



열풍건조 및 오븐구이 닭발로부터 추출한 삼계탕 육수 제조

김준태¹ · Dicky Tri Utama¹ · 정해성¹ · Barido Farouq Heidar¹ ·
 장애라² · 박재인² · 김영종³ · 이성기^{2*}

¹강원대학교 동물생명과학대학 동물응용학과 학생,

²강원대학교 동물생명과학대학 동물응용학과 교수, ³영양자원연구소 선임연구원

Development of *Samgyetang* Broth from Air-dried and Oven-roasted Chicken Feet

Juntae Kim¹, Dicky Tri Utama¹, Hae Seong Jeong¹, Barido Farouq Heidar¹, Aera Jang²,
 Jae In Pak², Yeong Jong Kim³ and Sung Ki Lee^{2*}

¹Student, Department of Applied Animal Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University,
 Chuncheon 24341, Republic of Korea

²Professor, Department of Applied Animal Science, College of Animal Life Sciences, Kangwon National University,
 Chuncheon 24341, Republic of Korea

³Senior Researcher, Nutritional Resource Research Institute, Seoul 06747, Republic of Korea

ABSTRACT This study was conducted to develop and compare *Samgyetang* broth from extract of pre-treated chicken feet. Chicken feet were subjected to non-heating (control), heating at 70°C for 12 h in a hot air dryer, and heating at 180°C for 1 h in an oven. The heat-treated chicken feet were extracted at 121°C for 1 h and 2 h, respectively. The extract was placed in a pouch with whole chicken carcass (470±10 g). The sealed *Samgyetang* retort was made according to the industrial method. The pH of the extract from preheated chicken feet was lower than that extracted from fresh chicken feet. The Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS) value of the preheated chicken feet extract was significantly lower ($P<0.05$) than that of fresh chicken feet extract, but there were no significant differences among the broths. As the extraction time increased, the pH and TBARS value decreased in the extract ($P<0.05$) but increased in the broth ($P<0.05$). According to the sensory evaluation test, the extract from 1 h hot air heating and drying was significantly better in appearance, aroma, and overall preference than the other treatments ($P<0.05$). The GC-MS results showed that benzaldehyde and benzothiazole, which are widely known to give meat and nuts flavor, were detected in those treatments ($P<0.05$). The *Samgyetang* broths prepared from 1 h hot air heating and drying extract were significantly higher in the overall acceptability according to the sensory test ($P<0.05$). In summary, the quality of retort *Samgyetang* broth can be improved by adding chicken feet extract which is subjected to heating and drying for 1 h.

(Key words: *Samgyetang*, *Samgyetang* broth, chicken feet, volatile compound, flavor)

서 론

삼계탕이란 완도체 닭의 복부에 찹쌀과 마늘, 대추, 인삼 등을 넣고 물을 부어 오래 끓인 한국의 고유 음식이다(Yoo et al., 1998; Park, 2004). 삼계탕은 영양이 풍부해서 보양식으로 많이 이용되고 있지만, 가열시간이 길어 바쁜 현대인이 가정에서 조리하기에 불편함이 있다. 이에 따라 산업체에서는 1990년대 초부터 간편하게 먹을 수 있는 가정간편식

(home meal replacement; HMR) 형태의 레토르트 삼계탕을 제조하고 있다(Lee et al., 2014). 현재 레토르트 삼계탕은 미국, 중국, 일본, 대만, 태국 등의 여러 나라로 수출되고 있으며(Lee and Lee, 2009), 2017년 한해 약 1,102만 4천 달러 가량이 수출되었다(Korea Customs Service, 2017, *Samgyetang* HS CODE: 1602321010). 이처럼 최근 다양해진 소비자층과 소비자의 요구에 따라 삼계탕도 향기, 맛, 조직감, 건강기능성이 증진된 제품들이 개발되고 있다. 삼계탕의 품질을 증

* To whom correspondence should be addressed : skilee@kangwon.ac.kr

진시키기 위해 무엇보다 먼저 적절한 맛과 향을 지닌 육수를 제조해야 한다. 현재 산업계에서는 육수제조를 위해 산란 성계육이나 닭발을 사용하고 있다. 특히 닭발은 육수의 풍미 증진에 도움을 준다고 알려졌으며, Han et al.(2016)은 중국인을 대상으로 한 삼계탕 육수의 관능평가에서 정제수에 끓인 삼계탕보다 닭발을 2시간 끓여 제조한 삼계탕 육수에서 높은 소비자 기호도를 보였다고 보고했다. 또한, 이는 닭발 사용시, 삼계탕 육수의 색이 짙어지며, 더 진한 풍미를 내기 때문이라 하였다.

닭발은 가격이 비교적 저렴한 닭고기의 부산물에 해당되지만, 노화 억제 및 골다공증 치료와 혈압을 낮추는 효과가 있으며(Guimares et al., 2012), glycosaminoglycan, glucosamine, chondroitin sulfate와 같은 항염성을 가진 유익한 성분이 들어 있다(Widyaningsih et al., 2015; DGL, 2016). 닭발의 일반성분은 조단백질 23.3%, 조지방 13.1%, 조회분 5.9%로 조성되었으며(Lee, 2014), 조단백질의 대부분은 콜라겐으로 가열에 의해 콜라겐이 용해 및 분해되면서 색깔과 맛에 영향을 미친다(Almeida and Lannes, 2013).

닭발이나 식육의 열처리시 고분자화합물이 저분자화합물로 분해되는데, 이때 메일라드 반응(Maillard reaction)과 지방 반응(lipid degradation), 티아민 반응(Thiamine degradation) 등에 의해 휘발성 향기물질이 증가하게 된다(Xie et al., 2008). 이중 메일라드 반응은 열처리에 의해 분해된 아미노산과 알데하이드기 또는 케톤기를 지닌 환원당이 만나는 반응을 말하며, 이 반응을 통해 식품은 갈변화되며, 궁극적으로 풍미에 많은 영향을 끼친다(Van, 2006). 메일라드 반응에 의해 생성된 향기 물질들은 재료에 포함되어 있는 당류와 아미노산의 종류에 따라 달라지며, 식품의 열처리 방식 및 반응 온도, 조리시간 및 pH, 수분함량에 따라 달라진다(Camero et al., 2000; Jousse et al, 2002; Monica, 2018).

특히 열처리 방식과 조리시간은 풍미 구성에 큰 영향을 끼친다. 굽는 방식의 조리는 높은 온도에서 장시간 가열처리하기 때문에 다른 조리법에 비해 지질 산패를 촉진한다(Hernández et al., 1999). 지방 산패가 지속될 경우, 산패취(off-flavor)가 발생하기도 하지만, 초기에 발생하는 산패는 바람직한 향기를 생산한다(Song et al., 2011). Utama et al. (2018)은 한우의 양지머리(brisket)를 굽거나 삶았을 때, 구운 소고기에서 휘발성 향기성분 함량이 더 높다고 보고하였고, 이중 소고기향(beef-like)과 관련된 pyrazines 물질의 함량이 더 높게 나타났다고 하였다.

건조는 식품을 저장하기 위해 사용되는 방법 중 하나이며, 식품내 수분 함량과 수분활성도를 줄여 식품의 변패를 막는

다. 이러한 건조의 방법으로는 열풍건조, 동결건조, 마이크로웨이브 건조 등 여러 방법이 있으며, 이중 열풍건조는 산업계에서 사용하기 간편한 장점을 가졌다(Speckhahn et al., 2010). 건조과정 중 식품내에서는 급격한 이화학적 변화가 발생하는데, 이때 식품 내 단백질이 작은 분자로 쪼개지게 되며, 향미물질이 생성된다(Tian et al., 2016). Fu et al.(2015)은 은잉어(silver carp)를 열풍건조 시킨 후 묘사분석을 실시하였는데, 열풍건조 시 마이크로웨이브를 이용한 샘플보다 높은 고기향(meat-like flavor)을 보였다고 보고하였으며, 이는 열풍건조시 발생하는 메일라드 반응 때문이라 보았다.

이와 같이 식육은 가열방법에 따라 향기 구성에 차이가 생기며, 식육의 추출시 맛성분과 향기성분들이 추출물로 이동하게 된다. 그러므로 본 연구는 닭발의 열처리(생닭발, 열풍건조, 오븐 구이)와 추출시간(1시간, 2시간)을 달리하여 삼계탕 육수에 쓰이는 추출물을 제조하였으며, 추출한 추출물의 특성과 이를 통해 제조한 삼계탕 육수의 이화학적 품질 및 풍미 특성을 비교 구명하기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

1. 시료

삼계탕용 육수 실험에 사용된 닭과 닭발은 ㈜하림에서 구입하였다. 닭은 냉장 육계 55호(550 g), 닭발은 -20°C 에서 냉동저장된(15일 이내의 것) 것을 사용하였다. 냉동닭발을 전처리 직전 $2\pm 2^{\circ}\text{C}$ 에서 12시간 동안 해동시킨 다음 5°C 찬물에서 30분간 핏물 제거를 한 뒤 실험 재료로 이용하였다.

2. 전처리 및 추출액의 제조

닭발의 전처리 방법으로 생닭발, 건조가열 닭발, 오븐가열 닭발로 나누어 실시하였다. 생닭발은 사전처리를 하지 않고 직접 고온고압에서 추출하였다. 건조가열닭발은 70°C 로 설정된 식품건조기(LD-918BT, Liquip, Korea)에서 생닭발을 12시간 동안 건조하여 완성하였다. 오븐가열닭발은 전기오븐(HS-XC365APB, Samsung, Korea)을 이용하여 180°C 에서 1시간 동안 가열하였으며, 20분마다 1번씩 닭발을 뒤집어 완성하였다. 생닭발과 전처리 닭발의 추출은 닭발 무게에 8배에 해당하는 증류수를 넣고, 121°C , 0.2 MPA kgf/cm^2 의 실험용 고압멸균기(AC-13, Jeio Tech, Korea)에서 각각 1시간, 2시간씩 나누어 추출하였다. 작업이 끝난 추출물을 육수망(18 cm × 28 cm, polyethylene, polypropylene, 크린랩 국물백, Cleanwrap, Korea)에 여과시켰으며, 추출물 실험과 삼계탕 제조에 이용하였다.

3. 육수 및 삼계탕의 제조

삼계탕 제조는 Triyannanto and Lee(2015)의 방법을 일부 수정하여 제조하였다. 삼계용 닭에 혼합할 육수를 제조하기 위해 기존 닭발 추출액에 소금 0.5%, 인삼가루 0.15%, 마늘가루 0.1%, monosodium glutamate(MSG) 0.2%를 각각 동일하게 섞어 혼합하였다. 이때 추가적으로 닭발 추출액 대신 증류수에 부재료(소금, 인삼가루, 마늘가루, MSG)만을 첨가한 것을 대조구 육수로 설정하였다.

Fig. 1과 같이 삼계탕 제조 과정을 보면 냉장 백세미(550 g)를 세척 후 복강내 지방 및 항문 주변의 기름선을 제거하였다. 세척된 백세미(470±10 g)의 복강에 마늘, 찹쌀, 대추를 감싼 라이스페이퍼(Bich Chi Food Company, Vietnam)를 충전하였고, 목부분이 아래로 가도록 레토르트 파우치(polypropylene, 19 cm × 25 cm)에 넣어 레토르트 처리 전까지 5°C에서 보관하였다. 추출물과 부재료를 혼합하여 만든 육수를 50±2°C로 사전에 가열한 후, 삼계용이 들어있는 레토르트팩에 300 mL씩 각각 넣고, sealing machine(WB-1150VP, WB. Tech, Korea)으로 밀봉작업을 실시하였다. 이때, 밀봉 접착온도는 250°C에서 진행하였다.

