



로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 항산화 특성과 토종닭 후라이드 치킨의 품질특성 및 풍미성분에 미치는 영향

오수민¹ · 정유성¹ · 이상록¹ · 이희정¹ · 김동욱² · 추효준³ · 신동진⁴ · 장애라^{5*}

¹강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 대학원생, ²강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 연구원,
³국립축산과학원 가금연구소 농업연구사, ⁴강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 박사후 연구원,
⁵강원대학교 동물생명과학대학 동물응용과학과 교수

Effect of Rosemary and Clove Essential Oils on Quality and Flavor Compounds of Fried Korean Native Chicken Thigh Meat

Soomin Oh¹, Yousung Jung¹, Sangrok Lee¹, Hee-Jeong Lee¹, Dongwook Kim², Hyo-Jun Choo³, Dong-Jin Shin⁴ and Aera Jang^{5*}

¹Graduate Student, Department of Applied Animal Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea
²Researcher, Department of Applied Animal Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea
³Researcher, Poultry Research Institute, National Institute of Animal Science, Pyeongchang 25342, Republic of Korea
⁴Post-Doctor, Department of Applied Animal Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea
⁵Professor, Department of Applied Animal Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Republic of Korea

ABSTRACT The study aimed to evaluate the antioxidative effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and clove (*Syzygium aromaticum* L.) essential oils on fried Korean native thigh meat, including their impact on processed characteristics and flavor compounds. Clove essential oil showed higher DPPH scavenging activity, FRAP and total phenol content compared to rosemary essential oil ($P<0.05$). The treatments with the addition of 0.005% and 0.01% rosemary (0.005RB and 0.01RB) and clove (0.005CB and 0.01CB) essential oils to the batter weight compared to control that did not include essential oils in batter. The addition of rosemary and clove essential oils to fried Korean native chicken thigh meat did not significant affect proximate composition, pH, TBARS, sensory characteristics. Except for 0.005CB, treatments adding essential oils decreased cooking loss ($P<0.05$) and 0.005CB showed significantly higher pick-up value than control. Addition of clove essential oil in fried Korean native chicken thigh meat resulted in higher levels of arachidonic acid compared to control ($P<0.05$). Volatile organic compounds (VOCs) analysis showed that addition of rosemary essential oil might mask its own VOCs, while clove essential oil addition reduced some pyrazine compounds. Although addition of rosemary and clove essential oil did not have significant sensory characteristics on fried Korean native chicken thigh meat, instrumental analysis revealed changes in the compounds that influenced flavor. Further studies are required to evaluate the stability of flavor and sensory characteristics of fried Korean native chicken thigh meat with added essential oils during storage.

(Key words: rosemary, clove, fried chicken, flavor, volatile organic compounds)

서론

한국의 1인당 연간 가금류 소비량은 2000년 9.63 kg에서 2022년 18.90 kg으로 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다(OECD, 2023). 가금류 중 닭고기는 다른 식육들과 달리 콜레스테롤이 낮아 건강학적으로 유익하며, 부드러운 조직

감과 특유의 풍미 때문에 대중적인 선호도가 높은 편이다(Lee et al., 2012). 특히, 토종닭(Korean native chickens)은 육계 (broilers)와 달리 지방함량이 적고 육질이 단단하며 우수한 풍미를 갖고 있다고 알려져 있다(Nam, 2017). 닭고기의 소비 증가는 소득 향상과 웰빙 문화의 확산에 의해 야기되었으나(Cha et al., 2014), 국내 계육 시장 점유율의 대부분은

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

육계가 차지하고 있으며, 토종닭은 2022년 기준 도계율이 2.1%로 육계와 비교하였을 때 매우 낮은 수치를 보이고 있다(KAPE, 2023). 이러한 이유는 토종닭이 육계에 비하여 성장속도가 느리고 대중적 소비자 취향도가 낮기 때문이다(Nam, 2017; Jung et al., 2023). 이로 인해 현재 농가에서는 토종닭보다 사육기간이 짧은 육계의 사육을 선호하고 있는 실정이다(Nam, 2017). 토종닭뿐만 아니라 다양한 품종에 대한 연구없이 육계에만 의존한다면 가축전염병 및 국가 간의 외교분쟁이 발생하였을 때 육계 수급과 식량안보에 대한 문제를 야기할 가능성이 있다(Kim, 2022). 업계에서는 토종닭에 대하여 다양한 메뉴나 요리가 개발되고 합리적인 가격으로 공급된다면 소비자들의 취향을 사로잡을 수 있을 것이라고 전망하고 있다(Nam, 2017).

튀김은 바삭한 식감을 부여할 뿐만 아니라 Maillard 반응을 통해 튀김 고유의 풍미를 형성할 수 있기 때문에 인기가 많은 식품가공방법 중 하나로 언급되고 있다(Mellema, 2003). 하지만, 튀김유가 열과 대기 중의 공기에 지속적으로 노출된다면 산화에 의한 독성물질이 생성될 수 있다(Bordin et al., 2013). 또한, 지속적인 산화는 식품의 품질 및 풍미에 부정적인 영향을 줄 수 있기 때문에 튀김 제품에서 품질 및 풍미를 향상시킬 필요가 있다(Xu et al., 2022).

최근 합성 항산화제의 안전성과 독성에 대한 문제가 대두되었기 때문에 안전성이 높은 천연 항산화제인 식물성 추출물들이 많은 관심을 받고 있다(Saricaoglu and Turhan, 2018). 에센셜 오일은 식품의 풍미와 품질 특성에 영향을 줄 수 있는 식물성 추출물로 FDA(Food and Drug Administration)에서 GRAS(generally recognized as safe)로 인정하는 범주에 속해 있는 천연 항산화제이다(Ruiz-Hernández et al., 2021). 방향성 식물 중 로즈마리(*Rosmarinus officinalis* L.)와 클로브(*Syzygium aromaticum* L.)는 잘 알려진 에센셜 오일의 원료로 alcohols, aldehydes, ketones 등과 같이 항산화 활성과 관련된 다양한 생리활성 물질들이 존재한다(Pateiro et al., 2018). 로즈마리는 식품산업에서 인기있는 천연 항산화제로서 다양한 *in vitro*와 *in vivo* 연구들을 통해 항산화 능력이 보고되었으며, 식품제품에서 풍미를 증진시킬 가능성이 있는 소재로 주목받고 있다(Kaur et al., 2021). 클로브의 항산화 능력은 합성 항산화제인 BHA(butylated hydroxy anisole)와 비교되었으며(Karre et al., 2013) 소고기 패티에 첨가되었을 때 풍미와 종합적 기호도에 있어 관능평가 패널들의 선호도를 증진시켰다고 보고되었다(Beya et al., 2021).

