실험에 사용한 초임계 유체추출장치는 유체 공급에 필요한 고압펌프와 펌프를 제어하는 조절기, 고압 chamber 및 추출물의 수집을 위한 수집부로 구성되어 있다. 초임계 이산화탄소를 이용한 lard의 추출실험은 다음과 같이 수행되었다. 시료 10 g을 100 mL의 추출조에 넣고 일정한 온도와 압력의 추출 조건(Table 1)에서 3시간 동안 추출하였으며, CO₂의 유속은 2 mL/min로 dynamic mode에서 추출하였다. 추출물을 포함하는 초임계 이산화탄소는 추출후에 restrictor를 지나면서 대기압 상태로 배출되었고, 이후 가스 상태의 이산화탄소는 대기 중으로 방출되고 추출된 lard SC-CO₂ fractions은 vial에 포집하였다. 추출시험은 각 조건에서 2

Table 1. Conditions of SC-CO₂ extraction

Extraction conditions	
Temperature (°C)	40, 60, 80
Pressure (MPa)	30, 40, 50, 60
Time (h)	3

회 반복하였고 포집된 lard SC-CO₂ 분획의 무게를 제어 수율(%)로 하였다.

MRP based meat flavor의 제조

리보오스와 저 Glu 소맥글루텐 산 가수분해물을 기본 기질로 하고 시스테인, 마늘 착즙 분말 및 protease로 효소 처리한 버섯분말을 혼합한 후 각각의 초임계 추출 온도와 압력 조건에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획물을 첨가하여 Table 2의 조성으로 배합하였다. 이때 Table 2에서 제시된 배합비는 이전의 연구결과(Moon *et al.*, 2011)에서 도출되었던 천연 육류향 제조에 사용된 반응조합이며, 각각의 선정된 전구체를 위의 배합비로 혼합하여 이를 50 mL 증류수에 용해하여 oil bath(C-WHT, Chang Shin Science Co., Korea)에서 140°C에서 30분간 반응시켜 MRP based meat flavor를 제조하였다.

관능평가

Lard SC-CO₂ 분획물을 포함하는 MRP based meat flavor를 제조하고 단향, 채소향, 고기향, 황내, 느끼한 향, 탄향 및 짠 향의 강도 및 기호도 평가를 9점 척도법을 사용하여 실시하였다. 이때 관능검사의 척도로 사용된 향 특성들은 이전의 연구결과(Moon *et al.*, 2011)에서 천연 육류향 제조를 위한 기본 기질 선정 시 관능요원들에게서 감지되었던 대표적인 향 특성으로 이 향미 profile을 동일하게 사용하기로 하였다. 관능검사요원은 한국식품연구원에 재직 중인 연구원 중 12명을 선발하였고, 이들은 Maillard 반응 유래의 육류향에 대하여 익숙해져 있으며, 각각의 향 특성의 차이를 식별할 수 있도록 훈련되었다. 강도는 전혀 없다(1점), 약하다(3점), 보통이다(5점), 강하다(7점), 아주 강하다(9점)로 평가하였고, 전체적 기호도는 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(3점), 보통이다(5점), 좋다(7점), 매우 좋다(9점)의 9점 척도법으로 평가하였다. 시료는 15 mL glass tube에 시료를 분주하여 50°C oven에서 예열한 후 평가자에게 제공하였으며 이때 시료는 관능검사의 오류를 제거하기 위하여 무작위로 순서를 정하였다.

SMart nose에 의한 향기패턴 분석

초임계 이산화탄소로 추출한 lard SC-CO₂ 분획과 이를

이용하여 제조한 MRP based meat flavor를 SMart nose (SMart nose 200, Marine-Epagnier, Switzerland)를 이용하여 향기패턴을 분석하였다. 시료 1 mL을 넣은 샘플병을 실험 직전 14°C의 향온 tray holder에 저장하였으며, 향기패턴 분석은 샘플 병을 80°C에서 20분 동안 가온하여 생성되는 기체상의 휘발성 화합물을 headspace syringe를 사용하여 향기성분을 채취하여 실시하였다. Tenax가 충전된 inside needle direct extraction (INDEX) syringe (SMart nose, Marine-Epagnier, Switzerland, syringe temperature=110°C)를 사용하여 20번 stroke하여 향기성분을 농축한 후 자동시료채취기가 연결된 SMart nose로 분석하였다. 이 때 질소(99.95%)를 사용하였으며 분당 220 mL의 유속으로 흘러 보냈다. 이 SMart nose는 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments, Switzerland)가 연결되어 있어 휘발성 물질을 70 eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온물질을 사중극자(quadrupole) 질량 필터를 거친 후 특정 질량범위(10-170 amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel수로 사용한다.