밀봉된 레토르트 파우치는 레토르트 기계(PRS-40-1, Kyunghan, Korea)에 넣어 프로그램에 따라 레토르트 작업을

실시하였다. 이때 F_0 값 측정을 위해 동일한 조건으로 포장된 시료의 다리와 가슴 중심부에 온도센서를 꽂아 측정하고 기록하였다. 멸균기 내의 공기를 제거하는 탈기공정을 65°C에서 진행한 다음, 1차 살균을 121.0°C, 1.5 kgf/cm²에서 20분간 진행하였다. 1차 살균이 끝난 직후 2차 살균공정을 실시하였으며, 이때 122.0°C, 1.7 kgf/cm²에서 95분간 실시하였다. 이후 냉각과정을 1.7 kgf/cm²에서 20분간 진행하였으며, 마지막으로 차가운 물에서 1시간 동안 추가 냉각시켰다. 완성된 삼계탕은 실험 직전까지 5°C의 저온 저장고에 보관되었다. 레토르트 작업이 끝난 최종 삼계탕에 함유된 국물은 여과시켜 본 실험의 삼계탕 육수원료로 사용하였다.

4. 실험방법

1) 색도

닭발 추출액과 육수의 색은 색차계(Chroma meter, CR-400, Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(brightness, CIE L*), 적색도(redness, CIE a*), 황색도(yellowness, CIE b*)를 Commission Internationale de l'Eclairage(CIE)로 측정하여 분석하였다. 추출액과 육수를 100 mL 비커에 90 mL씩 담고, 육색계의 측정부위가 2 cm

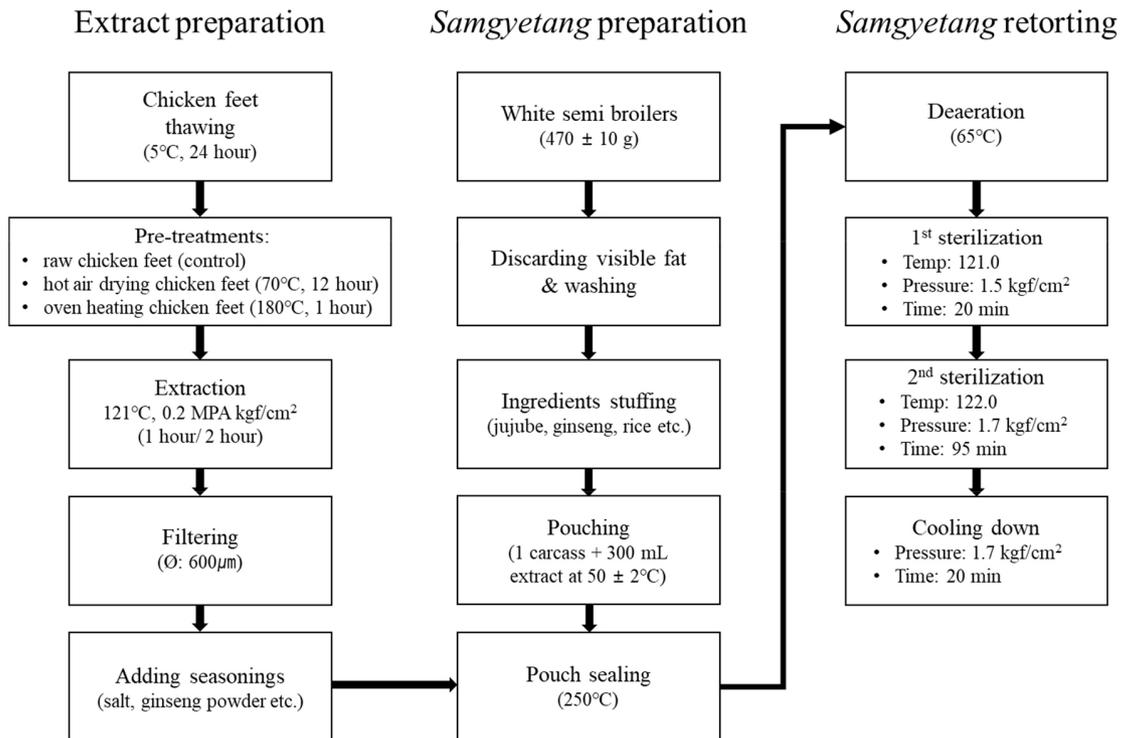


Fig. 1. Manufacturing process of *Samgyetang*.

잠기계끔 하였다. 빛의 간섭을 최소화하기 위해 비커는 5장의 겹쳐진 A4용지 위에 올려 측정하였으며, 외관을 검은 종이($L^*=27.83$, $a^*=0.41$, $b^*=0.45$)로 감싸주었다. Calibrate plate의 illuminant C는 $Y=93.6$, $X=0.3134$, $y=0.3194$ 이었다.

2) 투과율(Transmittance)

Triyannanto and Lee(2015)의 방법을 조금 수정하여 투과율을 측정하였다. 먼저 실험에 사용된 추출액과 육수를 여과시켰으며(600 μm mesh), 육수를 50 mL 튜브에 30 mL를 담아 3,000 $\times\text{g}$ 에서 5분간 원심분리시켰다. 상층액을 분광광도계(Spectrophotometer, UV-mini-1240, Shimadzu Corp., Japan)를 이용하여 600 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 다음 식을 이용하여 % 단위로 환산하였다.

$$\text{Transmittance}(\%) = 10^{-A} \times 100$$

이때 A는 600 nm에서 측정된 흡광도 값이다.

3) pH

삼계탕용 추출액과 육수를 pH meter(SenvenEasy pH, Mettler-Toledo GmbH, Switzerland)로 pH를 측정하였다. pH meter의 보정(calibration)은 20 $^{\circ}\text{C}$ 에서 산성(pH 4.00), 중성(pH 7.02), 염기성(pH 9.26)에서 진행되었다.

4) 2-Thiobarbituric acid reactive substances (TBARS)

지방산화는 Sinnhuber and Yu(1977)의 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS) 분석방법을 일부 수정하여 실시되었다. 시료인 추출액과 삼계탕 육수 0.5 g을 1% TBA 3 mL, 25% TCA 17 mL와 혼합하고, 98 $^{\circ}\text{C}$ 수조기(Water bath, BW-20G, Jeio Tech, Korea)에서 30분간 가열한 후 얼음물에 담가 10분간 냉각하였다. 이후 상층액 5 mL를 취하여 chloroform 3 mL를 넣고 실온에서 3,500 rpm으로 30분 동안 원심분리한 다음, 분광광도계(Spectrophotometer, UV-mini-1240, Shimadzu Corp., Japan)를 이용하여 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 최종 TBARS 값은 시료 1 kg 당 mg MA(malonaldehyde)로 산출하였다.

5) 휘발성 향기물질(Aroma volatiles identification)

GC-MS를 이용하여 휘발성 향기물질을 측정하였다. 즉, 50 mL headspace vial에 추출액이나 육수를 10 mL씩 넣어 건조 오븐에서 60 $^{\circ}\text{C}$ 로 10분 동안 가열한 다음, 직경 75 μm 의

카복시/폴리 디메틸 실록산 섬유(Sigma-Aldrich Corp., LLC., USA)를 vial에 넣어 30분간 향기성분을 추출하였다. 이어서 섬유를 250 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정된 GC 포트에 주입하였으며, 휘발성 물질을 1:5의 비율로 5분 동안 탈착시켰다. 이후 GC(7890A Agilent Technologies; USA)의 DB5 용융 실리카 컬럼(30 μm \times 0.25 mm i.d., 0.25 μm film thickness, J & W Scientific, Folcom, CA, USA)을 사용하여 향기성분을 분리하였다. 이때 GC 오븐의 온도는 40 $^{\circ}\text{C}$ 에서 2분간 온도를 유지하다 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 로 40 $^{\circ}\text{C}$ 에서 160 $^{\circ}\text{C}$ 까지 증가시켰으며, 이후 6 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 의 속도로 160 $^{\circ}\text{C}$ 와 180 $^{\circ}\text{C}$ 구간에서 온도를 상승시켰다. 이후 180 $^{\circ}\text{C}$ 에서 5분간 대기하였으며, 180 $^{\circ}\text{C}$ 와 200 $^{\circ}\text{C}$ 구간에서는 분당 10 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도를 증가시켰으며, 최종적으로 200 $^{\circ}\text{C}$ 에서 5분간 온도를 유지하도록 설정하였다. 이때 interface 온도와 quadruple 온도는 각각 280 $^{\circ}\text{C}$ 와 150 $^{\circ}\text{C}$ 로 하였다. 이동상으로 헬륨가스를 사용하였으며, 1 mL/min의 속도로 조절하였다. 질량 검출기(MS; mass spectrophotometer, 5975C, Agilent Technologies, USA)를 이용하여 각각의 휘발성분들을 검출하였다. 이때 MS의 ion source 온도는 280 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정하였으며, electron impact는 70 eV 하였다. MS의 스캔 범위는 50~450 m/z, 스캔속도는 1 scan/sec로 설정하였다. 검출 이후 휘발성 물질의 식별을 위해 National Institute of Standards and Technology(NIST)의 표준 라이브러리를 사용하였다. 또한, 일련의 n-alkanes($\text{C}_8\text{-C}_{20}$)을 동일한 조건하에 분석하여 확인된 휘발성 물질에 대한 retention indices(Ris)를 얻었다. 그 후 Ris는 <http://www.flavornet.org/>와 <http://foodb.ca/>에 게시된 데이터베이스와 비교하였으며, 각각의 데이터는 면적 단위(area unit; AU) $\times 10^5/\text{g}$ (건조 물질 중량)로 표시하였다.

6) 관능평가

닭발 추출물의 관능평가는 다른 이화학 실험과 다르게, 소금 0.5%와 MSG 0.2%를 첨가하여 진행하였다.

(1) 소비자 기호도 검사

추출물과 육수의 관능평가는 총 10명의 훈련받지 않은 패널들을 대상으로 실시되었다. 관능평가 시료 번호는 1~9까지의 숫자 중 임의로 3개를 골라 3자리수로 표시하였다. 시료로 사용된 닭발 추출액과 삼계탕 육수는 실험 전까지 5 $^{\circ}\text{C}$ 암실에서 보관되었으며, 실험할 때 70 mL 종이컵에 50 mL씩 담아 패널들에게 제공되었다. 이때 각각의 시료는 전자레인지(HS-XC365APB, Samsung Hauzen, Korea, 고주파 출력: 800W)를 이용하여 1분 30초간 가열한 후 제공하였다. 평가항목으로는 육수 외관 (appearance), 맛(taste), 짠맛

(saltiness), 향기(aroma), 종합적 기호도(overall acceptability) 총 5개의 항목이 평가되었다. 평가방식으로는 7점 척도법을 사용하였으며, 매우 좋다(like very much, 7점), 좋다(like moderately, 6점), 약간 좋다(like slightly, 5점), 좋지도 싫지도 않다(neither like nor dislike, 4점), 약간 싫다(dislike slightly, 3점), 싫다(dislike moderately, 2점), 매우 싫다(dislike very much, 1점) 등으로 배점을 매기게 하였다.

(2) 정량묘사분석(Quantitative descriptive analysis)

추출물과 육수의 정량묘사분석은 총 10명의 훈련된 패널들(남 5명, 여 5명)을 대상으로 실시되었다. 평가를 위해 난수표에서 추출한 세자리 숫자를 사용하였으며, 70 mL용 종이컵에 50 mL의 추출액과 육수를 넣고 전자레인지(800W, HS-XC365APB, Samsung, Korea)에서 1분 30초간 50±5°C로 가열한 다음 패널들에게 제공하였으며, 차이식별을 위해 생수가 제공되었다.