토종닭을 후라이드 치킨으로 만들어 메뉴를 확장하고 다양화하는 과정은 미래 식량안보문제에 대처하기 위해서 필요하다. 지금까지 육계와 토종닭의 품질특성에 대한 차이를

규명하는 연구는 많이 있었지만, 토종닭을 후라이드 치킨으로 만들어 품질을 증진시키고자 하는 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 품질 및 풍미성분의 변화를 규명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에서 사용된 토종닭(한협 3호)은 춘천 소재 식육 판매장을 통하여 20수 구매하였으며 구매 직후 4°C로 유지한 상태에서 실험실로 옮긴 후 24시간 동안 -18°C에서 냉동하였다. 냉동된 닭을 하루 밤 동안 4°C에서 해동한 후 drumstick을 분할하여 18시간 동안 염지하였다. 염지액은 정제염 4 g, 설탕 3 g, MSG 1 g, 후추 2 g, 물 110 g의 비율로 만들었으며 drumstick 1개당 염지액 50 g을 사용하였다. 염지 후 중력분 140 g, 옥수수 전분 100 g, 찹쌀가루 15 g, 베이킹파우더 3 g, 정제염 2 g, 정제수 335 g 비율로 만든 배터(batter)를 150 g씩 분리하여 2개의 drumstick에 묻혔다. 에센셜 오일을 첨가하지 않은 배터를 이용하여 만든 토종닭 후라이드 치킨을 Control로 명명하였다. 또한, 배터 무게 150 g 당 로즈마리 에센셜 오일(rosemary essential oil, doTERRA Korea, Korea)을 0.005% 또는 0.01% 첨가하여 만든 토종닭 후라이드 치킨을 각각 0.005RB와 0.01RB, 배터에 클로브 에센셜 오일(clove essential oil, doTERRA Korea, Korea)을 0.005% 또는 0.01% 첨가하여 만든 토종닭 후라이드 치킨을 각각 0.005CB와 0.01CB라 명명하였다. 배터 제조에 사용된 로즈마리 에센셜 오일은 꽃과 잎을 원료로, 클로브 에센셜 오일은 새싹을 원료로 하여 증기증류추출하여 제조한 제품을 사용하였다. 배터를 묻힌 후 drumstick에 대하여 픽업틀을 측정하였고 가정용 튀김기(DK-205 Professional Electric Deep Fryer, Delki, Korea)를 이용하여 4개의 drumstick을 8분간 닭튀김유(Chicken Frying Oil, Lotte, Korea)에 튀겨 가열감량을 측정하였다. 그리고 관능검사를 위하여 조리된 샘플을 30초간 동일한 튀김 조건에서 가열하였다. 재가열된 샘플의 뼈를 분리하였고 고기와 배터를 함께 균질한 뒤 진공포장 하여 -18°C에서 분석 전까지 냉동하였다.

2. 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거활성 측정

DPPH 라디칼 소거능은 Kim et al.(2022)의 방법을 변형하여 측정하였다. 메탄올에 용해시킨 0.2 mM의 DPPH solution 150 µL와 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 샘플 50

μL 를 96-well plate에 혼합하여 암소에서 30분간 반응시킨 뒤 UV/VIS spectrophotometer(SpectraMax M2e, Molecular Devices, USA)를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 Trolox를 사용하였으며, 결과는 μM TE (Trolox equivalent)로 나타내었다.

3. Ferric Reducing Antioxidant Power(FRAP)

FRAP 활성은 Gülçin et al.(2012)의 방법을 변형하여 측정하였다. FRAP solution은 300mM acetate buffer (pH 3.6)와 40 mM HCl로 용해시킨 10 mM 2,4,6-tripyridyl-S-triazine (TPTZ) 용액 및 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 각각 10:1:1의 비율로 혼합하여 사용하였다. 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 샘플 0.5 μL 와 FRAP solution 0.95 mL를 혼합하여 37°C에서 30분간 방치 후 UV/VIS spectrophotometer(SpectraMax M2e, Molecular Devices, USA)과 큐벳을 사용하여 590 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 Trolox를 사용하였으며, 결과는 μM TE로 나타내었다.

4. 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Djeridane et al.(2006)의 방법을 변형하여 측정하였다. Folin-Ciocalteu phenol reagent가 에센셜 오일의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 molybdenum blue로 발색하는 원리로 분석하였다. 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 0.5 mL과 증류수 5 mL, Folin-Ciocalteu phenol reagent 0.5 mL를 혼합 후 3분간 정치한 후 1N sodium carbonate (Na_2CO_3)용액 1 mL를 가하여 혼합한 후 실온에서 90분간 암소반응시켰다. 760 nm에서 UV/VIS spectrophotometer (SpectraMax M2e, Molecular Devices, USA)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하였으며, 결과는 μg GAE(gallic acid equivalent)/mg으로 나타내었다.

5. 일반성분

일반성분 분석은 AOAC(1995)의 방법에 따라 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량을 측정하였다. 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 건식회화법을 이용하여 분석하였다.

6. pH

토종닭 후라이드 치킨의 pH는 Jung et al.(2023)의 방법에 따라 측정하였다. 샘플 10 g에 증류수 90 mL를 첨가하여 homogenizer(PolyTron® PT-2500 E, Kinematica, Lucerne, Switzerland)로 균질한 후 pH 미터기(Orion Star A211,

Thermo Fische Scientific, Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 pH를 측정하였다.

7. 가열감량

토종닭 후라이드 치킨의 가열감량은 Stojanović-Radić et al.(2018)의 방법에 따라 측정하였다. 토종닭 drumstick에 배터를 입히고 180°C에서 8분간 튀겨 심부온도가 $75 \pm 2^\circ\text{C}$ 에 도달할 때까지 가열하였다. 이후 1분간 기름을 제거하고 30분간 실온에서 식혀 가열감량을 측정하였다. 가열감량의 값은 가열 전·후의 중량차이를 백분율로 하여 계산하였다.