공기를 대조구로 사용하여 분석하였고, 초임계 이산화탄소로 2회 반복 추출된 lard SC-CO₂ 분획의 향기패턴을 SMart nose를 이용하여 2회 반복 측정하였다.

통계분석

주성분분석법(PCA, Principal Component Analysis)은 일반적으로 데이터를 처리할 때 사용되는 방법으로, 각각의 성분들의 분리정도를 Discrimination Index로 나타내는 통계 기법이다. SMart nose에서 측정된 향기성분은 각기 다른 channel의 intensity가 matrix형태로 기록되며 이들 중 이온화되어 얻어진 분자들 중 가장 차별성을 높게 표현하는 amu(atomic mass unit)값을 갖는 variables 그룹을 30-35개 선정하여 PCA를 실시하여 상대적인 향기 패턴을 분석 하였다. 이때 사용된 소프트웨어는 SMart nose statistical analysis software(SMart nose, Marine-Epagnier, Switzerland)를 사용하였다.

Lard SC-CO₂ 분획의 수율과 관능평가 결과의 데이터는 SAS(statistical analysis system) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석을 행하였으며 ANOVA 분석 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다. 모든 항목은 2회 반복 실험하여 평균과 표준편차로 나타냈었다.

결과 및 고찰

Lard SC-CO₂ 분획의 특성

추출온도의 변화가 추출 수율에 미치는 영향을 분석하기 위해 고정된 압력(30 MPa)과 세 가지의 온도구간(40°C, 60°C, and 80°C)에서 lard를 시료로 3시간 동안 추출하였으며 추출수율은 Table 3과 같았다. 추출온도에 따른 lard

Table 2. Formula for MRP based meat flavors

Precursors	Amount
Low Glu HWG (NaCl conc.: 7.61%(w/v))	5 g
Ribose	5% ¹⁾
Cysteine	7.7%
Garlic juice powder	6.9%
<i>Lentimusedodes</i> powder digested by protease	2.1%
Lard extracted by SC-CO ₂	1%
Water	50 mL

¹⁾Percent to added Low Glu HWG

Table 3. Total oil yield at different temperatures using SC-CO₂ extraction from lard

Temperature (°C)	Pressure (MPa)	Oil yield (%) ¹⁾
40	30	7.52±0.75 ^{a2)}
60	30	7.29±0.61 ^a
80	30	5.25±0.32 ^b

¹⁾Each value represents mean±S.D. (n=2)

²⁾Values with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

SC-CO₂ 분획의 추출수율은 5.25-7.52%의 범위를 나타내었다. 40°C와 60°C에서 추출한 분획물의 추출 수율은 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 80°C로 온도를 증가시켰을 때 lard SC-CO₂ 분획의 추출 수율은 오히려 저하되는 것으로 나타났다. 이는 초임계 유체에 의한 추출 용해도 측정 시 나타나는 일반적인 현상으로 온도가 증가함에 따라 초임계 유체의 밀도가 감소하고 이로 인해 용질의 용해도가 감소하게 되어 나타나는 현상이다(Kazazi *et al.*, 2007). Chao(1996)는 간 소고기를 초임계 추출하였을 때 물과 지방층이 동시에 추출되었으며 각각의 fraction을 지방과 물로 분리하여 수율을 측정하였을 때 온도증가에 따라 lipid의 수율은 큰 변화를 나타내지 않았으나 물은 SC-CO₂의 용해성으로 인하여 추출온도에 따라 증가하였고 물의 수율 증가 때문에 총 가용 성분의 누적 수율이 증가하였다고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 정제된 lard를 시료로 사용하여 초임계 유체 추출을 수행하여 수분에 의한 영향 없이 온도에 따른 추출 수율에 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 판단되었다.