정량묘사분석 항목을 위해 평가에 참여한 패널들의 훈련은 삼계탕 육수와 닭발 추출물에 대하여 실시하였으며, 패널 요원 훈련은 1회에 1시간 1주일에 총 3회씩, 2주간 총 6시간 동안 진행되었다. 닭발 추출액과 육수 정량묘사분석은 색(color), 우마미(감칠맛, umami), 쓴맛(bitterness), 짠맛(saltiness), 견과류 냄새(nutty flavor), 구운 냄새(roasted flavor), 닭고기 냄새(chicken flavor), 산패취(rancid flavor) 등 8개 항목으로 구성되었다.

각각의 항목에 대한 표준물질 선정은 Adhikari et al. (2011)의 기준을 일부 수정하여 사용하였으며(Table 1), 각 항목은 7점 척도법(1점-매우 약함, 7점-매우 강함)으로 평가하였다. 색깔의 표준물질은 물에 희석한 간장을 사용하였으

며, 1점은 1/100(v/v) 비율로, 7점은 1/10(v/v) 비율로 희석시켰다. 우마미는 생수에 희석시킨 MSG 0.2%를 4점으로 설정하였다. 쓴맛으로 에스프레소를 물에 1/8(v/v) 비율로 희석시켰으며, 이때를 기준으로 5점으로 측정하였다. 짠맛의 평가는 0.5% 소금물(w/v)을 3점으로 사용하였다. 견과류 향의 평가는 분쇄된 아몬드를 전자레인지에서 30초간 가열한 것을 4점으로 설정하여 평가했다. 구운 향은 닭발을 1시간 동안 180°C 오븐에서 가열한 것을 분쇄하여 사용했으며, 이때의 향기 강도를 5점으로 설정하였다. 닭고기 향은 12시간 동안 70°C에서 건조된 넓적 다리살(thigh)을 분쇄하였으며, 점수를 6점으로 설정하였다. 산패취 평가 시 사용된 시료는 전자레인지로 5분간 가열한 카놀라유를 사용하였으며, 표준 점수는 5점으로 설정하였다. 준비된 표준물질은 100 mL 유리컵에 담겨 패널에게 전달되었다.

7) 통계분석

실험을 통해서 얻어진 모든 자료는 통계프로그램인 R (Version 3.4.3)을 이용해 분석하였다. Cran mirror로 USA(CA 1)를 이용하였으며, 라이브리리는 Agricolae를 사용하였다. 처리구간 차이식별을 위해 One way ANOVA를 진행하였으며, 이후 유의적으로 차이($P<0.05$)가 있는 항목에 대해 Duncan's Multiple range test를 진행하였다.

결과 및 고찰

1. 선택 및 투과율

전처리 방법별로 추출하여 얻은 닭발 추출액과 이를 이용하여 제조한 삼계탕 육수의 색 및 투과율은 Table 2와 같다.

Table 1. Description language and reference samples used in the descriptive analysis of the chicken feet extract and *samgyetang* broth

Characteristic		Reference	Score	Description
Appearance	Color	Soy sauce in water (1/100 (v/v))	(1)	Light (1)
		Soysauce in water (1/10 (v/v))	(7)	Dark (7)
Taste	Umami	Monosodium glutamate 0.2% (w/v)	(4)	Umami taste
	Bitterness	Espresso in water (1:8 (v/v))	(5)	Bitter taste
	Saltiness	Salt in water 0.5% (w/v)	(3)	Salty taste
Flavor	Nutty	Ground roast almond (microwave for 30 s)	(4)	Nutty flavor
	Roasted	Roasted chicken feet (180°C oven for 1 h)	(5)	Burnt flavor
	Chicken	Dried chicken thigh in air drier (70°C/12 h)	(6)	Meaty flavor
	Rancid	Canola oil (microwave for 5 min)	(5)	Rancid flavor

Table 2. Instrumental color and transmittance value of chicken feet extract and *Samgyetang* broth prepared with different pretreatment and extraction time

		Con	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value
			1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour		
L*	Extract	-	29.56 ^f	32.25 ^d	35.82 ^c	30.68 ^c	63.45 ^a	51.18 ^b	1.64	<0.001
	Broth	31.05 ^d	32.29 ^b	41.16 ^a	28.42 ^f	31.59 ^c	28.99 ^c	20.20 ^g	0.69	<0.001
a*	Extract	-	-0.91 ^a	-1.16 ^b	-1.51 ^c	-1.49 ^c	-2.60 ^c	-2.04 ^d	0.07	<0.001
	Broth	-2.01 ^b	-2.84 ^c	-2.67 ^d	-2.61 ^c	-2.99 ^f	-2.83 ^c	-0.71 ^a	0.09	<0.001
b*	Extract	-	-1.92 ^c	1.23 ^d	1.93 ^c	1.25 ^d	12.09 ^a	7.75 ^b	0.61	<0.001
	Broth	4.12 ^f	4.52 ^c	10.08 ^a	6.24 ^d	8.70 ^b	6.46 ^c	3.44 ^g	0.27	<0.001
Transmittance (% at 600 nm)	Extract	-	41.66 ^a	40.27 ^a	30.16 ^b	39.22 ^a	25.33 ^{bc}	23.87 ^c	1.87	<0.001
	Broth	47.23	46.83	51.20	46.32	47.92	36.04	47.37	1.43	0.306

^{a-f} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM, standard error of the mean.

닭발 추출액의 명도(L*값)는 건조가열, 오븐가열, 생닭발 추출액 순으로 낮아지는 경향을 보였고, 건조가열 1시간 추출액에서 가장 높았다. Liu et al.(2001)은 닭발이 약 9%의 콜라겐을 함유하였다고 보고하였으며, acetic acid, citric acid 등을 이용하여 닭발의 콜라겐을 추출하였을 때, 추출시간이 길어짐에 따라 콜라겐의 L*값이 증가한다고 보고하였다. 본 실험의 생닭발 추출물은 추출 시간의 증가에 따른 L*값의 증가를 보였는데, 이는 육수의 콜라겐 함량 증가가 원인이 되었을 것으로 생각된다. 반면, 오븐가열 닭발 추출물과 건조가열 닭발 추출물의 L*값은 생닭발 추출물에 비해 높은 값을 나타냈는데, 이는 닭발의 전처리 시 마이야르 반응에 의한 갈변화가 오븐구이 닭발과 건조가열 닭발의 L*값을 증가시켰고, 추출시 이러한 색변화가 추출물의 색에 영향을 미친 것으로 사료된다. 적색도(a*값)는 생닭발, 오븐가열, 건조가열 추출액 순으로 유의적인 감소를 보였으며, 생닭발 추출물에서는 추출물의 추출시간이 길어질수록 적색도가 감소하였다($P<0.05$). 이러한 생닭발 추출물의 적색도는 추출시간의 증가에 따라 추출물 속 콜라겐 증가에 의해 영향을 받은 것으로 사료된다. Liu et al.(2001)은 산용매에서 닭발의 콜라겐 추출시 추출시간이 길어짐에 따라 추출물의 콜라겐 함량이 증가하였고, 이에 따라 적색도가 감소하였다고 보고했다. 반면, 오븐가열 추출물과 건조가열 추출물은 추출시간이 길어짐에 따라 적색도가 증가하였는데, 이는 추출물 속 콜라겐 함량 증가보다는 전처리시 마이야르 반응에 의한 갈변화에 의해 영향을 받았을 것으로 예측된다. 추출물의

황색도(b*값)는 건조가열 추출액이 생닭발 추출물과 오븐가열 추출액에 비해 현저히 높았으며, 특히 건조가열한 1시간 추출액에서 가장 높은 결과를 보였다($P<0.05$). 추출물에서 발생한 처리구 별 색변화는 사전 가열동안 생성된 마이야르 반응 관련 물질이 추출시 닭발 추출물에 전이되었다고 판단된다.

Table 2는 닭발 추출액을 삼계탕에 넣어 제조하였을 때 얻은 최종 육수의 색택도 함께 나타내고 있다. 추출물과 삼계탕 육수의 색변화는 상이하게 나타났다. 명도(L*값)는 건조추출한 육수(닭발을 건조 가열한 후 추출한 액으로 제조한 삼계탕 육수)에서 상대적으로 낮았다. 추출액과 비교해 보면 건조추출한 육수의 L*값이 상대적으로 감소가 컸다. 대조구와 비교하였을 때 건조추출한 육수와 오븐 1시간 추출한 육수(닭발을 1시간동안 오븐가열한 후 추출한 액으로 제조한 삼계탕 육수)에서 L*값이 더 낮았다($P<0.05$).

육수의 적색도(a*)를 추출액과 비교하였을 때 전반적으로 낮은 경향을 보였으나, 건조가열 후 2시간 추출한 육수는 다소 증가하는 모습을 나타냈다. 육수의 황색도(b*)를 추출액과 비교했을 때 생닭발과 오븐추출한 육수에서 높았으며, 건조추출한 육수에서는 낮게 나타났다($P<0.05$).

닭발 추출액의 투과율을 보면 생닭발, 오븐가열, 건조가열 순으로 나타나 건조가열 추출액이 가장 투과율이 낮았다($P<0.05$). Triyannanto and Lee(2015)에 의하면 삼계탕 제조하기 전에 품질증진을 위해 각기 다른 열처리를 실행하였는데, 높은 온도에서 장시간 가열한 삼계탕 육수에서 가장 낮

은 투과율을 보였다고 하였으며, 이를 메일라드반응에 의해 투과율이 감소된 것이라고 하였다. 삼계탕 육수간 투과율은 추출액과는 다르게 유의적인 차이를 보이지 않았지만 ($P>0.05$), 상대적으로 건조가열 후 1시간 추출한 육수에서 가장 낮은 경향을 보였다.

2. pH와 Thiobarbituric Acid Reactive Substances (TBARS)

닭발 추출액과 이를 이용하여 제조한 삼계탕 육수의 pH 및 TBARS값을 보면 Table 3과 같다. 오븐가열과 건조가열을 통해 추출한 추출액이 생닭발 추출액보다 낮은 pH를 보였다. 이중 오븐가열 후 2시간 추출액의 pH가 가장 낮았고, 생닭발 1시간 추출액에서 pH가 가장 높았으며 ($P<0.05$), 결과적으로 닭발 추출액의 pH는 추출시간이 증가함에 따라 감소하였다 ($P<0.05$). 추출시간 증가에 따른 pH 감소는 추출물 제조시 발생하는 마이야르 반응과 연관이 있다. Liu et al.(2008)은 마이야르 반응시 아미노산이 환원당과 만나 소비되며, 이에 따라 유기산이 생성되기 때문에 pH의 감소가 일어난다고 보고하였다. 또한 Triyannanto & Lee(2015)는 삼계탕 제조시 삼계탕용 닭에 사전 열처리를 하여 삼계탕을 제조하였는데, 열처리 시간과 온도가 높아짐에 따라 삼계탕 육수와 고기의 pH의 감소가 관찰되었고, 이러한 이유를 마이야르 반응에 의한 pH 감소로 보았다. 따라서 닭발 추출물 pH 감소는 닭발의 추출시 열에 의해 생성된 유기산이 추출물에 용해되어, pH를 감소시켰다고 사료된다.

반면, 삼계탕 육수의 pH(6.68~6.81)는 추출물의 pH(7.11~7.64)보다 낮아졌으며, 추출시간이 1시간에서 2시간으로 길어짐에 따라 증가하였다 ($P<0.05$). 닭발 추출물과 비교해, 전체적인 삼계탕 육수의 pH가 감소한 것은 레토르트 공정 중 발생한 고온고압의 열에 의해 삼계육에서 유기산이 생성되었기 때문이라 생각된다.