가열감량 (%)=(배터를 입힌 drumstick의 가열 전 무게-배터를 입힌 drumstick의 가열 후 무게)/배터를 입힌 drumstick의 가열 전 무게 \times 100

8. 픽업률

토종닭 후라이드 치킨의 픽업률은 Adrah et al.(2022)의 방법에 따라 측정하였다. 픽업은 튀김배터가 재료에 묻혀지는 것으로 토종닭 drumstick 2개에 150 g의 배터를 5초간 입힌 후 10초간 드레인하여 무게를 측정하였다. 픽업률은 배터를 입히기 전·후의 중량차이를 백분율로 하여 계산하였다.

픽업률 (%)=(배터를 입힌 후의 drumstick의 무게-배터를 입히기 전의 drumstick 무게)/배터를 입히기 전의 drumstick 무게 \times 100

9. 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substances(TBARS)

지방산패도인 TBARS 측정은 Kim et al.(2022)의 방법을 이용하여 측정하였다. 분쇄된 토종닭 후라이드 치킨 5 g에 증류수 15 mL를 첨가하여 homogenizer(PolyTron® PT-2500 E, Kinematica, Lucerne, Switzerland)를 사용하여 균질한 후 균질액 1 mL를 시료로 사용하였다. 균질액에 50 μL 의 7.2% BHA를 넣고 산화반응을 정지시켰다. 반응혼합물에 2 mL의 20 mM 2-thiobarbituric acid(in 15% trichloroacetic acid) 시약을 가하고 다시 혼합한 후 90°C에서 15분간 가열시켰다. 가열 후 찬물에서 식힌 후 2,000 \times g의 속도로 10분간 원심분리 하였다. 원심분리 후 상층액을 UV/VIS spectrophotometer (SpectraMax M2e, Molecular Devices, USA)를 사용하여 531 nm에서 흡광도를 측정하였고, 공시료는 시료대신 증류수를 가하여 같은 방법으로 측정하였다. TBARS value는 다음과 같은 공식을 이용하여 mg malondialdehyde/kg sample로 나타내었다.

TBARS value (mg malondialdehyde/kg Sample)
 =(시료 흡광도 - Blank) × 5.88

10. 관능검사

관능검사는 남녀 대학생 15명을 대상으로 외관, 향, 풍미, 식감, 다즙성, 종합적 기호도 항목에 대하여 9점 척도법을 이용하여 평가하였다(매우 좋다 9점, 매우 좋지 않다 1점). 토종닭 후라이드 치킨을 deep frying(8 min, 180°C)하였고 관능검사 직전 30초간 동일 온도에서 튀겨 제공하였다. 토종닭 후라이드 치킨을 8조각 내어 관능평가에 사용하였으며 각 처리구별로 닭다리 4개씩 관능평가에 사용하였다. 또한, 시료 간 입을 행구기 위한 정수도 함께 제공하였다.

11. 지방산 조성

지방산 조성은 Kim et al.(2022)의 방법을 사용하여 분석하였다. 균질된 토종닭 후라이드 치킨 3 g에 BHA와 Folch solution(methanol:chloroform=1:2)을 첨가하여 지방을 추출한 후 KCl(0.88%) 용액을 첨가하여 격렬하게 혼합하고 층을 분리하였다. 상층액 제거 후 지질이 녹아 있는 하층액을 고순도의 질소가스를 이용하여 용매를 제거하였다. 지방산 분석을 위하여 추출한 지질을 취한 후 0.5N NaOH 메탄올 용액 1.5 mL를 첨가하여 vortex로 혼합한 뒤 100°C에서 5분 동안 가열하였다. 이후 찬물에서 냉각한 후 10% boron trifluoride-methanol solution 2 mL를 첨가하고 vortex한 후 100°C에서 2분 동안 다시 가열한 후 냉각하였다. 지방산 메틸에스테르를 추출하기 위하여 iso-octane 2 mL를 첨가한 후 1분동안 vortex하였다. 다음 포화 NaCl 용액 1 mL를 가한 후 1분 동안 충분히 vortex 한 후, 2,000 rpm 속도로 3분간 원심분리하여 상층액을 GC분석에 이용하였다. 이때 사용한 column은 Omegawax 250(30 m × 0.25 mm id, 0.25 µm film thickness; Supelco, Bellefonte, PA, USA)이었으며 detector는 flame ionization detector, injection port 온도는 250°C, detection port 온도는 260°C로 측정하였다. Carrier gas로는 He를 사용하여 유속은 분당 1.0 mL/min, injection volume은 1 mL, split ratio는 100:1로 하였다. Oven 온도는 150°C로 2분간 유지한 상태에서 4°C/min으로 220°C까지 올리고 30분간 유지하였다. 지방산 조성 결과는 표준물질의 retention time과 비교하여 전체 지방산 peak 면적에 대하여 지방산 개별 면적을 %로 환산하여 나타내었다.

12. 휘발성 유기 화합물

휘발성 유기 화합물 분석은 Barido et al.(2022)의 headspace SPME-GC/MS 방법을 이용하여 분석하였다. 균질된 토종닭

후라이드 치킨 5 g을 glass vial에 취한 뒤 60°C의 water bath에서 25분간 인큐베이션 후, DVB/CAR/PDMS-50/30µm (needle length 1 cm, needle size 24 ga) (Sigma Aldrich) fiber를 이용하여 vial 내부에 삽입하여 headspace 공간에서 60°C에서 30분간 흡착 후 fiber를 제거하여 바로 GC/MS에 injection하여 분석하였다. 분석은 Agilent 8890 gas chromatograph coupled to an Agilent 5977B mass spectrometer(Agilent technologies) 장비를 이용하여 He 가스를 carrier gas (constant flow 1.3 mL/min)로 하여 DB-5MS column(30 m, 0.25 mm i.d., 0.25 µm film thickness, Agilent Technologies)을 이용하여 분석하였다. Oven temperature는 40°C에서 10분간 유지하였고, 분당 5°C씩 250°C까지 증가시켰다. MS의 경우 electron energy는 70 eV 및 scan range는 30-300 m/z(scan rate: 4.37 scans/s, gain factor: 1, resulting EM voltage: 1140 V), MS source는 230°C quadrupole 150°C로 설정하였다.