본 실험에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획은 육류향미제의 제조 시 전구체로 사용되므로 추출 수율이 제품의 경제성에 큰 영향을 미친다. 추출온도 40°C와 60°C 사이에는 추출 수율의 유의적 차이가 없었으므로 에너지 효율적인 측면을 고려하여 낮은 추출온도의 조건을 사용하기로 하였다. 따라서 추출온도를 40°C로 고정하고 압력변화(30-60 MPa)에 따른 lard SC-CO₂ 분획의 추출 수율을 측정된 결과(Table 4), 압력이 30 MPa인 경우 수율이 7.52%인 것에 비하여 40 MPa으로 증가시켰을 때 수율이 63.92%로 향상되는 결과를 얻을 수 있었으며, 이는 더 높은 압력에서 초

Table 4. Total oil yield extracted at different pressures using SC-CO₂ extraction from lard

Temperature (°C)	Pressure (MPa)	Oil yield (%) ¹⁾
40	30	7.52±0.75 ^{c2)}
	40	63.92±5.31 ^b
	50	71.78±1.00 ^a
	60	74.52±0.33 ^a

¹⁾Each value represents mean±S.D. (n=2)

²⁾Values with the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

임계 이산화탄소의 밀도가 증가하였기 때문이다. 반면 추출압력을 40 MPa 보다 높게 적용하였을 경우 압력 증가에 의한 추출 수율의 증가율은 경미하였다. Chao(1996)는 ground beef 샘플을 초임계 추출시 높은 압력에서 lipid의 수율이 증가하며, lipid의 수율은 SC-CO₂의 밀도보다 압력에 더 우세한 영향을 받는다고 보고한바 있다. Kazazi 등(2007)은 추출수율에 대하여 일정한 압력이상 증가하였을 때 시료의 추출 수율이 오히려 감소하는 것은 시료의 matrix에서 초임계 추출 환경으로 추출물질의 확산률이 저하된 것과 관계가 있다고 보고한바 있다. 또한 이러한 결과에 대하여 초임계 추출시 추출되기 위한 free solute의 양이 최소일 때 추출 kinetic은 초임계 추출에서 solute의 용해성의 역할보다 확산력에 의해서 영향을 받는다고 보고한 바 있어(Rezaei *et al.*, 2001) 수율 측면에서 가장 효율적인 추출조건은 온도는 40°C, 압력은 40 MPa의 조건으로 판단할 수 있다.

SMart nose에 의한 lard SC-CO₂ 분획의 향기패턴 분석

Lard SC-CO₂ 분획의 휘발성 향기성분의 패턴 변화를 분석하기 위하여 SMart nose를 사용하였다. 시료 분석을 위해 시료채취 및 주입 시 발생 가능한 휘발성 향기성분에 의한 오차를 최소화하기 위하여 syringe에 질소를 충전함으로써 zero index를 유지하였고 10-170 amu에서의 intensity에 초점을 두어 비교 분석하였다. 추출된 lard SC-CO₂ 분획의 휘발성 향기성분에 의해 얻어진 이온화된 질량 스펙트럼을 이용하여 다양한 변수들 중에서 차별성이 가장 높게 표현되는 30종류의 질량을 선택하여 주성분 분석을 수행한 결과는 Fig. 1과 같았다. 초임계 추출 온도를 달리하여 추출한 lard SC-CO₂ 분획의 향기패턴을 주성분 분석한 결과, 제 1주성분(PCA1) 값의 기여율은 98.26%였으며 제 2주성분(PCA2) 값은 1.54%로 나타났다. PCA1에 의해서 대조구인 공기는 음의 방향에 위치하였고 1번(40°C, 30 MPa), 3번(80°C, 30 MPa), 4번 시료(raw lard)도 음의 방향에 위치하였다. 대조구로 사용한 공기가 PCA1의 왼쪽(음의 방향)에 나타나 2번시료(60°C, 30 MPa)의 경우 대조구와 멀리 떨어져 PCA1의 오른쪽(양의 방향)에 위치하여 향기가 더 강한 것을 알 수 있었다. 이들은 추출온도 별로 향기패턴이 뚜렷하게 구분되었다. PCA2에 의해서는 추출하지 않은 lard(4번 시료)는 양의 방향에 존재하였고 lard SC-CO₂ 분획의 경우 음의 방향에 위치하여 초임계 추출에 따른 향기패턴의 차이를 보였으나 유의적으로 큰 차이를 나타내지 않았다.