닭발 추출액의 TBARS 값은 생닭발보다 가열한 닭발 추출액에서 더 높았다 ($P<0.05$). 하지만 추출시간이 길어짐에 따라 오븐과 건조가열 추출물에서 유의적인 감소를 나타냈다 ($P<0.05$). 건조가열 추출액의 TBARS 값은 다른 처리구에 비해 높았는데, 건조가열 처리구가 생닭발 처리구와 오븐가열 처리구(1 hour)에 비해 열처리 시간(12 hour)이 길기 때문이라 판단된다. Domínguez et al.(2014)은 말고기를 각기 다른 조리법으로 조리했을 때 지방산패와 휘발성 성분에 대해 보고했는데, TBARS에 영향을 미치는 요인이 조리온도보다 조리시간의 영향이 크다고 보고했다.

삼계탕 육수의 TBARS 값(0.294~0.417 mg/kg)은 닭발 추출액의 TBARS 값(0.125~0.304 mg/kg)에 비해 증가하는 경향을 보였다. 전처리에 따른 삼계탕 육수의 TBARS 값은 생닭발 육수와 오븐가열 처리구보다 건조가열 처리구에서 높았는데, 이는 닭발의 전처리시 열처리 시간에 영향을 받은 것으로 판단된다 ($P<0.05$). 생닭발과 건조추출한 육수의 TBARS 값은 추출시간이 1시간에서 2시간으로 길어짐에 따라 유의적으로 증가했다. 이는 기존 닭발에서 추출된 지방과 삼계탕에 함유된 지방이 레토르트라는 고온고압 처리과정을 거치면서 산화물이 증가하였기 때문으로 생각된다. Ahn and Min(2005)은 고기의 열처리 시 세포 구조가 붕괴되고, 항산화효소 작용을 저해시켜서 지방산화가 촉진된다고 보고했다. Shah et al.(2017)도 쇠고기 카레에서 가열의 강도, 즉 F_0 값(121°C에서 열이 전달되어 멸균이 이루어지는 시간)이 높을수록 TBARS 값이 높았다 보고한 바 있다.

3. 휘발성 향기물질

닭발 추출액과 이를 첨가하여 제조된 삼계탕 육수의 휘발성 향기물질을 확인하기 위해 GC-MS를 이용하여 분석하였다. Table 4에서 보는 바와 같이, 닭발 추출액에서 검출된 휘발성 향기물질은 총 21종이며, aldehydes, alkane, benzene,

Table 3. pH and TBARS value of chicken feet extract and *Samgyetang* broth prepared with different pretreatment and extraction time

		Con	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value
			1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour		
pH	Extract	-	7.64 ^a	7.46 ^b	7.33 ^d	7.11 ^f	7.42 ^c	7.24 ^e	0.04	<0.001
	Broth	6.81 ^a	6.72 ^{cd}	6.79 ^{ab}	6.69 ^d	6.74 ^{bc}	6.68 ^d	6.80 ^a	0.01	<0.001
TBARS (mg/kg)	Extract	-	0.134 ^{cd}	0.125 ^d	0.207 ^b	0.161 ^c	0.304 ^a	0.226 ^b	0.013	<0.001
	Broth	0.319 ^{bc}	0.294 ^c	0.343 ^{abc}	0.399 ^{ab}	0.307 ^c	0.337 ^{bc}	0.417 ^a	0.012	0.027

^{a~f} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$). SEM, standard error of the mean.

Table 4. Aroma volatiles ($\times 10^5$ area unit) of chicken feet extract made with different chicken feet pretreatment and extraction time

Group	Chem	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value	Aroma description	References
		1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour				
Alde- hydes	Propanal	0.00 ^d	1.14 ^c	0.00 ^d	1.82 ^b	1.93 ^{ab}	2.02 ^a	0.180	<0.001	Cocoa, pungent, nutty, alcoholic, wine	A, B, C
	Hexanal	18.58 ^{cd}	8.68 ^c	13.31 ^{de}	19.31 ^c	67.24 ^a	36.17 ^b	0.418	<0.001	Grass, tallow, fat	A, B, C
	Heptanal	3.22 ^d	1.60 ^e	2.47 ^{de}	5.89 ^c	11.88 ^a	7.60 ^b	0.745	<0.001	Oily, fatty, citrus, rancid	A, B, C
	Benzaldehyde	0.00 ^d	0.00 ^d	1.69 ^e	3.13 ^b	4.36 ^a	4.03 ^a	0.380	<0.001	Burnt sugar, gravy, stewed, almond, roasted, burning	A, B, C, D
	Octanal	4.42 ^d	3.10 ^e	4.28 ^d	8.75 ^c	16.67 ^a	12.88 ^b	1.046	<0.001	Oily, fatty, green, honey	A, B, C
	Nonanal	8.36 ^d	7.05 ^e	6.16 ^e	11.33 ^c	19.93 ^a	15.27 ^b	1.025	<0.001	Fatty, citrus, grassy, green	A, B, C
Total aldehydes compounds		34.58 ^d (20.3%)	21.57 ^f (15.8%)	27.91 ^e (16.8%)	50.23 ^c (19.4%)	122.01 ^a (32.6%)	77.97 ^b (25.5%)	7.310	<0.001	-	-
Alkane	Heptane	3.93 ^d	2.58 ^e	4.02 ^d	5.66 ^c	10.73 ^a	7.87 ^b	0.586	<0.001	Alkane, ethereal, sweet	A, B
	Octane	3.11 ^d	2.24 ^e	7.26 ^e	7.17 ^c	13.88 ^a	10.94 ^b	0.855	<0.001	Alkane, gasoline	A, B
	Cyclotrisiloxane	2.86	2.13	1.77	1.91	2.39	2.59	0.154	0.309	-	-
	4-Methyl octane	0.00 ^c	0.00 ^c	2.90 ^{ab}	3.38 ^a	1.86 ^b	3.03 ^{ab}	0.336	<0.001	-	-
	Dodecane	3.35 ^c	2.81 ^c	11.36 ^a	7.87 ^b	9.82 ^{ab}	8.88 ^{ab}	0.781	<0.001	Alkane	A
	2,5-Dimethylundecane	0.00 ^c	0.00 ^c	0.00 ^e	1.96 ^{ab}	1.85 ^b	2.14 ^a	0.210	<0.001	-	-
Total alkane compounds		13.25 ^d (7.80%)	9.76 ^e (7.15%)	27.31 ^c (16.4%)	27.95 ^c (10.8%)	40.53 ^a (10.8%)	35.45 ^b (11.6%)	2.719	<0.001	-	-
Ben- zene	Toluene	2.58 ^{ab}	2.56 ^{ab}	3.27 ^{ab}	3.38 ^a	3.23 ^{ab}	3.38 ^a	0.119	0.089	Sweet, paint, solvent-like	A, B, E
	1,4-Dimethylbenzene	1.75 ^b	0.52 ^c	2.18 ^b	4.45 ^a	4.84 ^a	4.58 ^a	0.356	<0.001	-	-
Total benzene compounds		4.33 ^{bc} (2.55%)	3.08 ^c (2.26%)	5.45 ^b (3.27%)	7.83 ^a (3.02%)	8.07 ^a (2.16%)	7.96 ^a (2.60%)	0.438	<0.001	-	-
Furan	2-Methylfuran	57.76	64.13	53.81	72.71	85.75	81.73	4.259	0.163	Acetone, chocolate	B
	2,5-Dimethylfuran	3.08 ^b	2.43 ^b	2.63 ^b	6.20 ^a	2.38 ^b	3.41 ^b	0.317	<0.001	Bacon, meaty, gravy, roasted	B
	2-Pentylfuran	2.14 ^d	1.82 ^d	3.72 ^c	4.11 ^c	10.99 ^a	9.20 ^b	0.747	<0.001	Beany, butter, green	B, C
Total furan compounds		62.98 ^b (37.05%)	68.38 ^{ab} (50.1%)	60.16 ^b (36.1%)	83.02 ^{ab} (32.0%)	99.12 ^a (26.5%)	94.34 ^a (30.8%)	4.717	0.042	-	-
Ketone	2-Heptanone	2.01 ^d	1.39 ^e	2.26 ^d	5.09 ^c	6.74 ^a	6.22 ^b	0.447	<0.001	Woody, coconut, sweet	B, C
	Ethanone	1.50 ^c	1.08 ^d	1.17 ^d	2.25 ^a	1.77 ^b	1.74 ^b	0.086	<0.001	-	-
Total ketone compounds		3.51 ^d (2.07%)	2.47 ^e (1.81%)	3.43 ^d (2.06%)	7.34 ^c (2.83%)	8.51 ^a (2.27%)	7.96 ^b (2.60%)	0.520	<0.001	-	-

Table 4. Continued

Group	Chem	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value	Aroma description	References
		1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour				
VSC	Benzothiazole	51.32 ^b	31.22 ^b	37.67 ^b	78.61 ^a	89.44 ^a	76.88 ^a	5.220	<0.001	Gasoline, coffee, cooked, meat, nutty, sulfury	A, B
	Carbon disulfide	0.00 ^d	0.00 ^d	4.57 ^c	4.54 ^c	6.43 ^a	5.50 ^b	0.054	<0.001	Pleasant, sweet, ether like	F
Total VSC compounds		51.32 ^b (30.2%)	31.22 ^b (22.88%)	42.24 ^b (25.4%)	83.15 ^a (32.04%)	95.87 ^a (25.6%)	82.37 ^a (26.9%)	5.252	<0.001	-	-
Total volatile compounds		169.97 ^c	136.48 ^c	166.50 ^c	259.52 ^b	374.11 ^a	306.06 ^b	18.34	<0.001	-	-

A, <http://flavornet.org/flavornet.html>; B, <http://foodb.ca>; C, Calkins and Hodgen(2007); D, Machiels et al.,(2003); E, Migita et al., (2017); F, Holleman et al.,(2001); SEM, standard error of the mean; VSC, volatile sulfur compounds.

^{a~f} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

furan, ketone, volatile sulfur compounds(VSC)의 6개 그룹으로 분류되었다. 건조가열 후 1시간 추출액이 다른 처리구보다 total volatile을 비롯한 aldehydes, alkane, benzene, furan, ketone 그리고 volatile sulfur compounds에서 가장 함량이 많았으며, 이와 반대로 생닭발 추출액과 오븐가열 1시간 추출액에서 total volatile 함량이 낮았다($P<0.05$).

추출액에서 aldehydes 그룹은 propanal, hexanal 등을 비롯한 6종이 검출되었다. Aldehydes 그룹은 건조가열한 추출액에서 다른 처리구에 비해 높은 함량을 나타내었다. 특히 건조가열 후 1시간 추출액은 전체 함량 중에 aldehydes의 함량이 차지하는 비중이 32.6%로 가장 많았다. 모든 추출액 처리구에서 aldehydes 그룹 중 풋내(green), 수지(tallow), 지방(fat)의 풍미를 나타내는 hexanal이 가장 많은 비중을 차지하였다. 지질반응(lipid reaction)은 조리된 고기의 향기의 90%의 향기물질을 생성한다고 알려져 있으며, hexanal을 비롯한 2-hexanal, pentanal, heptanal, benzaldehyde, octanal, nonanal 등이 이 반응을 통해 생성된다고 알려졌다(Chen et al., 2002; Domínguez et al., 2014). 또한 Hexanal은 TBARS 값과 상관관계가 있다고 알려져 있는데(Brunton et al., 2000; Beltran et al., 2003; Domínguez et al., 2014), 본 실험결과에서 또한 hexanal은 TBARS 함량이 높은 건조가열 후 1시간 추출한 처리구에서 가장 높은 값을 보였다($P<0.05$). 건조가열 후 1시간 처리구에서 hexanal 함량이 다른 처리구에 비해 높은 것을 확인할 수 있었는데, 이러한 hexanal의 증가가 건조가열 후 1시간 처리구의 총 aldehyde 함량에 영향을 미친 것으로 사료된다. 생닭발 추출액에서는 가열처리 처리구와 다르게 benzaldehyde와 octanal이 발견되지 않았다. Calkins

and Hodgen (2007)과 Champagne (2008)에 따르면 benzaldehyde는 아몬드 향기와 탄 냄새 등을 나타내며, octanal은 지방냄새를 낸다고 보고하였는데, 이러한 차이가 총 Aldehyde 함량과 더 나아가 추출액의 향미에 영향을 미친 것으로 판단된다.