13. 통계분석

본 실험의 모든 분석은 3반복 이상 실시하였으며 SAS program(SAS, Release 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하여 one-way ANOVA 분석 후 Tukey 방법에 따라 5% 수준에서 각 처리구의 평균값 간의 유의성을 검정하였다. 모든 통계수치는 평균값과 SEM(Standard error of the mean)으로 나타내었다. 휘발성 유기 화합물의 다변량 분석을 위해 MetaboAnalyst 5.0을 사용하여 부분 최소 제곱 판별 분석을 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 항산화 활성

토종닭 후라이드 치킨의 첨가제로 사용된 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 항산화 활성 결과는 Table 1에 나타내었다. 식물성 추출물은 복잡한 형태로 이루어져 있기 때문에 본 실험에서 DPPH 라디칼 소거능 측정법과 FRAP 2가지 방법으로 항산화 능력을 분석하였다(Saricaoglu and Turhan, 2018). DPPH 라디칼 소거능은 보라색을 띠는 DPPH 용액을 수소 원자 또는 전자공여능력을 갖는 물질과 혼합하여 측정하는 방법으로 DPPH 라디칼이 항산화제에 의해 수소 원자나 전자를 받아 환원될 경우 흡광도가 감소하게 된다(Gülçin et al., 2012). 본 연구에서 DPPH 라디칼 소거능은 1 mg/mL 기준으로 로즈마리 에센셜 오일에서 0.27 µM TE, 클로브 에센셜 오일에서 2,407.09 µM TE로 나타났다($P < 0.05$). FRAP

Table 1. Antioxidative activity and total polyphenol content (TPC) of rosemary and clove essential oils

Traits	Rosemary essential oil	Clove essential oil	SEM
DPPH (uM TE)	0.27 ^b	2,407.09 ^a	15.851
FRAP (uM TE)	48.13 ^b	47,450.00 ^a	635.523
TPC (µg GAE/mg)	4.32 ^b	1,218.62 ^a	4.089

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

SEM, standard error of the mean, DPPH, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl; FRAP, ferric reducing antioxidant power.

은 전자를 제공하여 $Fe^{3+}/ferricyanide$ 복합체를 ferrous 형태로 바꾸는 항산화제의 환원력을 측정하는 방법으로 환원력이 강할수록 노란색의 용액이 파란색으로 변하게 되며, 라디칼 소거능 측정 메커니즘과 다르게 항산화제의 환원력을 측정하는 방법이다(Gülçin et al., 2012). 본 연구에서 FRAP 활성은 1 mg/mL 기준으로 로즈마리 에센셜 오일에서 48.13 µM TE, 클로브 에센셜 오일에서 47,450.00 µM TE로 클로브 에센셜 오일에서 FRAP 활성이 더 좋다고 나타났으며 이는 DPPH 라디칼 소거능 결과와 일치하였다($P<0.05$). 따라서 본 연구에서 클로브 에센셜 오일은 로즈마리 에센셜 오일보다 우수한 항산화 능력을 보인 것으로 판단되며 이는 Saricaoglu and Turhan(2018)와 Viuda-Martos et al.(2010)의 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

항산화 능력을 갖고 있는 주요 물질은 로즈마리 에센셜 오일에서 rosmarinic acid, carnosol, carnosic acid, 클로브 에센셜 오일에서 thymol과 eugenol로 보고되었으며(Pateiro et al., 2018; Kaur et al., 2021), Djeridane et al.(2006)은 식물성 원료에 있는 총 폴리페놀 함량은 항산화 능력과 상관관계를 갖고 있다고 보고하였다. 본 연구에서 로즈마리 에센셜 오일의 총 폴리페놀 함량은 4.32 µg GAE/mg, 클로브 에센셜 오일은 1,218.62 µg GAE/mg으로 클로브 에센셜 오일에서 더 많은 폴리페놀 함량이 검출되었다($P<0.05$). 클로브 에센셜 오일의 우수한 항산화 능력은 로즈마리 에센셜 오일보다 많은 총 폴리페놀 함량에 의한 결과로 사료된다.

2. 일반성분

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 일반성분 측정 결과는 Table 2에 나타내었다. 토종닭 후라이드 치킨의 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량은 각각 56.81~60.76%, 25.39~26.79%, 8.77~11.46%, 1.60~1.81%로 나타났다. Cha et al.(2014)은 시중에 판매되고 있는 한협 3호의 신선한 상태의 다리육 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량이 76.58%, 19.56%, 3.69%, 0.93%라고 보고하였으며, 이는 본 연구에 사용된 토종닭 후라이드 치킨의 일반성분 조성보다 상이한 결과를 나타냈다. 이는 토종닭에 부착되는 배터와 튀김유의 상호작용을 통한 변화 사료된다(Park and Kim, 2022). Bordin et al.(2013)은 튀김과정 중 수분 증발, 단백질 변성이 발생하며, 튀김유와 튀김유의 분해 산물들이 흡수되어 최종 제품에 영향을 끼칠 수 있다고 보고하였다.

토종닭 후라이드 치킨에서 에센셜 오일 첨가에 따른 일반성분 조성의 차이는 나타나지 않았다. 에센셜 오일은 FDA에서 인정하는 GRAS 물질로 몇몇 종류는 식품에 첨가될 때 1,500 ppm을 초과할 경우 GRAS 물질로 인정받을 수 없다(Gülçin et al., 2012; Ruiz-Hernández et al., 2021). 본 연구에서 에센셜 오일의 첨가량은 1,500 ppm보다 적었으며 미량의 에센셜 오일은 토종닭 후라이드 치킨의 일반성분 조성에 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다. Sharma et al.(2020)은 닭고기로 만든 소시지에 클로브, 홀리 바질, 카시아, 타임, 아요완, 구장 나뭇잎 오일 혼합물들을 0.125~0.25% 첨가하

Table 2. Proximate composition of fried Korean native chicken thigh meat with rosemary and clove essential oils

Traits	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
Moisture (%)	56.81	56.95	60.76	57.95	58.70	1.583
Crude protein (%)	26.79	25.77	26.15	26.01	25.39	0.326
Crude lipid (%)	10.93	11.46	8.77	10.31	10.73	0.581
Crude ash (%)	1.81	1.66	1.69	1.78	1.60	0.067

Control, not add essential oils; 0.005RB, batter in 0.005% rosemary essential oil; 0.01RB, batter in 0.01% rosemary essential oil; 0.005CB, batter in 0.005% clove essential oil; 0.01CB, batter in 0.01% clove essential oil; SEM, standard error of the mean.

였을 때 저장기간 0일차에 일반성분 조성에 영향을 주지 못하였다고 보고하였다. Mohamed and Mansour(2012)은 소고기 패티와 기계발골계육을 첨가한 패티에 로즈마리와 마조람 에센셜 오일을 200 ppm 첨가하였을 때 일반성분 조성에 변화가 없었다고 보고하였다.