초임계 이산화탄소로 추출시 40°C의 온도조건에서 압력을 30-60 MPa로 변화시켜 추출한 lard SC-CO₂ 분획의 향기패턴을 분석한 결과는 Fig. 2와 같았다. 제 1주성분(PCA1) 값의 기여율은 84.97%였으며 제 2주성분(PCA2) 값은 10.08%로 나타났다. 이 때에 PCA1에 의하여 raw lard는

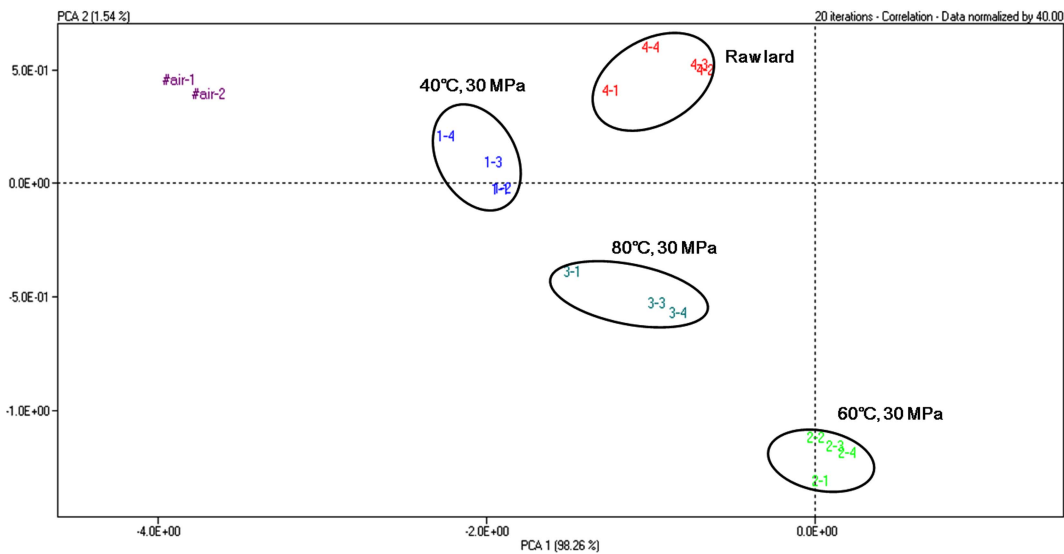


Fig. 1. Principal component analysis (PCA) plot of lard fractions by SC-CO₂ extraction. The extraction temperature was varied (40, 60, and 80°C) and the pressure was kept constant at 30 MPa. 1, lard extracted at 40°C, 30 MPa; 2, lard extracted at 60°C, 30 MPa; 3, lard extracted at 80°C, 30 MPa; 4, raw lard.

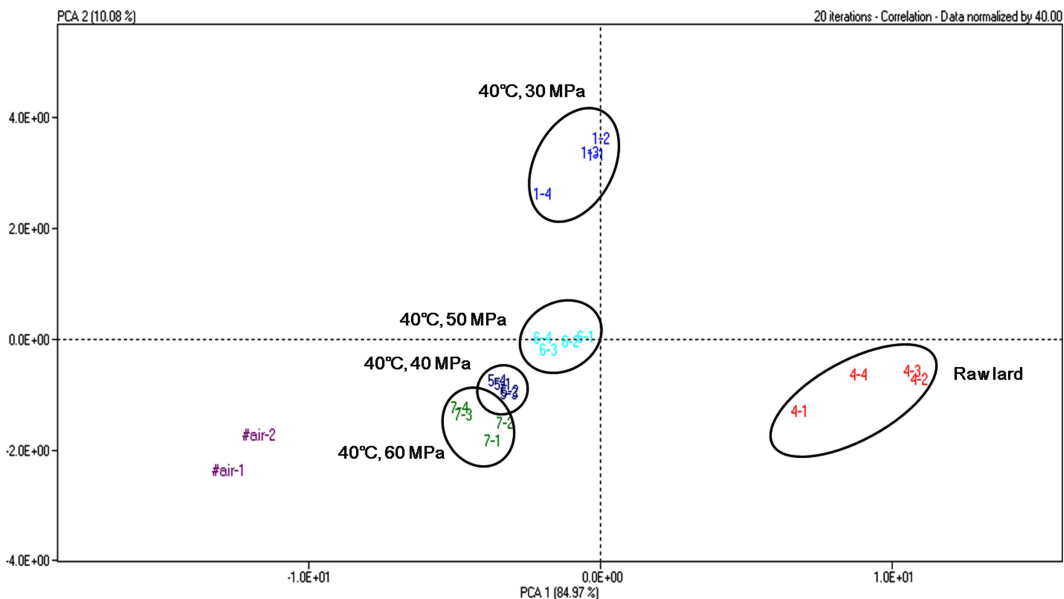


Fig. 2. Principal component analysis (PCA) plot of lard fractions by SC-CO₂ extraction. The extraction temperature was varied (30-60 MPa) and the temperature was kept constant at 40°C. 1, lard extracted at 40°C, 30 MPa; 4, raw lard; 5, lard extracted at 40°C, 40 MPa; 6, lard extracted at 40°C, 50 MPa; 7, lard extracted at 40°C, 60 MPa.