Alkane은 octane를 비롯한 6종이 검출되었으며, 오븐가열 후 1시간 추출액에서 가장 높은 비율(16.4%)을 보였다. 특히 생닭발 추출액에 비해 건조 및 오븐가열 추출액에서 alkane 그룹 함량이 증가하는 경향을 보였다. 이중 유제품향(dairy), 과일(fruit), 허브(herb), 향신료(spice) 풍미를 나타낸다고 알려진 octane은 건조가열 후 1시간 추출액에서 유의적으로 높게 나타났다($P<0.05$).

추출액에서 총 benzene 그룹의 함량은 건조가열, 오븐가열, 생닭발 추출액 순으로 감소하였다($P<0.05$). Benzene 그룹은 toluene과 1,4-dimethylbenzene 두 종류가 발견되었다. Toluene은 오븐 및 건조가열 후 2시간 추출액에서 가장 높은 값을 나타내었다($P<0.10$). Moio et al. (1993)에 따르면 toluene은 화학물질(chemical), 용매(solvent)와 같은 냄새를 내는 것으로 알려졌다.

Furan은 열분해와 아미노산 중 Ser, Cys, Ala, Thr, Asp이 당과 반응하며, 메일라드반응을 일으키는 과정에서 생성된다(Rowe, 1998; Varanova and Ciesarova, 2009). 이러한 furan은 식품에서 향기를 내는 물질로 작용하나, 일부에선 체내 발암물질로 작용한다고 보고되었다. 하지만 Varanova and Ciesarova(2009)는 식품에서 발견되는 furan의 양은 인체에 영향을 미치기엔 적은 양이라 보고하였다. 본 실험에서 furan 그룹은 3종이 검출되었으며, 26.5~50.1%까지 다양하

였다. 이중 구운향기(roasted flavor)를 낸다고 알려진 2,5-dimethylfuran의 함량은 2시간 오븐가열 추출액에서 가장 높았으며, 버터향기(butter flavor)를 낸다고 알려진 2-pentylfuran은 건조가열 후 1시간 추출액에서 많은 함량을 나타냈다($P < 0.05$).

Ketone은 검출 역치가 낮다고 알려져왔으며(Insausti et al., 2002), 본 연구의 닭발 추출액에서 2-heptanone, ethanone 2종이 발견되었다. 지방의 산패시 ketone, aldehyde, alcohol이 발생되며, 이러한 물질이 다량 함유하게 되면 산패(rancid), 판지이취(cardboard), 자극취(pungent)와 같은 냄새를 낸다고 알려졌다(Chang and Peterson, 1977). 본 실험에서 나타난 총 ketone 함량은 건조가열 후 1시간 추출액에서 유의적으로 높았으며, 생닭발 추출액과 오븐가열 후 1시간 추출액에서 낮았다($P < 0.05$). Ketone의 한 종류인 2-heptanone은 탄내(burnt), 엇기름(malty) 등의 냄새를 나타낸다고 보고되고 있는데, 본 실험에선 건조가열한 추출액과 오븐가열 후 2시간 추출액에서 유의적으로 높았다($P < 0.05$).

Volatile sulfur compounds(휘발성 황화합물, VSC)의 물질로는 benzothiazole과 carbon sulfide가 검출되었다. Benzothiazole은 커피, 삶은고기 등의 향을 낸다고 알려졌는데, 건조가열한 추출액과 오븐가열 후 2시간 추출액에서 상대적으로 benzothiazole의 함량이 높은 것을 알 수 있었다($P < 0.05$). Machiels et al. (2003)은 이러한 benzothiazole이 스투(stewed), 그레이비(gravy), 볶음(roasted)과 관련된 풍미를 낸다고 보고하였으며, Xie et al.(2008)은 미니돼지의 고기를 구워 휘발성 향미물질을 조사하였는데, 구운 고기에서 특이적으로 benzothiazole이 발견되었으며, 적은 양으로도 풍미를 나타낸다고 하였다.

Table 5는 추출액을 삼계탕에 넣어 제조한 육수의 휘발성 향기물질을 나타내고 있다. 향기물질은 추출액에서와 같이 aldehydes, alkane, benzene, furans, volatile sulfur compounds (VSC), alcohol 등 6개의 그룹으로 분류되었다. 삼계탕 육수의 총 휘발성 향기물질은 대조구에서 유의적으로 높은 값을 나타냈다($P < 0.05$). 대조구에서 furan 29.36%, VSC 31.9%, alcohol 21.8%가 차지하였다.

총 aldehydes 그룹은 오븐가열 후 1시간 추출액으로 제조한 육수에서 유의적으로 그 함량이 높았으며, 총 휘발성 물질 중 24.4%를 나타냈다. Aldehyde 그룹은 8종의 휘발성 물질이 검출되었다. 그 중 hexanal, octanal, nonanal의 함량이 오븐가열 후 1시간 추출액으로 제조한 육수에서 유의적으로 높은 것을 확인할 수 있었다.

Hexanal은 linoleic acid의 산패에 의해 생성되는 카보닐

그룹 중 하나이며, 지방산패의 정도를 나타내는 지표로 사용되고 있다(Larick et al., 1992). Hexanal은 풀(grass), 우지(tallow), 지방(fat)의 풍미를 나타내며, 다량의 hexanal은 나쁜 풍미를 발현한다고 알려졌다(Calkin and Hodgen, 2007; Pomponio and Ruiz-Carrascal, 2017). Octanal, nonanal은 oleic acid의 산화물로써(Chen et al., 2002; Damanik and Murkovic, 2018), octanal은 기름(oil), 지방(fat), 꿀(honey)과 같은 향기를 내며, nonanal은 지방(fat), 감귤향(citrus), 풀내(grassy), 풋냄새(green flavor)를 낸다고 알려졌다. Ruben et al. (2014)은 말고기를 그릴 조리, 전자레인지 조리, 튀기기, 굽기의 방법을 사용해서 가열했을 때 구운 말고기에서 유의적으로 높은 hexanal을 보였다고 보고했으며, octanal과 nonanal의 함량 또한 튀기기를 제외한 모든 조리방법에서 유의적으로 높았다 하였다($P < 0.05$). Benzaldehyde는 그레이비(gravy), 볶음(roasted), 아몬드향(almond flavor)을 나타내는데, 건조가열 후 2시간 추출액으로 제조한 육수에서 가장 높은 값을 보였다고 하였다($P < 0.05$).

총 alkane은 오븐추출한 육수와 건조가열 후 2시간 추출한 육수에서 유의적으로 높았다($P < 0.05$). 대조구의 경우 alkane 그룹이 발견되지 않았다. Alkane은 decane, tetradecane 두 종류가 검출되었으며, 생닭발로 추출한 육수에서는 tetradecane이 검출되지 않았다. Decane과 tetradecane은 alkane 향을 낸다고 알려졌는데, decane은 건조가열 후 2시간 추출한 육수($5.88 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$)와 오븐가열 후 2시간 추출한 육수($5.61 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$)에서 유의적으로 높았으며, tetradecane은 오븐추출한 육수($2.07 \sim 2.71 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$)에서 유의적으로 증가했다($P < 0.05$). 이러한 alkane 생성물의 차이는 전처리시 지방산화에 따른 차이에서 오는 것이라 사료된다.

육수의 총 benzene의 함량은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았으며, toluene만 발견되었다. 또한 toluene은 2시간 건조 가열 후 2시간 추출한 육수에서 가장 높은 값을 보였으며($7.57 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$), 생닭발로 1시간 추출한 육수에서 낮은 값을 보였다($5.33 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$).

총 furan은 대조구에서 높은 함량을 보였으며, 전처리를 진행한 처리구들간에는 비슷한 수준으로 나타났다. Furan 그룹은 2,5-dimethylfuran, 2-methylfuran, 2-pentylfuran이 검출되었다. 특히 2-methylfuran이 다른 처리구들($53.34 \sim 63.83 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$)에 비해 대조구에서 약 2 배 가량 검출되었다($102.99 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$). 대조구와 닭발로 추출한 육수간 차이가 있었으나, 닭발의 전처리에 따른 차이는 없었다. 베이컨(Bacon), 그레이비(gravy), 볶음(roasted)

Table 5. Aroma volatiles ($\times 10^5$ area unit) of *Samgyetang* broth made with chicken feet extract prepared with different pretreatment and extraction time

Group	Compound name	Control	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value	Aroma description	References
			1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour				
Aldehydes	2-Methylbutanal	4.68 ^a	2.14 ^b	2.15 ^b	2.22 ^b	1.64 ^b	1.88 ^b	1.57 ^b	0.214	<0.001	Almond, cocoa, coffee, nutty	B
	Propanal	7.27 ^a	4.73 ^{bc}	4.82 ^b	4.70 ^{bc}	4.01 ^{cd}	3.85 ^d	4.50 ^{bcd}	0.220	<0.001	Cocoa, pungent, nutty, alcoholic, wine	A, B, C
	Hexanal	26.83 ^{bc}	23.83 ^{bc}	20.59 ^c	34.68 ^a	21.45 ^c	26.87 ^{bc}	31.32 ^{ab}	1.229	0.005	Grass, tallow, fat	A, B, C
	Octanal	6.88 ^b	3.47 ^b	3.09 ^b	12.23 ^a	3.47 ^b	4.44 ^b	5.63 ^b	0.781	0.007	Oily, fatty, green, honey	A, B, C
	Heptanal	4.79 ^b	3.68 ^b	2.66 ^b	8.63 ^a	3.67 ^b	4.34 ^b	5.05 ^b	0.432	0.001	Oily, fatty, citrus, rancid	A, B, C
	Pentanal	1.93 ^a	1.57 ^b	1.38 ^{bc}	1.55 ^b	1.61 ^{ab}	1.07 ^c	1.37 ^{bc}	0.057	<0.001	Almond, malt, pungent, fermented, bready	A, B
	Benzaldehyde	1.16 ^b	1.66 ^b	1.60 ^a	1.53 ^a	1.28 ^b	1.57 ^a	1.70 ^a	0.044	<0.001	Burnt sugar, gravy, stewed, almond, roasted, burning	A, B, C, D
	Nonanal	3.81 ^b	4.08 ^{abc}	3.08 ^b	12.52 ^a	3.98 ^b	6.14 ^b	6.68 ^b	0.765	0.003	Fatty, citrus, grassy, green	A, B, C
Total aldehydes compounds		57.35 ^{bc} (15.0%)	45.16 ^{bcd} (19.3%)	39.37 ^d (14.4%)	78.06 ^a (24.4%)	41.11 ^{cd} (16.5%)	50.16 ^{bcd} (19.4%)	57.82 ^b (20.8%)	2.925	<0.001	-	-
Alkane	Decane	0 ^d	4.52 ^{ab}	2.38 ^c	4.72 ^{ab}	5.61 ^a	2.78 ^{bc}	5.88 ^a	0.434	<0.001	Alkane	A, B
	Tetradecane	0 ^d	0 ^d	0 ^d	2.71 ^a	2.07 ^b	1.05 ^c	1.12 ^c	0.195	<0.001	Alkane, mild, waxy	A, B
Total alkane compounds		0.00 ^d (0%)	4.52 ^b (1.93%)	2.38 ^c (0.87%)	7.43 ^a (2.32%)	7.68 ^a (3.08%)	3.83 ^{bc} (1.48%)	7.00 ^a (2.52%)	0.552	<0.001	-	-
Ben-zene	Toluene	7.50	5.33	5.87	5.75	7.24	5.91	7.57	0.345	0.401	Sweet, paint, solvent-like	A, B, E
Total benzene compounds		7.50 (0%)	5.33 (2.28%)	5.87 (2.15%)	5.75 (1.80%)	7.24 (2.90%)	5.91 (2.29%)	7.57 (2.72%)	0.345	0.401	-	-
Furan	2,5-Dimethylfuran	4.31 ^a	3.09 ^b	3.02 ^b	3.13 ^b	2.83 ^b	2.04 ^c	1.75 ^c	0.160	<0.001	Bacon, meaty, gravy, roasted	B
	2-Methylfuran	102.99 ^a	53.34 ^b	59.77 ^b	62.21 ^b	63.13 ^b	57.53 ^b	63.83 ^b	4.326	0.024	Acetone, chocolate	B
	2-Pentylfuran	5.29	3.81	3.69	6.72	4.29	7.89	8.96	0.573	0.051	Beany, butter, green	B, C
Total furan compounds		112.59 ^a (29.36%)	60.24 ^b (25.7%)	66.48 ^b (24.4%)	72.06 ^b (22.5%)	70.25 ^b (28.2%)	67.46 ^b (26.1%)	74.54 ^b (26.8%)	4.538	0.029	-	-