3. pH

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 pH 결과는 Table 3에 나타내었다. 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 pH는 6.79~6.85로 나타났다. Barido et al.(2022)은 신선한 상태의 한협 3호의 다리육 pH를 6.63이라고 보고하였으며 본 연구에서 토종닭 후라이드 치킨은 이보다 높은 pH를 보였다. Blumenthal et al.(1985)은 신선한 튀김유의 pH는 대략 3이었으나 튀김 시 분해되고 식품과의 상호작용을 통해 알카리성 물질이 증가하여 튀김유의 pH가 증가하였다고 보고하였다. 신선육보다 높은 토종닭 후라이드 치킨의 pH는 알카리성 물질이 토종닭 후라이드 치킨에 흡수된 결과로 사료된다.

토종닭 후라이드 치킨에서 에센셜 오일 첨가에 따른 pH의 변화는 나타나지 않았다. 미량의 에센셜 오일의 첨가는 토종닭 후라이드 치킨의 pH에 영향을 주지 못한 것으로 사료된다. Kumar et al.(2018)은 에센셜 오일 혼합물을 첨가하여 만든 양고기 너겟의 pH와 에센셜 오일 혼합물을 첨가하지 않은 양고기 너겟의 pH에 차이가 없었다고 보고하였다.

4. 가열감량과 픽업률

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 가열감량과 픽업률 결과는 Table 3에 나타내었다. 가열감량은 닭고기의 외관과 소비자 수용도를 결정하는 중요한 식품품질 측정 방법 중 하나(Noori et al., 2018;

Stojanović-Radić et al., 2018) 0.005CB를 제외한 모든 처리구에서 Control보다 낮은 가열감량을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 에센셜 오일의 정유성분과 토종닭 다리육 간의 소수성 결합이 발생하여 튀김과정 중 식품 내 수용성 성분들의 증발이 억제된 결과로 사료되며 Noori et al.(2018)과 Stojanović-Radić et al.(2018)은 닭 가슴육에 오일 소재의 첨가가 가열감량을 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

픽업률은 샘플에 배터가 얼마나 균형있게 분포하고 생리 활성물질들이 잘 전달될 수 있는지를 결정하는데 필요한 측정방법 중 하나(Adrah et al., 2022). 토종닭 후라이드 치킨에서 픽업률은 Control과 비교하였을 때 0.005CB에서만 유의적으로 높은 수치를 보였다. Deng et al.(2021)은 다수의 폴리페놀과 전분 사이에 약한 CH- π 결합과 수소결합들이 형성되어 복합체를 형성할 수 있다고 제안하였기 때문에 본 연구에서 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 픽업률의 증가는 클로브 에센셜 오일에 존재하는 폴리페놀이 배터의 전분과 복합체를 형성한 결과로 사료된다. 하지만, 농도 의존적인 결과는 보이지 않았기 때문에 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

5. TBARS

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 TBARS 결과는 Table 3에 나타내었다. TBARS 분석은 다가 불포화 지방산의 분해로부터 생산되는 malondialdehydes를 thiobarbituric acid와 반응시켜 지방산패도를 측정하는 방법이다(Ruiz-Hernández et al., 2021). 튀김과정 중 식품에서 지방산화가 발생하게 되는데(Bordin et al., 2013), 식품에서 지방산화는 효소적 및 비효소적 반응을 통해 필수 지방산을 감소시키고 불쾌취, 산패취, 유해 물질을 생성하게 된다(Kaur et al., 2021).

Table 3. The pH, cooking loss, pick up value and TBARS of fried Korean native chicken thigh meat with rosemary and clove essential oils

Traits	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
pH	6.80	6.79	6.80	6.83	6.85	0.025
Cooking loss (%)	26.49 ^a	21.67 ^b	22.77 ^b	27.27 ^a	22.36 ^b	0.765
Pick up value (%)	5.06 ^b	5.07 ^{ab}	6.10 ^{ab}	6.49 ^a	5.32 ^{ab}	0.306
TBARS (mg malondialdehyde/kg)	1.47	1.55	1.54	1.62	1.61	0.051

^{ab} Means within the same row with different letters are significantly different ($P<0.05$).

Control, not add essential oils; 0.005RB, batter in 0.005% rosemary essential oil; 0.01RB, batter in 0.01% rosemary essential oil; 0.005CB, batter in 0.005% clove essential oil; 0.01CB, batter in 0.01% clove essential oil; SEM, standard error of the mean; TBARS, 2-thiobarbituric acid reactive substances.

식물성 추출물에 존재하는 항산화물질은 수소원자를 지방산화와 관련된 라디칼 물질로 이동시켜 지방산화를 억제할 수 있다고 알려져 있다(Beya et al., 2021). 식물성 추출물이 닭고기를 포함한 다양한 육제품에 첨가되었을 때 항산화제가 지방산화를 억제하여 TBARS 값을 줄였다는 많은 보고들이 있다(Karre et al., 2013). 하지만, 본 연구에서 토종닭 후라이드 치킨에 식물성 추출물인 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 첨가는 TBARS 값을 줄이지 못했다. 이는 튀김과정 중 높은 온도에 의해 식물성 추출물의 항산화 활성이 감소하였기 때문으로 사료된다. Liu et al.(2022)은 닭의 식용 지방에 로즈마리 추출물을 첨가하였을 때 120°C에서 가장 높은 항산화 활성 지수를 보였으며 이보다 높은 온도에서 항산화 활성 지수가 감소하였다고 보고하였다. de Paiva et al.(2021)은 카이만 고기로 만든 너겟에 아세로라 열매 분말, 로즈마리와 감초 추출물을 첨가한 후 180°C에서 팬프라이닝 조리하여 냉동 저장하였을 때, 저장기간 0일차에 모든 처리구에서 TBARS 값에 대해 유의적인 차이가 나타나지 않았다고 보고하였다.

6. 관능검사

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 관능검사 결과는 Table 4에 나타내었다. 육제품에서 로즈마리와 클로브 추출물의 첨가가 관능적으로 풍미를 증진시켰다는 많은 선행연구들이 있다(Beya et al., 2021; Kaur et al., 2021). 선행연구들과 달리 본 연구에서 관능검사 결과는 모든 항목에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 토종닭 후라이드 치킨에 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 첨가가 모든 관능항목에서 관능검사 패널의 기호성에 영향을 주지 않았던 것으로 판단된다.

7. 풍미성분

토종닭 후라이드 치킨 풍미에 대한 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 효과를 정밀하게 분석하기 위해 GC와 GC/MS를 이용하여 지방산 조성과 휘발성 유기 화합물을 측정하였다.