양의 방향에 존재하였으며 lard SC-CO₂ 분획은 음의 방향에 존재하여 초임계 추출 여부에 대한 향기패턴에 차이가 있었다. PCA2에 의해서는 1번(40°C, 30 MPa) lard SC-CO₂ 분획은 양의 방향에 위치하여 구분이 되었으나 40-60 MPa의 압력에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획(5-7번 시료)은 큰 차이를 나타내지 않아 40 MPa 이상의 압력에서는 향기패턴에 큰 차이를 보이지 않았다.

Elmore 등(1999, 2004)은 고기의 지방분획의 지방산 조성을 변형시키면 생성되는 휘발성 지방산의 양과 종류를 변화시킬 수 있고 아로마와 향미도 변화시킬 수 있다고

보고하였다. 초임계 추출시 압력조건이 향기성분에 미치는 영향에 대하여 Taylor와 Larick(1995)은 40°C의 온도에서 여러 압력 별로 닭고기의 지방을 초임계 추출하여 GC-MS를 이용하여 휘발성 화합물을 측정하였을 때 추출압력이 증가함에 따라 mono-, poly-unsaturated fatty acid의 농도가 증가하였으며 압력이 감소함에 따라 총 휘발성 화합물들은 증가하였다고 보고한바 있다. 또한 소고기 지방의 초임계 추출에서 낮은 압력에서 포화 지방산이 더 많이 추출되었고 SC-CO₂의 밀도가 증가함에 따라 mono-, poly-unsaturated fatty acid가 증가하였다고 보고한바 있다(Merkle

and Larick, 1995).

본 실험에서도 초임계 추출하지 않은 raw lard와 상대적으로 낮은 압력조건인 30 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획의 향기패턴이 다른 처리 구와 구별되었다. 이는 위의 보고들의 결과로 미루어 압력조건에 따라 생성된 지방산으로 차이로 인하여 휘발성 향기성분의 차이를 나타내는 것으로 판단되며 40 MPa 이상의 압력에서 추출된 lard SC-CO₂ 분획간에는 향기패턴의 변화가 적을 것으로 나타나 추출된 성분 간의 차이도 적은 것으로 판단되었다.

Lard SC-CO₂ 분획으로 제조한 MRP based meat flavor의 향기패턴 분석

Lard를 초임계 이산화탄소로 40°C의 고정 온도조건에서 네 구간(30, 40, 50, and 60 MPa)의 압력조건으로 변화시켜 추출하였으며 추출된 lard SC-CO₂ 분획을 Table 2의 배합비로 각각MRP based meat flavor를 제조하여 SMart nose로 향기패턴을 분석하였다. 이때 휘발성 향기성분에 의해 얻어진 이온화된 질량 스펙트럼을 이용하여 다양한 변수들 중에서 차별성이 가장 높게 표현되는 35종류의 질량을 선택하여 주성분 분석을 수행한 결과는 Fig. 3과 같았다. 이 때 제 1주성분(PCA1) 값의 기여율은 46.78%이었으며 제 2주성분(PCA2) 값은 20.47%로 나타났다. Raw lard를 전구체로 사용한 MRP based meat flavor(9번 샘플)은 PCA1에 의해서 양에 방향에 위치해 있어 향 특성이 강하게 나타났고, 이와 근접하게 10번(40°C, 30 MPa에서

추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor)가 양의 방향에 위치하였다. 12번(40°C, 50 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor)과 13번 샘플(40°C, 60 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor)은 비슷한 향 특성을 나타내었다. 반면 11번 샘플(40°C, 40 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor)은 음의 방향에 위치하여 전혀 다른 향기 패턴을 갖는 것으로 나타났다.

Campo 등(2003)은 관능검사 결과에서 육류 향과 관련된 향기묘사 용어 중 corned beef, meaty 및 fatty의 향 특성은 올레인산, 리놀렌산 및 리놀레닌산이 단독으로 존재할 때 보다 시스테인과 리보오스와 혼합하였을 때 증가하는 것으로 나타났다. 이와 유사한 결과로 본 연구에서 lard를 40-60 MPa의 압력에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획(5-7번 시료)은 향기패턴분석에서 큰 차이를 보이지 않았으나 이를 시스테인과 리보오스를 포함하는 전구체와 반응하여 MRP based meat flavor의 제조하여 향기패턴 변화를 살펴 보았을 때 초임계 추출압력 증가에 따른 MRP based meat flavor(11-13번 시료)의 향기패턴 차이가 증폭되어 나타났다.