Table 5. Continued

Group	Compound name	Control	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value	Aroma description	References
			1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour				
	2-Methylthiophene	3.03	2.39	2.01	1.69	2.49	3.10	2.64	0.151	0.11	Roasted, sulfur, onion, alliacious, green	B
	Allyl methyl sulfide	54.7 ^a	23.28 ^b	34.69 ^b	31.36 ^b	27.56 ^b	32.92 ^b	32.08 ^b	2.358	0.004	Alliacious, garlic, onion	B
	Benzothiazole	49.87 ^b	48.2 ^b	54.07 ^{ab}	67.06 ^a	51.01 ^b	44.40 ^b	46.33 ^b	1.915	0.018	Gasoline, coffee, cooked, meat, nutty, sulfury	A, B
VSC	Dimethyl sulfide	3.78 ^a	1.69 ^c	2.37 ^b	1.97 ^{bc}	1.39 ^c	1.81 ^{bc}	1.89 ^{bc}	0.157	<0.001	Onion, radish, green, gasoline, sulfur	A, B
	Dimethyl disulfide	3.44 ^a	1.46 ^b	1.83 ^b	1.86 ^b	1.18 ^b	1.56 ^b	1.15 ^b	0.177	0.001	Meaty, nutty, fatty, green, onion, cabbage	A, B
	Methyl-2-propenyl disulfide	2.66 ^{ab}	3.04 ^a	2.15 ^{bc}	2.10 ^{bc}	1.27 ^d	2.88 ^{ab}	1.39 ^{cd}	0.154	<0.001	Alliacious, garlic, onion, green	B
	3,3'-Thiobis-1-propene	5.02	3.99	8.04	6.58	7.86	5.81	8.36	0.551	0.25	Garlic, horseradish, onion, sulfurous	B
Total VSC compounds		122.50 (31.9%)	84.05 (35.9%)	105.16 (38.5%)	112.62 (35.2%)	92.76 (37.2%)	92.48 (35.8%)	93.84 (33.8%)	3.773	0.057	-	-
	Alcohol 2-Propen-1-ol	83.54 ^a	34.82 ^{cd}	53.7 ^b	43.87 ^{bc}	30.32 ^d	38.7 ^{cd}	37.25 ^{cd}	3.473	<0.001	Mustard, pungent	B
Total alcohol compounds		83.54 ^a (21.9%)	34.82 ^{cd} (14.9%)	53.7 ^b (19.7%)	43.87 ^{bc} (13.7%)	30.32 ^d (12.2%)	38.7 ^{cd} (15.0%)	37.25 ^{cd} (13.4%)	3.473	<0.001	-	-
Total volatile compounds		383.48 ^a	234.12 ^c	272.96 ^{bc}	319.79 ^{ab}	249.36 ^c	258.54 ^{bc}	278.02 ^{bc}	11.62	0.001	-	-

A, <http://flavornet.org/flavornet.html>; B, <http://foodb.ca>; C, Calkins and Hodgen(2007); D, Machiels et al.,(2003); E, Migita et al., (2017); ^{a~d} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$). SEM, standard error of the mean.

향기를 내는 2,5-dimethylfuran 또한 대조구에서 유의적으로 높은 값을 보였으며, 상대적으로 건조 추출한 육수에서 낮은 값을 보였다($P<0.05$).

Volatile sulfur compound(VSC)는 몇몇 식품에서 발견되곤 하는데, 700종류 이상의 유기 화합물들이 있다고 보고되고 있다(Nijssen et al., 1996). 총 VSC 함량은 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 대조구에서 다른 처리구에 비해 높은 함량을 보였다. 이는 VSC에 속한 allyl methyl

sulfide, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide의 함량이 다른 처리구에 비해 높았기 때문이라 판단된다. Allyl methyl sulfide, dimethyl sulfide, dimethyl disulfide는 모두 양파(onion), 무(radish), 풋내(green), 가솔린(gasoline), 유황(sulfur)과 같은 풍미를 나타내는 것으로 보고되어왔다.

Benzothiazole은 가열한 고기(cooked meat), 견과류향(nutty flavor)를 내는 것으로 알려져 있으며, 1시간 오븐추출액 육수에서 가장 많은 함량을 보였다($67.06 \text{ AU} \times 10^5/\text{g}$ dry

matter). Wang et al.(2016)은 돼지고기를 이용한 육수 실험에서 benzothiazole이 검출되었으며, 육수에서 카라멜 향기를 낸다고 보고했다.

총 alcohol은 대조구에서 유의적으로 높은 값을 보였으며, 전체 휘발성 물질 중 21.8%를 차지하였다($P<0.05$). 이러한 alcohol 그룹에서는 2-propen-1-ol 한 종이 검출되었는데, allyl alcohol이라고도 불린다. 2-Propen-1-ol은 마늘에서 발견되는 휘발성 향기물질 중 하나로써(Kim et al., 1995; Shin et al., 2000), 겨자향(mustard), 자극취(pungent)를 낸다고 알려졌다. 2-Propen-1-ol은 대조구에서 $83.54 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$ 로 가장 높은 값을 나타냈으며, 그 뒤로 생닭발로 2시간 추출한 육수($53.7 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$), 오븐가열후 1시간 추출한 육수가 뒤를 이었다($43.87 \text{ AU} \times 10^5/\text{g dry matter}$).

휘발성 향기물질의 생성 여부와 관능검사상의 풍미를 연결해서 학문적으로 해석하기는 쉽지 않다. 왜냐하면 식품의 조리시 다양한 향기를 가진 휘발성 물질들이 생성되며, 각각의 향기성분들은 수용역치를 가지기 때문에 이를 모두 통합하여 풍미를 결정하는 것은 쉽지 않기 때문이다. 본 연구의 추출액에서 건조가열한 구에서 메일라드 반응물인 furan 화합물과 총 휘발성 물질이 높아 뒤에 거론될 관능검사 결과와 연관성 있게 나타났다. 그렇지만 육수에서는 처리구보다 대조구에서 더 많은 휘발성물질이 집계된 것을 보아, 향후 휘발성 향기물질과 관능검사에서 나타난 향미와 관계에 대해 지속적으로 추가 연구가 필요하다고 생각한다.

4. 관능검사

닭발 추출액의 소비자 기호도 평가와 정량적 묘사분석

(QDA) 결과는 각각 Table 6 및 Table 7과 같다. 소비자 기호도 평가 결과, 닭발 추출액의 외관(appearance)은 생닭발 추출액에 비해 오븐 및 건조가열한 추출액에서 유의적으로 높은 값을 나타내었다($P<0.05$). 정량적 묘사분석에서 추출액의 색깔을 1점(물:간장=1:100 v/v)에서 7점(물:간장=1:10 v/v)으로 갈수록 짙은 색으로 나타내는데, 오븐 및 건조가열한 추출액에서 유의적으로 높았다($P<0.05$). 소비자 기호도 평가결과와 정량적 묘사분석에 의하면 걸모양 점수는 추출액의 색이 짙을수록 높아지는 것을 볼 수 있었는데, 소비자들은 삼계탕의 육수가 짙은 갈색일수록 좋아하는 것으로 판단된다.

추출액의 맛(taste)과 짠맛(saltiness)는 처리구별 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 관련한 추출액의 정량적 묘사분석도 감칠맛(umami), 쓴맛(bitterness), 짠맛에서 마찬가지로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 묘사분석과 관능평가지 추출물에 소금과 MSG 등 맛에 영향을 주는 양념을 동일하게 첨가하여 처리구별 맛 차이를 상쇄시켰기 때문으로 생각된다.

추출액의 향기(roma)의 선호도를 보면 건조가열후 1, 2시간 추출액이 다른 처리구에 비해 높은 점수를 받았다($P<0.05$). 추출액의 정량적 묘사분석에 의하면 관능검사용원들은 견과류향(nutty flavor), 구운냄새(roasted flavor), 닭고기향(chicken flavor), 산패취(rancid flavor)의 항목에서 차이가 있다고 감지했다($P<0.05$). 견과류향의 경우, 표준 물질로 분쇄한 아몬드를 사용하였는데, 이때 전자레인지에 30초간 가열한 것을 4점으로 정하였다. 관능검사용원들은 견과류향이 건조가열후 1시간 추출액에서 상대적으로 강하다고 판단하였는데($P<0.05$), 이를 기계적(GC-MS) 분석결과와 비

Table 6. Hedonic score of chicken feet extract prepared with different pretreatment and extraction time

	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value
	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour		
Appearance	3.8 ^b	5.0 ^{ab}	5.7 ^a	5.2 ^a	5.3 ^a	5.4 ^a	0.18	0.047
Taste	4.7	5.0	4.6	4.3	5.2	5.2	0.15	0.208
Saltiness	4.0	4.5	3.8	4.1	4.7	4.7	0.14	0.240
Aroma	4.2 ^b	5.0 ^{ab}	4.3 ^b	4.4 ^b	5.4 ^a	5.3 ^a	0.13	0.015
Overall acceptance	4.1 ^b	4.8 ^{ab}	4.8 ^{ab}	4.5 ^b	5.7 ^a	5.2 ^{ab}	0.15	0.037

Hedonic scale: 1 (dislike very much), 2 (dislike moderately), 3 (dislike slightly), 4 (neither like nor dislike), 5 (like slightly), 6 (like moderately), 7 (like very much).

^{a,b} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM, standard error of the mean.