1) 지방산 조성

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 지방산 조성 결과는 Table 5에 나타내었다. 본 연구에서 토종닭 후라이드 치킨의 주요 지방산으로 oleic acid(C18:1n9)는 35.49~40.14%, palmitic acid(C16:0)는 18.37~23.92%, linoleic acid(C18:2n6)는 21.14~24.75%, stearic acid(C18:0)는 4.58~6.04%로 나타났다. Pawar et al.(2013)은 일반적인 튀김공정을 이용한 닭고기의 주요 지방산을 분석한 결과 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다고 보고하였다.

Oleic acid(C18:1n9)는 육제품에서 풍미와 관련되어 있다고 알려진 지방산으로(Lee et al., 2012) Control과 비교하였을 때 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 하지만, 닭고기에서 감칠맛의 강도를 증진시킨다고 보고된 arachidonic acid(C20:4n6)(Lee et al., 2012)는 Control과 비교하였을 때 클로브 에센셜 오일 첨가 처리구인 0.005CB와 0.01CB에서 유의적으로 증가하였다. 로즈마리 에센셜 오일 첨가 처리구인 0.005RB와 0.01RB도 Control과 비교하였을 때 arachidonic acid(C20:4n6)가 증가하는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Wang et al.(2019)은 로즈마리 추출물을 닭고기로 만든 수리미에 첨가하였을 때 arachidonic acid(C20:4n6)의 함량이 증가하였다고 보고하였다. 이는 식물성 추출물에 있는 폴리페놀이 튀김과정에서 지방산화를 억제한 결과로 사료되

Table 4. Sensory analysis of fried Korean native chicken thigh meat with rosemary and clove essential oils

Traits	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
Appearance	7.20	7.60	7.47	7.00	7.60	0.242
Aroma	7.20	7.47	7.27	7.53	7.20	0.271
Flavor	6.93	7.13	7.20	7.33	7.20	0.241
Mouth feel	7.27	7.27	7.47	7.27	7.20	0.245
Juiciness	7.20	7.20	7.47	7.13	6.93	0.253
Overall acceptability	6.93	7.00	7.67	7.40	7.20	0.240

Appearance, aroma, flavor, mouth feel, juiciness and overall acceptability rated on a scale of 1 to 9, with 1 being very bad and 9 being very good.

Control, not add essential oils; 0.005RB, batter in 0.005% rosemary essential oil; 0.01RB, batter in 0.01% rosemary essential oil; 0.005CB, batter in 0.005% clove essential oil; 0.01CB, batter in 0.01% clove essential oil; SEM, standard error of the mean.

Table 5. Free fatty acid composition of fried Korean native chicken thigh meat with rosemary and clove essential oils

Free fatty acid (%)	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
C14:0 (myristic acid)	0.92	1.03	0.69	0.58	0.66	0.104
C16:0 (palmitic acid)	22.28 ^{ab}	23.92 ^a	21.48 ^{abc}	18.37 ^{bc}	19.87 ^c	0.689
C16:1n7 (palmitoleic acid)	4.53 ^{ab}	5.41 ^a	4.92 ^{ab}	2.91 ^c	3.66 ^b	0.282
C18:0 (stearic acid)	4.58 ^b	4.83 ^b	5.48 ^{ab}	6.04 ^a	5.53 ^{ab}	0.248
C18:1n9 (oleic acid)	37.10 ^{ab}	35.49 ^b	37.16 ^{ab}	40.14 ^a	37.88 ^{ab}	0.779
C18:1n7 (vaccenic acid)	3.82	4.44	4.00	3.27	3.05	0.425
C18:2n6 (linoleic acid)	22.84	21.14	22.03	23.84	24.75	0.977
C18:3n6 (γ -linolenic acid)	0.55 ^a	0.48 ^{ab}	0.26 ^{abc}	0.15 ^c	0.21 ^{bc}	0.066
C18:3n3 (α -linolenic acid)	2.13 ^{ab}	1.82 ^a	2.15 ^{ab}	2.29 ^a	2.42 ^a	0.085
C20:1n9 (eicosenoic acid)	0.28 ^b	0.25 ^b	0.34 ^{ab}	0.49 ^a	0.43 ^{ab}	0.039
C20:4n6 (arachidonic acid)	0.74 ^b	0.93 ^{ab}	1.14 ^{ab}	1.32 ^a	1.18 ^a	0.092
C20:5n3 (eicosapentaenoic acid)	0.02	0.02	0.02	0.08	0.02	0.023
C22:4n6 (adrenic acid)	0.15 ^b	0.18 ^b	0.25 ^{ab}	0.37 ^a	0.28 ^{ab}	0.030
C22:6n3 (docosahexaenoic acid)	0.06 ^b	0.06 ^b	0.08 ^b	0.17 ^a	0.07 ^b	0.010
SFA	27.78 ^{ab}	29.78 ^a	27.65 ^{ab}	24.98 ^b	26.05 ^b	0.700
UFA	72.22 ^{ab}	70.22 ^b	72.35 ^{ab}	75.02 ^a	73.95 ^a	0.700
MUFA	45.73	45.59	46.42	46.80	45.02	0.701
PUFA	26.49	24.63	25.93	28.21	28.93	1.044
MUFA/SFA	1.65 ^b	1.53 ^b	1.68 ^{ab}	1.87 ^a	1.73 ^{ab}	0.047
PUFA/SFA	0.95 ^{ab}	0.83 ^b	0.95 ^{ab}	1.13 ^a	1.11 ^a	0.057

^{a-c} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

Control, not add essential oils; 0.005RB, batter in 0.005% rosemary essential oil; 0.01RB, batter in 0.01% rosemary essential oil; 0.005CB, batter in 0.005% clove essential oil; 0.01CB, batter in 0.01% clove essential oil; SEM, standard error of the mean.

며(Bordin et al., 2013; Beya et al., 2021) 본 연구에서 Control과 비교하였을 때 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 arachidonic acid(C20:4n6)의 유의적인 증가는 로즈마리 에센셜 오일보다 강한 항산화 능력 때문으로 사료된다(Table 1). Docosahexaenoic acid(C22:6n3)는 단맛과 쓴맛에 관련된 지방산으로 관능적인 영향과 함께 동맥경화 및 심혈관계 질병을 예방하는 기능성 인자이다(Lee et al., 2012; Barido et al., 2022). Docosahexaenoic acid(C22:6n3)는 Control과 비교하였을 때 0.005CB에서 유의적으로 높은 수준을 나타냈다. Eicosenoic acid(C20:1n9)와 adrenic acid(C22:4n6) 같은 불포화 지방산들도 Control과 비교하였을 때 0.005CB에서 유의적으로 높은 수준을 보였으나 로즈마리 에센셜 오일 첨가 처리구에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이러한 결

과 또한 클로브 에센셜 오일의 강력한 항산화 효과의 결과(Table 1)로 사료된다(Beya et al., 2021). 하지만 eicosenoic acid(C20:1n9)와 adrenic acid(C22:4n6)와 같은 불포화 지방산들에 대하여 클로브 에센셜 오일의 농도 의존적인 경향은 나타나지 않았다.