Lard SC-CO₂ 분획으로 제조한 MRP based meat flavor의 관능적 특성

Lard를 40°C의 고정 온도와 네 구간(30, 40, 50, and 60 MPa)의 압력조건에서 추출하고 이를 전구체로 MRP based meat flavor를 제조하여 향 특성을 관능평가기법을 사용하

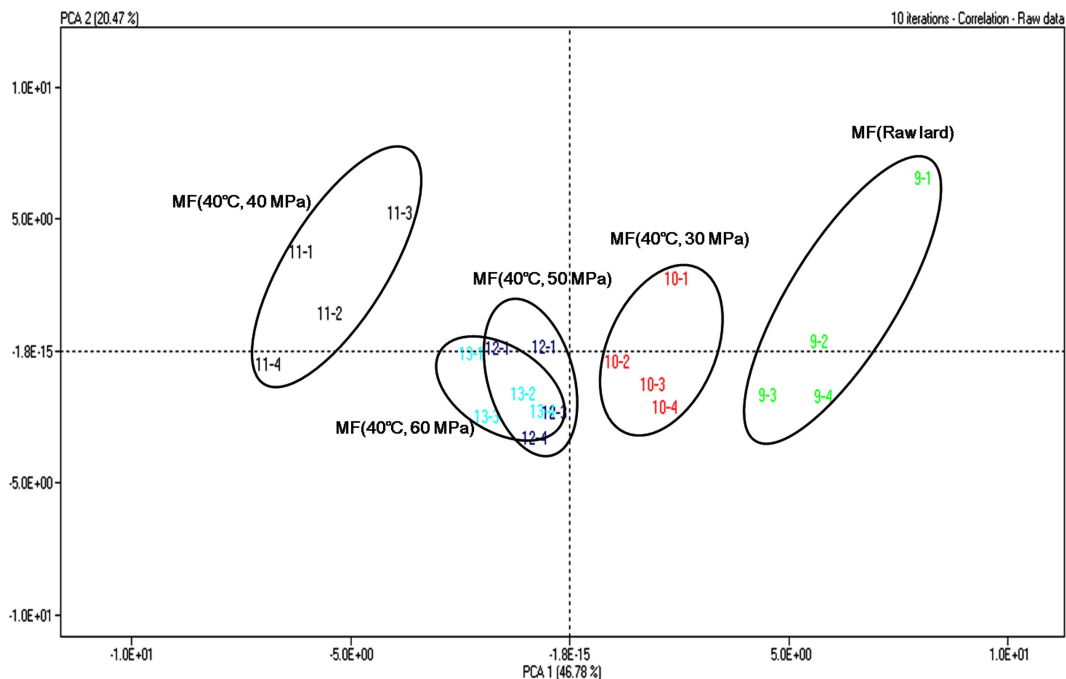


Fig. 3. Principal component analysis (PCA) plot of MRP based meat flavors containing lard fractions by SC-CO₂ extraction. 9, MRP based meat flavor containing raw lard; 10, MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 30 MPa; 11, MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 40 MPa; 12, MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 50 MPa; 13, MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 60 MPa.

Table 5. The flavor characteristics of various MRP based meat flavors with lard extracted at different pressures using SC-CO₂ extraction

Flavor characteristics	No.9 ¹⁾	No.10 ²⁾	No.11 ³⁾	No.12 ⁴⁾	No.13 ⁵⁾
Sweet ⁶⁾	5.71±1.60 ^{b 7)}	6.00±1.15 ^{ab}	6.43±1.27 ^a	6.43±1.40 ^a	6.29±1.11 ^a
Boiled vegetable	5.86±0.90 ^a	6.14±1.07 ^a	5.86±1.35 ^a	6.14±1.21 ^a	6.43±0.98 ^a
Roasted meat	6.29±0.76 ^b	6.57±1.13 ^b	6.57±0.98 ^b	7.14±1.41 ^{ab}	7.29±0.95 ^a
Sulfuric pungent	6.29±1.25 ^a	5.57±0.79 ^a	6.00±1.29 ^a	5.86±0.90 ^a	5.71±1.25 ^a
Oily	5.29±1.11 ^a	5.14±1.07 ^a	5.29±0.76 ^a	5.29±0.95 ^a	5.14±1.35 ^a
Burnt	5.00±0.82 ^a	4.71±0.95 ^a	5.00±0.82 ^a	5.57±0.79 ^a	5.00±0.82 ^a
Salty	5.57±0.98 ^a	5.43±0.98 ^a	5.86±1.57 ^a	6.29±0.76 ^a	5.86±1.46 ^a
Overall acceptability	5.86±0.90 ^b	5.86±1.21 ^b	6.43±0.98 ^b	7.00±0.82 ^{ab}	7.71±1.25 ^a