Table 7. Quantitative descriptive score of chicken feet extract prepared with different pretreatment and extraction time

Characteristics	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value	
	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour			
Color	2.7 ^d	3.3 ^d	4.3 ^c	6.0 ^a	5.1 ^b	5.7 ^{ab}	0.19	<0.001	
Taste	Umami	3.6	4.3	4.1	4.3	4.9	5.1	0.17	0.112
	Bitterness	2.1	1.8	2.4	2.5	2.7	2.3	0.12	0.377
	Saltiness	3.9	4.2	4.5	4.0	4.9	4.2	0.20	0.745
Flavor	Nutty	2.5 ^c	2.7 ^{bc}	3.7 ^{abc}	3.6 ^{abc}	4.2 ^a	4.0 ^{ab}	0.19	0.049
	Roasted	2.4 ^b	2.3 ^b	3.3 ^{ab}	3.3 ^{ab}	4.2 ^a	4.2 ^a	0.18	0.001
	Chicken	3.6 ^c	3.5 ^c	3.9 ^{bc}	4.1 ^{abc}	5.2 ^a	4.9 ^{ab}	0.17	0.007
	Rancid	2.0 ^c	2.3 ^{bc}	3.1 ^{abc}	3.4 ^{ab}	3.6 ^{ab}	3.8 ^a	0.20	0.043

Descriptive scale: Color, 1: dark soy sauce(1/100 v/v) in water, 7: dark soy sauce(1/10 v/v) in water; Umami, 4: monosodium glutamate 0.2% (w/v) in water; Bitterness, 5: espresso in water (1/8 v/v); saltiness, 3: salt (0.5% w/v) in water; nutty, 4: ground roast almond (microwave for 30 s); roasted, 5: roasted chicken feet (oven for 1 h); chicken, 6: dried chicken thigh in air drier (70°C/12 h); rancid, 5: canola oil (microwave for 5 min).

^{a~d} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM, standard error of the mean.

교해보면 건과류향과 연관된 propanal, octanal의 함량이 건조가열한 추출액에서 높은 것을 확인할 수 있었다($P<0.05$). 구운냄새(roasted flavor)는 오븐에 구운 닭발을 분쇄하여 사용하였으며, 이때를 5점으로 설정했다. 관능검사요원들은 구운 냄새가 건조가열한 추출액에서 유의적으로 강하다고 판단했으며, 오븐가열한 추출액과 생닭발 추출액 순으로 향기의 강도가 감소했다고 하였다($P<0.05$). GC-MS 결과에서도 구운냄새나 설탕이 탄냄새(burnt sugar) 등의 향기를 낸다고 알려져 있는 benzaldehyde, toluene, 2,5-dimethylfuran, 2-heptanone이 건조가열후 1, 2시간 추출액에서 다른 처리구보다 유의적으로 많이 발견되었다. 반면, 생닭발 추출액에서는 benzaldehyde가 발견되지 않았고, 이러한 물질의 함량이 상대적으로 적었다($P<0.05$).

관능검사요원들은 닭고기 향에 대해 건조가열후 1시간 추출액에서 가장 높은 강도를 나타낸다 판단했다($P<0.05$). 이때 추출액의 닭고기 향을 정량적 묘사분석하기 위해 표준물질로 닭의 넓적 다리살을 70°C에서 12시간 건조한 것을 사용하였다.

산패취(rancid flavor)는 카놀라유를 5분간 전자레인지에 돌린 것을 표준점수 5점으로 설정하여 진행하였는데, 관능검사요원들은 산패취가 건조가열후 2시간 추출액에서 가장 높은 값을 보인다고 판단하였으며, 오븐 가열한 추출액, 생 닭발 추출액 순으로 감소하였다. GC-MS 결과에서도 건조

가열한 추출액에서 heptanal, octanal, nonanal의 함량이 다른 처리구에 비해 높음을 알 수 있다($P<0.05$). Heptanal, octanal, nonanal과 같은 휘발성 물질은 oleic acid의 자동산화 과정에서 생성된다 알려졌는데(Belitz et al., 2004), 이러한 산화물들은 산패취, 지방냄새(fatty), 자극취, 풋내, 탄내를 나타낸다(Brewer, 2009). 추출물의 종합적 기호도(overall acceptance)의 경우, 건조가열후 1시간 추출액이 다른 처리구에 비해 높았다($P<0.05$). 이는 향기와 걸보기 점수가 높았기 때문에 종합적으로 영향을 받은 것으로 생각된다.

전처리별로 만든 추출액으로 제조한 최종 삼계탕 육수에 대한 관능검사 결과를 보면 Table 8과 같다. 삼계탕 육수의 걸보기, 맛(taste), 짠맛(saltiness), 향기(roma) 항목에서 유의적인 차이가 없었지만, 닭발을 첨가하지 않은 대조구에 비해 닭발로 추출한 육수군에서 점수가 높은 것을 알 수 있었다.

비록 처리구별 맛과 향기에서는 차이가 없었지만, 종합 기호도(overall acceptability)의 경우 건조가열후 1시간 추출한 육수가 가장 높았다($P<0.05$). 관능검사의 세부항목에서는 차이를 보이지 않았지만, 상대적으로 맛, 쓴맛, 향기 항목에서 건조가열후 1시간 추출한 육수의 값이 높았는데, 이러한 요인이 종합 기호도에 반영된 것으로 판단된다.

삼계탕 육수의 정량적 묘사분석 결과는 Table 9와 같다. 색깔의 표준물질로 간장 1/100 희석액을 1점, 간장 1/10 희

Table 8. Hedonic score of *Samgyetang* broth made with chicken feet extract prepared with different pretreatment and extraction time

	Con	Raw		Oven		Dry		SEM	P-value
		1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour		
Appearance	5.3	5.1	5.0	5.4	5.0	5.1	5.3	0.17	0.99
Taste	4.0	4.1	4.9	4.4	4.9	5.6	4.9	0.16	0.08
Saltiness	4.1	3.8	4.6	4.1	5.0	5.0	4.6	0.16	0.28
Aroma	4.1	4.4	4.4	4.5	5.2	5.2	5.0	0.14	0.19
Overall acceptance	4.0 ^d	4.3 ^{cd}	4.4 ^{bcd}	4.5 ^{bcd}	5.4 ^{ab}	5.7 ^a	5.1 ^{abc}	0.15	0.01

Hedonic scale: 1 (dislike very much), 2 (dislike moderately), 3 (dislike slightly), 4 (neither like nor dislike), 5 (like slightly), 6 (like moderately), 7 (like very much).

^{a~d} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM, standard error of the mean.

Table 9. Quantitative descriptive score of *Samgyetang* broth made with chicken feet extract prepared with different pretreatment and extraction time

	Con	Raw		Oven		Dry		SEM	P value
		1 hour	2 hour	1 hour	2 hour	1 hour	2 hour		
Color	3.6 ^d	3.8 ^{cd}	4.3 ^{bcd}	4.7 ^{abc}	5.6 ^a	5.3 ^{ab}	5.4 ^a	0.15	<0.001
Umami	4.4	4.5	4.4	4.9	5.3	5.4	5.0	0.17	0.497
Taste									
Bitterness	2.0	2.4	2.0	2.4	2.8	2.4	2.6	0.13	0.636
Saltiness	3.2	3.8	3.3	3.8	4.4	4.5	3.9	0.19	0.481
Flavor									
Nutty	3.4	3.3	3.9	3.4	4.1	4.1	4.1	0.16	0.566
Roasted	2.4 ^b	3.0 ^{ab}	3.3 ^{ab}	3.2 ^{ab}	3.8 ^a	3.9 ^a	4.1 ^a	0.16	0.048
Chicken	3.4 ^{cd}	3.2 ^d	4.5 ^{abc}	3.7 ^{bcd}	5.0 ^a	4.7 ^{ab}	3.7 ^{bcd}	0.17	0.014
Rancid	2.4	2.6	2.7	2.7	3.0	2.9	2.9	0.21	0.992

Descriptive scale: Color, 1: dark soy sauce (1/100 v/v) in water, 7: dark soy sauce (1/10 v/v) in water; Umami, 4: monosodium glutamate 0.2% (w/v) in water; Bitterness, 5: espresso in water (1/8 v/v); saltiness, 3: salt (0.5% w/v) in water; nutty, 4: ground roast almond (microwave for 30 s); roasted, 5: roasted chicken feet (oven for 1 h); chicken, 6: dried chicken thigh in air drier (70°C/12 h); rancid, 5: canola oil (microwave for 5 min).

^{a~d} Means within each row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).

SEM, standard error of the mean.

색액을 7점으로 설정하였다. 관능검사요원들은 육수의 색깔이 추출액과 유사하게 오븐과 건조추출한 육수에서 생닭발로 추출한 육수에 비해 유의적으로 짙은 색을 보인다고 평가했으며, 대조구 또한 생닭발로 추출한 육수와 비슷한 색을 보인다고 평가했다($P<0.05$). 본 실험에서 감칠맛(umami), 쓴맛, 짠맛은 처리구간 차이가 없었다. 건과류향에 대한 추출물의 정량적 묘사분석에서는 유의적 증가를 보였지만, 육수에선 차이를 보이지 않았다. 반면, 육수의 구운냄새 항목에서 대조구에 비해 닭발로 추출한 육수구에서 강도가 강해

진다고 판단했으며, 건조가열후 1시간, 오븐가열후 2시간 추출한 육수에서 유의적으로 높은 점수를 보였다($P<0.05$). 관능검사요원들은 육수에서의 닭고기향(chicken flavor)을 평가에서 오븐가열후 2시간 추출한 육수에서 가장 높은 값을 보인다고 하였으며, 건조가열후 1시간, 생닭발로 2시간 추출한 육수 순으로 강도가 감소한다고 하였다($P<0.05$).

전반적으로 향기와 기호도를 포함한 품질 항목을 보면 대조구에 비해 처리구에서 우수하였지만, 처리구와 추출시간 간 검사항목별로 차이가 있었다. 산업체 입장에서는 신속공

정이 경제적으로 중요하다. 따라서 관능검사의 기호도와 향기성분을 중심으로 검사결과를 종합해보면 건조가열후 1시간 추출한 육수 제조공정이 기호도와 경제성 측면에서 최적의 방법임을 결론 지을 수 있다.

산패취(rancid flavor)는 처리구간 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 점수 또한 추출액에 비해 감소하였다. 산패취는 지방의 산패로 인해 발생하는데, Chang et al.(1977)은 TBARS가 0.5~1.0 mg MDA/kg일 때 산패취를 감지된다고 하였다. 본 실험에서의 삼계탕 육수의 TBARS는 Table 3에서와 같이 건조가열후 2시간 추출한 육수에서 0.417 mg MDA/kg으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 결과를 나타냈지만($P<0.05$), 산패취를 감지하기에는 낮은 값이다. 실제 묘사분석결과를 보면 관능검사요원들은 이를 감지하지 못했는데, 이는 추출액에 마늘과 같은 첨가제와 고압가열중 삼계육 풍미와의 혼합 상쇄되어 관능상 구분이 어렵게 된 것으로 생각된다. 육수의 GC-MS 분석결과, 마늘 향을 내는 allyl methyl sulfide, dimethyl sulfide, methyl-2-propenyl disulfide가 속한 VSC(Volatile sulfur compounds)가 증가하는 경향을 보였다.

적 요

본 연구는 닭발의 사전가열 전처리를 통해 만든 추출액과 이를 이용하여 제조한 최종 삼계탕 육수의 이화학적 및 풍미특성을 비교구명하기 위해 실시되었다. 사전 전처리 방법으로 생닭발, 70°C에서 12시간 건조가열시킨 닭발, 180°C 오븐에서 1시간 가열시킨 닭발을 각각 121°C에서 1, 2시간동안 추출하였다. 추출액을 통닭(470±10 g)과 함께 파우치(pouch)에 넣고 산업적 방법(121.0°C, 1.5 kgf/cm²에서 20분과 122.0°C, 1.7 kgf/cm²에서 95분간 가열)으로 레토르트 삼계탕을 제조하였다. 전처리 방법에 따른 추출액의 pH는 닭발을 사전가열한 추출액이 생닭발 추출액에 비해 낮았고, 육수의 pH는 닭발로 추출한 육수가 닭발없이 제조된 육수구(대조구)보다 낮게 나타났다($P<0.05$). 닭발을 사전가열한 추출액의 TBARS값은 생닭발 추출액보다 유의적으로 높았으며($P<0.05$), 육수에서는 또한 건조가열 처리구와 오븐가열 1시간 추출 처리구의 육수에서 높은 값을 보였다. 추출시간이 1시간에서 2시간으로 길어질수록 추출액의 pH와 TBARS는 감소하였으나 반면 육수에서는 증가하였다($P<0.05$). 추출액의 관능검사 점수를 보면 건조가열후 1시간 추출액이 다른 처리구에 비해 걸모습, 향기, 종합기호도에서 유의적으로 높았다($P<0.05$). 정량적 묘사분석에서 건조가열

후 1시간 추출액이 견과류향, 구운냄새, 닭고기향이 가장 강했고($P<0.05$), GC-MS 결과 고기향 및 견과류향을 낸다고 알려진 benzaldehyde와 benzothiazole, 그리고 total volatile compound가 많이 검출되었다($P<0.05$). 추출물을 이용하여 제조한 삼계탕 육수의 관능검사 결과를 보면 역시 건조가열후 1시간 추출액이 종합기호도에서 유의적으로 높았다. 육수의 정량적 묘사분석에 의하면 닭발로 추출한 육수들은 닭발없이 제조된 육수(대조구)보다 강한 구운냄새를 나타냈으며, 특히 건조가열후 추출한 육수에서 높은 강도를 보였다. 이와 같은 결과를 종합해보면 산업체에서 육수의 풍미와 기호도 증진을 위해 열풍 건조 닭발 1시간 추출액 이용시 풍미가 증진된 삼계탕 제조가 가능하다.