2) 휘발성 유기 화합물

로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가에 따른 토종닭 후라이드 치킨의 VOCs 측정 결과는 Table 6에 나타내었다. 육제품에서 풍미는 소비자의 재구매 의향에 영향을 미치는 인자로 생육에 열이 가해질 때 Maillard 반응, 지방산화, Maillard-지방산화 상호작용에 의해 발생한다(Jayasena et al., 2013; Barido et al., 2022). 풍미 성분의 인지는 VOCs

Table 6. Volatile organic compounds of fried Korean native chicken thigh meat with rosemary and clove essential oils

Volatile organic compounds (A.U. x 10 ⁶)	M/Z	LRI	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
Acids								
n-Hexadecanoic acid	73.1	1959	0.322	0.086	0.000	0.081	0.041	0.1028
1,6-Octadien-3-ol, 3,7-dimethyl-, formate	93.1	1215	0.000	0.236	0.260	0.227	0.000	0.0785
Subtotal			0.322	0.322	0.260	0.308	0.041	0.1412
Alcohols								
. α -Terpineol	59	1191	0.421	0.562	0.622	0.506	0.533	0.0538
1-Octanol	56.1	1077	0.075 ^b	0.083 ^b	0.093 ^{ab}	0.133 ^a	0.104 ^{ab}	0.0102
1-Octen-3-ol	57	969	1.349 ^b	1.372 ^b	2.666 ^a	2.498 ^{ab}	2.308 ^{ab}	0.2935
2,4-Di-tert-butylphenol	191	1516	0.084 ^{ab}	0.033 ^b	0.129 ^{ab}	0.144 ^a	0.078 ^{ab}	0.0231
2-Octen-1-ol, (E)-	57	1074	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.076 ^a	0.0141
2-Octen-1-ol, (Z)-	57.1	1074	0.000 ^b	0.000 ^b	0.069 ^{ab}	0.148 ^a	0.081 ^{ab}	0.0210
3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-, (R)-	71.1	1179	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.223 ^a	0.000 ^b	0.0407
Benzenemethanol, . α ., α .,4-trimethyl-	135.1	1183	0.197	0.234	0.218	0.232	0.204	0.0229
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-	95	1168	0.000 ^b	0.311 ^a	0.339 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0626
cis-p-Mentha-2,8-dien-1-ol	91	1139	0.016	0.028	0.029	0.031	0.026	0.0039
Cyclohexanol, 2,4-dimethyl-	81.1	1044	0.000 ^b	0.048 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0071
Isospathulenol	119.1	1634	0.020	0.023	0.017	0.022	0.021	0.0059
Linalool	71	1106	2.008	2.389	2.520	2.526	2.270	0.2670
p-Mentha-1,5-dien-8-ol	94	1169	0.037 ^b	0.065 ^{ab}	0.081 ^a	0.052 ^{ab}	0.040 ^b	0.0069
Terpinen-4-ol	71.1	1178	0.242 ^b	0.312 ^b	0.436 ^a	0.000 ^c	0.319 ^b	0.0265
Thymol	135	1307	0.000 ^b	0.035 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.020 ^a	0.0037
Subtotal			4.449 ^b	5.493 ^{ab}	7.219 ^a	6.508 ^{ab}	6.081 ^{ab}	0.5760
Aldehydes								
. α -Thujenal	79.1	1196	0.000 ^b	0.050 ^a	0.036 ^{ab}	0.049 ^a	0.000 ^b	0.1016
1,3-Cyclohexadiene-1-carboxaldehyde, 2,6,6-trimethyl-	107.1	1208	0.194	0.273	0.242	0.245	0.216	0.0225
2,4-Decadienal, (E,E)-	81	1320	0.000 ^b	0.057 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0107
Benzeneacetaldehyde	91	1043	0.211 ^b	0.299 ^a	0.245 ^{ab}	0.220 ^b	0.212 ^b	0.0183
Decanal	57	1206	0.127 ^b	0.107 ^b	0.219 ^{ab}	0.311 ^a	0.215 ^{ab}	0.0304
Hexadecanal	82	1815	0.028 ^a	0.015 ^{ab}	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0047
Hexanal, 5-methyl-	70.1	846	0.455 ^b	0.453 ^b	0.529 ^{ab}	0.712 ^a	0.608 ^{ab}	0.0459
Nonanal	57.1	1110	1.275	1.573	1.336	1.813	1.830	0.1611
Octanal	57	998	0.352 ^c	0.500 ^{bc}	0.579 ^{abc}	0.824 ^a	0.707 ^{ab}	0.0637
Piperonal	149	1337	0.000 ^b	0.099 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0206
Propanal, 2-methyl-	43.1	544	0.534 ^a	0.148 ^b	0.268 ^{ab}	0.187 ^b	0.190 ^b	0.0682
Subtotal			3.175 ^b	3.573 ^{ab}	3.455 ^{ab}	4.360 ^a	3.977 ^{ab}	0.2619