¹⁾9: MRP based meat flavor containing raw lard

²⁾10: MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 30 MPa

³⁾11: MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 40 MPa

⁴⁾12: MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 50 MPa

⁵⁾13: MRP based meat flavor containing lard fraction extracted at 40°C, 60 MPa

⁶⁾Each value represents mean±S.D. (n=2)

⁷⁾Values with the same letter in the same column are not significantly different ($p<0.05$).

여 비교하였다(Table 5). 초임계 추출조건에 따라 변화가 있었던 향 특성은 단향 및 고기향과 같은 향 특성이었으며, 이들 특성은 SMart nose로 향기패턴을 분석한 결과(Fig. 3)에 비추어 해석하였을 때 MRP based meat flavor의 단향이 강할수록 PCA1의 음의 방향에 위치하였고 단향의 강도가 낮아짐에 따라 양의 방향으로 이동하였으며 고기 향이 강할수록 PCA 그래프의 사분면 중앙으로 이동하였다. 관능평가 결과, 전체적 기호도는 12번(40°C, 50 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor)과 13번(40°C, 60 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor)에서 가장 높게 나타났다. 이는 PCA그래프 상에서 위치와 관능평가의 향 특성을 조합하여 보았을 때 단향 특성이 적당하고 고기향이 높아 사분면에 중앙에 위치하는 것으로 나타났으며 이에 대하여 관능패널요원은 고기향과 단향이 조화를 이루었으며 이에 따라 상대적으로 황내가 약하게 느껴지는 것으로 평가하였다.

따라서 육류 향 증강을 위한 전구체로 lard의 초임계 추출분획을 제조하고자 하였을 때 추출온도는 수율적인 측면을 고려하여 상대적으로 낮은 온도인 40°C로 설정하는 것이 바람직하며 추출압력은 50 및 60 MPa에서 추출하는 것이 관능적으로 육류향미를 증강시킬 수 있는 조건으로 판단되었다.

요 약

MRP유래 육류 향미제의 향미 증강을 위하여 리보오스와 저 Glu 소맥글루텐 산 가수분해물을 기본 기질로 한 향미 조성물에 온도와 압력 조건별로 추출한 lard SC-CO₂ 분획을 첨가하여 향미제를 제조하였다. 이렇게 제조된 육류 향미제의 SMart nose를 이용한 향기패턴과 관능적 특

성을 비교분석하여 향 특성이 우수한 육류 향미제를 개발하고자 하였다. Lard SC-CO₂ 분획 추출시 40°C 이상의 온도에서는 추출 수율이 증가하지 않았으며, 추출온도를 40°C로 고정하여 30-60 MPa의 압력에서 추출하였을 때 40 MPa 이상에서 추출효율이 크게 증가하였다. 추출된 lard SC-CO₂ 분획들의 SMart nose를 이용한 향기패턴 분석을 실시한 결과, 40°C에서 원료 lard와 30 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획의 향기패턴은 40 MPa 이상의 압력에서 추출한 분획들과 구별되었으나 40 MPa 이상의 압력에서 추출한 분획들은 서로 유사한 향기패턴을 나타내었다. 그러나 40 MPa 이상 압력 추출 lard SC-CO₂ 분획은 다른 flavor전구체와 반응시켰을 때 다른 전구체들과의 상호반응을 통해 뚜렷한 향기패턴의 차이를 나타내었다. 관능검사 결과 MRP based 육류향미제의 전체적 기호도는 40°C, 50 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획을 첨가한 MRP based meat flavor과 40°C, 60 MPa에서 추출한 lard SC-CO₂ 분획첨가 MRP based meat flavor가 가장 높게 나타났다. 따라서 육류 향 증강 MRP based meat flavor의 전구체로 lard를 초임계 추출하기 위한 최적 조건은 40°C에서 압력을 50 및 60 MPa로 이 조건에서 추출시 높은 경제성과 관능적 우수성이 확보된 육류 향미제 생산이 가능하다고 판단된다.