사 사

본 연구는 2018년 농림축산식품부의 재원으로 삼계탕 수출연구 사업단의 지원을 받아 연구되었음(617074-05-HD220).

ORCID

Juntae Kim	https://orcid.org/0000-0002-5398-8839
Dicky Tri Utama	https://orcid.org/0000-0003-2344-8548
Hae Seong Jeong	https://orcid.org/0000-0002-4929-5714
Barido Farouq Heidar	https://orcid.org/0000-0002-3171-5426
Aera Jang	https://orcid.org/0000-0003-1789-8956
Jae In Pak	https://orcid.org/0000-0003-2563-0642
Yeong Jong Kim	https://orcid.org/0000-0001-6721-5223
Sung Ki Lee	https://orcid.org/0000-0002-2989-4787

REFERENCES

- Adhikari K, Ch160r M 2003 Lipid oxidation of pressurized and cooked chicken: role of sodium chloride and mechanical processing on TBARS and hexanal values. *Meat Sci* 64(1):19-25.
- Brewer MS 2009 Irradiation effects on meat flavor: a review. *Meat Sci* 81(1):1-14.
- Brunton NP, Cronin DA, Monahan FJ, Durcan R 2000 A comparison of solid-phase microextraction (SPME) fibres for measurement of hexanal and pentanal in cooked

- turkey. *Food Chem* 68(3): 339-345.
- Calkins CR, Hodgen JM 2007 A fresh look at meat flavor. *Meat Sci* 77(1): 63-80.
- Cambero MI, Pereira-Lima CI, Ordonez JA, Garcia de Fernando GD 2000 Beef broth flavor: relation of components with the flavor developed at different cooking temperatures. *J Sci Food Agric* 80(10):1519-1528.
- Champagne ET 2008 Rice aroma and flavor: a literature review. *Cereal Chem* 85(4):445-454.
- Chang P, Younathan MT, Watts BM 1977 Lipid oxidation in precooked beef preserved by refrigeration, freezing and irradiation. *Food Technol* 15:168-171.
- Chen WS, Liu DC, Chen MT 2002 The effect of roasting temperature on the formation of volatile compounds in Chinese-style pork jerky. *Asian-Australas J Anim Sci* 15(3):427-431.
- Damanik M, Murkovic M 2018 The stability of palm oils during heating in a rancimat. *Eur Food Res Technol* 244(7):1293-1299.
- Directorate General of Livestock (DGL) 2016 Broiler Chicken Production According to Province.
- Domínguez R, Gómez M, Fonseca S, Lorenzo JM 2014 Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. *Meat Sci* 97(2):223-230.
- Domínguez R, Gómez M, Fonseca S, Lorenzo JM 2014 Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *Lebenson Wiss Technol* 58(2):439-445.
- Flavornet: <http://flavornet.org/flavornet.html>. Accessed June 15, 2018.
- Foodb: [http:// Foodb.ca](http://Foodb.ca); Accessed June 15, 2018.
- Fu X, Lin Q, Xu S, Wang Z 2015 Effect of drying methods and antioxidants on the flavor and lipid oxidation of silver carp slices. *LWT-Food Sci Technol* 61(1):251-257.
- Guimaraes M, Jose C, Curvelo S, Pollana AF 2012 Collagen extraction from chicken feet for jelly production. *J Acta Sci Maringa* 34(3):345-351.
- Han G, Kwon S, Choi J 2016 Awareness and sensory properties of *Samgyetang* for Chinese. *Korean J Food Nutr* 29(3):420-430.
- Hernández P, Navarro JL, Toldrá F 1999 Lipids of pork meat as affected by various cooking techniques. *Food Sci Technol Int* 5(6):501-508.
- Holleman AF, Wiberg E, Wiberg N 2001 *Inorganic Chemistry*. Academic Press, Cambridge, MA, USA.
- Insausti K, Beriain MJ, Gorraiz C, Purroy A 2002 Volatile compounds of raw beef from 5 local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. *J Food Sci* 67(4): 1580-1589.
- Jousse F, Jongen W, Agterof W, Russell S, Braat P 2002 Simplified kinetic scheme of flavor formation by the Maillard reaction. *J Food Sci* 67(7):2534-2542.
- Kim SM, Wu CM, Kobayashi A, Kubota K, Okumura J 1995 Volatile compounds in stir-fried garlic. *J Agric Food Chem* 43(11):2951-2955.
- Korea Customs Service. Trade Statistics for Export/import by HS CODE. Available from: https://unipass.customs.go.kr:38030/ets/index.do?menuId=ETS_MNU_00000103. HS code: 1602321010. Accessed June 29, 2018.
- Larick DK, Turner BE, Schoenherr WD, Coffey MT, Pilkington DH 1992 Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *J Anim Sci* 70(5):1397-1403.
- Lee JH, Lee JH, Lee KT 2014 Physicochemical and sensory characteristics of *Samgyetang* retorted at different F_0 values during storage at room temperature. *Korean J Food Preserv* 21(4):491-499.
- Lee JH, Lee KT 2009 Studies on the improvement of packaging of retorted *Samgyetang*. *J Korea Soc Packag Sci Tech* 15(2):49-54.
- Liu DC, Lin YK, Chen MT 2001 Optimum condition of extracting collagen from chicken feet and its characteristics. *Asian-Australas J Anim Sci* 14(11):1638-1644.
- Liu SC, Yang DJ, Jin SY, Hsu CH, Chen SL 2008 Kinetics of color development, pH decreasing, and anti-oxidative activity reduction of Maillard reaction in galactose/glycine model systems. *Food Chem* 108(2):533-541.
- Machiels D, Van Ruth SM, Posthumus AM, Istasse L 2003 Gas chromatography-olfactometry analysis of the volatile compounds of two commercial Irish beef meat. *Talanta* 60(4):755-764.
- Migita K, Iiduka T, Tsukamoto K, Sugiura S, Tanaka G, Sakamaki G, Nakatake T 2017 Retort beef aroma that

- gives preferable properties to canned beef products and its aroma components. *Anim Sci J* 88(12): 2050-2056.
- Moio L, Dekimpe J, Etievant P, Addeo F 1993 Neutral volatile compounds in the raw milks from different species. *J Dairy Res* 60(2):199-213.
- Monica F 2018 Understanding the implications of current health trends on the aroma of wet and dry cured meat products. *Meat Sci* 144:53-61.
- Nijssen LM, Visscher CA, Maarse H, Willemsens LC, Boelens MH 1996 Volatile compounds in food: qualitative and quantitative data. Central Institute for Nutrition and Food Research, TNO: Zeist, The Netherlands.
- Park YH 2004 The effects of serum lipids and blood glucose on retort *Samgyetang* intake in rats. *J Korean Home Econ Assoc* 42(10):143-152.
- Pomponio L, Ruiz-Carraascal J 2017 Oxidative deterioration of pork during superchilling storage. *J Sci Food Agric* 97(15):5211-5215.
- Rowe D 1998 Aroma chemicals for savory flavors. *Perfumer and Flavorist* 23:9-18.
- Ruben D, Maria G, Sonia F, Jose ML 2014 Influence of thermal treatment on formation of volatile compounds, cooking loss and lipid oxidation in foal meat. *LWT-Food Sci Technol* 58(2):439-445.
- Shah MA, Bang YJ, Lordick F, Alsina M, Chen M, Hack SP, Bruey JM, Smith D, McCaffery L, Shames DS, Phan S, Chunningham D 2017 Effect of fluorouracil, leucovorin, and oxaliplatin with or without onartuzumab in HER2-negative, MET-positive gastroesophageal adenocarcinoma: the METGastric randomized clinical trial. *JAMA Oncol* 3(5):620-627.
- Shin DB, Lee YC, Kim JH 2000 Changes in quality of garlic during frozen storage. *Korean J Food Sci Technol* 32(1): 102-110.
- Sinnhuber RO, Yu TC 1977 The 2-thiobarbituric acid reaction, an objective measure of the oxidative deterioration occurring in fats and oils. *J Jap Soc Fish Sci* 26(5):259-267.
- Song S, Zhang X, Havat K, Liu P, Jia C, Xia S, Siao Z, Tian H, Niu Y 2011 Formation of the beef flavour precursors and their correlation with chemical parameters during the controlled thermal oxidation of tallow. *Food Chem* 124(1): 203-209.
- Speckhahn A, Srzednicki G, Desai DK 2010 Drying of beef in superheated steam. *Drying Technology* 28(9):1072-1082.
- Tian Y, Zhao Y, Huang J, Zeng H, Zheng B 2016 Effects of different drying methods on the product quality and volatile compounds of whole shiitake mushrooms. *Food Chem* 197:714-722.
- Triyannanto E, Lee KT 2015 Effect of pre-cooking conditions on the quality characteristics of ready-to-eat *Samgyetang*. *Korean J Food Sci Ani Resour* 35(4):494-501.
- Triyannanto E, Lee KT 2015 Effects of emulsifiers, pre-cooking and washing treatments on the quality of retorted ginseng chicken soup. *J Food Process Preserv* 39(6): 1770-1777.
- Utama DT, Baek KH, Jeong HS, Yoon SK, Joo ST, Lee SK 2018 Effects of cooking method and final core temperature on cooking loss, lipid oxidation, nucleotide-related compounds and aroma volatiles of Hanwoo brisket. *Asian-Australas J Anim Sci* 31(2):293-300.
- Van Boekel MAJS 2006 Formation of flavor compounds in the Maillard reaction. *Biotechnol Adv* 24(2):230-233.
- Varanova J, Ciesarova Z 2009 Furan in food - a review. *Czech J Food Sci* 27(1):1-10.
- Wang Y, Song H, Zhang Y, Tang J, Yu D 2016 Determination of aroma compounds in pork broth produced by different processing methods: aroma compounds in pork. *Flavour Fragr J* 31(4):319-328.
- Widyaningsih TD, Hapsari D, Wijayanti N, Dita S, Dhyantri O, Mailala CT 2015 Conference on Processing of Agro-industry and National Workshop FKPT-TPI. Universitas Brawijaya Malang. Indonesia.
- Xie J, Sun B, Zheng F, Wang S 2008 Volatile flavor constituents in roasted pork of mini-pig. *Food Chem* 109(3): 506-514.
- Yoo IJ, Jeon KH, Park WM, Choi SY 1998 Effect of heating conditions and additives on bone crumble and shelf-life of retorted *Samgyetang*. *Korean J Food Sci Ani Resour* 19(1):19-26.