참고문헌

1. Campo, M. M., Nute, G. R., Wood, J. D., Elmore, S. J., Mottram, D.S., and Enser, M. (2003) Modelling the effect of fatty acids in odour development of cooked meat in vitro: part I-sensory perception. *Meat Sci.* **63**, 367-375.
2. Chao, R. R. (1996) Supercritical CO₂ extraction of meat products and edible animal fats for cholesterol reduction. In: *Supercritical fluid technology in oil and lipid chemistry.*

- King, J. W., and List, G. R. (eds) AOCS press, IL, pp. 230-243.
3. Elmore, J. S., Mottram, D. S., Enser, M., and Wood, J. D. (1999) Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. *J. Agric. Food Chem.* **47**, 1619-1625.
 4. Elmore, J. S., Warren, H. F., Mottram, D. S., Scollan, N. D., Enser, M., Richardson, R. I., and Wood, J. D. (2004) A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and Holstein-Friesian steers fed digest based on silage or concentrates. *Meat Sci.* **68**, 27-33.
 5. Greentert, M. (1990) Identification and formation of some selected sulphur-containing flavour compounds in various meat model systems. *J. Agric. Food Chem.* **38**, 2027-2041.
 6. Joung, S. N., Kim, S. T., and Yoo, K. P. (2001) Ultra dry-cleaning technology using supercritical carbon dioxide. *Clean Technol.* **7**, 13-25.
 7. Kazazi, H., Rezaei, K., Ghotb-sharif, S. J., Emam-Djomeh, Z., and Yamini, Y. (2007) Supercritical fluid extraction of flavors and fragrances from *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Iran. *Food Chem.* **105**, 805-811.
 8. Kim, J. Y., Jang, J. S., Lee, J. W., and Lee, K. T. (2008) Flavor pattern analysis of imported wines using electronic nose system. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* **18**, 14-21.
 9. MacLeod, G. and Ames, J. M. (1988) Soy flavor and its improvement. *Crit. Rev. Food Sci.* **27**, 219-400.
 10. Merkle, J. A. and Larick, D. K. (1995) Fatty acid content of supercritical carbon dioxide extracted fractions of beef fat. *J. Food Sci.* **60**, 959-962.
 11. Moody, W. G. (1983) Beef flavor-a review. *Food Technol.* **37**, 227-232, 238.
 12. Moon, J. H., Choi, I. W., Park, Y. K., and Kim, Y. S. (2011) Development of natural meat-like flavor based on Maillard reaction products. *Korean J. Food Sci. An.* **31**, 129-138.
 13. Mottram, D. S. (1998) Flavour formation in meat and meat products: a review. *Food Chem.* **62**, 415-424.
 14. Mottram, D. S. and Edwards, R. A. (1983) The role of triglycerides and phospholipids in the aroma of cooked beef. *J. Sci. Food Agric.* **34**, 517-522.
 15. Nawar, W. W. (1969) Thermal degradation of lipids: a review. *J. Agric. Food Chem.* **17**, 18-21.
 16. Rezaei, K. and Temelli, F. (2001) On-line extraction-reaction of canola oil using immobilized lipase in supercritical CO₂. *J. Supercrit. Fluid.* **19**, 263-274.
 17. de Roos, K. B. (1992) Meat flavour generation from cysteine and sugars. In: Flavor Precursors: Thermal and Enzymatic Conversions, ACS Sym Ser 490. Teranski, R., Takeoka, G. R., and Guentert, M. (eds) American Chemical Society, Washington, DC, pp. 203-216.
 18. Son, H. J., Kang, J. H., Hong, E. J., Lim, C. L., Choi, J. Y., and Noh, B. S. (2009) Authentication of sesame oil with addition perilla oil using electronic nose based on mass spectrometry. *Korean J. Food Sci. Technol.* **41**, 609-614.
 19. Taylor, D. L. and Larick, D. K. (1995) Investigations into the effect of supercritical carbon dioxide extraction on the fatty acid and volatile profiles of cooked chicken. *J. Agric. Food Chem.* **43**, 2369-2374.
 20. Werkhoff, P., Bruening, J., Emberger, R., Guentert, M., Koepsel, M., Kuhn, W., and Surburg, H. (1990) Isolation and characterization of volatile sulfur-containing meat flavor components in model systems. *J. Agric. Food Chem.* **38**, 777-791.
 21. Yoo, B. S., Lee, H. T., Ko, S. R., Yang, D. C., and Byun, S. Y. (2000) Studies on the extraction of polyacetylene from Korean ginseng using supercritical carbon dioxide. *Korea J. Biotechnol. Bioeng.* **15**, 80-83.

(Received 2012.5.14/Revised 2012.8.27/Accepted 2012.9.2)