Table 6. Continued

Volatile organic compounds (A.U. x 10 ⁶)	M/Z	LRI	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
Esters								
11-Tetradecen-1-ol, acetate, (Z)-	82	1815	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.012 ^a	0.008 ^{ab}	0.0021
6-Octenoic acid, 3,7-dimethyl-, methyl ester	69.1	1265	0.000 ^b	0.013 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0024
Arsenous acid, tris(trimethylsilyl) ester	207	698	13.105 ^a	11.407 ^b	11.456 ^b	11.480 ^b	11.175 ^b	0.3553
Benzoyl isothiocyanate	105	935	1.316	1.012	1.308	1.177	1.149	0.0934
Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-	95	1291	0.000 ^c	0.046 ^b	0.064 ^a	0.000 ^c	0.000 ^c	0.0013
Dibutyl phthalate	149	1964	0.159	0.193	0.055	0.193	0.160	0.0477
Di-sec-butyl phthalate	149	1871	0.016	0.024	0.033	0.027	0.023	0.0082
Hydrogen isocyanate	43.1	532	0.096	0.088	0.129	0.170	0.100	0.0326
Methyl salicylate	120.1	1194	0.229	0.830	1.670	1.374	1.213	0.5154
n-Caproic acid vinyl ester	43	976	1.218	0.941	1.932	2.145	2.087	0.3183
Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	149	2544	0.050	0.000	0.000	0.000	0.026	0.0176
Subtotal			16.190	14.556	16.647	16.578	15.942	0.5918
Hydrocarbons								
(-)-Aristolene	105	1444	0.000 ^b	0.000 ^b	0.010 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0012
.γ.-Muurokene	161	1483	0.000	0.018	0.015	0.000	0.021	0.0063
Butylated Hydroxytoluene	205	1518	0.028 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0063
.α.-Calacorene	157.1	1549	0.012	0.025	0.025	0.023	0.025	0.0040
.α.-Cubebene	161.1	1354	0.031	0.082	0.061	0.062	0.056	0.0139
.α.-Guaiene	93	1444	0.000	0.010	0.000	0.000	0.010	0.0027
.α.-Phellandrene	93.1	995	0.787	1.473	1.477	1.393	1.306	0.1758
.β.-Myrcene	93.1	983	0.313 ^b	1.204 ^a	1.361 ^a	0.679 ^{ab}	0.715 ^{ab}	0.1701
.β.-Ocimene	93	1051	0.022	0.023	0.027	0.021	0.016	0.0079
.γ.-Terpinene	93	1060	0.095 ^b	0.291 ^a	0.316 ^a	0.168 ^b	0.137 ^b	0.0190
1,3-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl)-	121	1011	0.117 ^b	0.257 ^a	0.273 ^a	0.153 ^b	0.145 ^b	0.0153
10,10-Dimethyl-2,6-dimethylenebicyclo [7.2.0]undecane	120.1	1433	0.019 ^b	0.065 ^a	0.048 ^{ab}	0.050 ^{ab}	0.052 ^{ab}	0.0109
1-Pentene, 3-methyl-	56	560	0.000	0.000	0.062	0.077	0.000	0.0207
2,3-Dimethyl-5-ethylpyrazine	135.1	1091	0.543 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0285
2,3-Dimethyldecane	71	1101	0.000 ^b	0.000 ^b	0.070 ^a	0.093 ^a	0.054 ^{ab}	0.0154
2,4-Dimethyldodecane	85	1268	0.141 ^b	0.160 ^b	0.372 ^a	0.336 ^{ab}	0.227 ^{ab}	0.0480
2,6,10-Trimethyltridecane	71.1	1465	0.000 ^b	0.000 ^b	0.033 ^{ab}	0.040 ^a	0.000 ^b	0.0083
2,6-Dimethyldecane	71.1	1114	0.000	0.000	0.444	0.576	0.000	0.1423
3,3-Dimethyl-1,2-epoxybutane	55	632	0.000 ^b	0.285 ^a	0.374 ^a	0.461 ^a	0.463 ^a	0.0447
3-Carene	93.1	1002	3.562	4.665	5.064	5.240	5.076	0.7144
4,11,11-Trimethyl-8-methylenebicyclo[7.2.0]undec-3-ene	91	1455	0.012	0.036	0.026	0.028	0.032	0.0071
Azulene, 1,4-dimethyl-7-(1-methylethyl)-	183.1	1781	0.003 ^{ab}	0.005 ^a	0.003 ^{ab}	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0001
Benzene, 1,2,3,5-tetramethyl-	119.1	1119	0.069	0.087	0.227	0.295	0.201	0.0579
Benzene, 1,2,4,5-tetramethyl-	119.1	1123	0.098	0.091	0.113	0.126	0.091	0.0341

Table 6. Continued

Volatile organic compounds (A.U. x 10 ⁶)	M/Z	LRI	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
Benzene, 1,3-bis(1,1-dimethylethyl)-	175.1	1258	0.702 ^c	1.109 ^{bc}	2.624 ^{ab}	2.744 ^a	1.740 ^{abc}	0.3580
Benzene, 1-ethyl-2,4-dimethyl-	119.1	1081	0.000 ^b	0.000 ^b	0.150 ^{ab}	0.193 ^a	0.147 ^{ab}	0.0427
Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethenyl)-	132	1086	0.139	0.126	0.136	0.132	0.126	0.0156
Benzene, 1-methyl-3-(1-methylethyl)-	119	1021	3.969	4.102	6.29	4.328	4.460	0.6447
Benzene, 1-methyl-4-propyl-	105	1052	0.000 ^c	0.000 ^c	0.071 ^{ab}	0.085 ^a	0.045 ^b	0.0083
Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl-	93	916	0.000 ^c	0.549 ^a	0.600 ^a	0.023 ^{bc}	0.054 ^b	0.0124
Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)-	93	956	0.950 ^c	1.959 ^{ab}	2.142 ^a	1.344 ^{bc}	1.372 ^{bc}	0.1615
Bicyclo[5.2.0]nonane, 2-methylene-4,8,8-trimethyl-4-vinyl-	133	1424	0.983 ^b	2.950 ^a	2.095 ^{ab}	2.494 ^{ab}	2.288 ^{ab}	0.4394
Copaene	161.1	1380	0.285	0.877	0.614	0.719	0.604	0.1420
Cyclohexane, 1-ethenyl-1-methyl-2,4-bis(1-methylethenyl)-, [1S-(1.α.,2.β.,4.β.)]-	93	1395	0.020	0.069	0.051	0.062	0.046	0.0121
Cyclohexene, 1-methyl-4(1-methylethylidene)-	121	1092	0.000 ^c	0.418 ^{ab}	0.427 ^{ab}	0.559 ^a	0.364 ^b	0.0361
Cyclohexene, 4-ethenyl-4-methyl-3-(1-methylethenyl)-1-(1-methylethyl)-, (3R-trans)-	121	1343	0.481	1.268	1.018	1.144	0.851	0.2083
Cyclotetrasiloxane, octamethyl-	281	1003	32.644 ^a	22.433 ^b	26.495 ^{ab}	30.233 ^{ab}	22.745 ^b	2.0538
Decane	57.1	994	2.460 ^b	3.690 ^{ab}	7.117 ^a	7.784 ^a	6.360 ^{ab}	1.0815
Decane, 2,4,6-trimethyl-	71	1121	0.000 ^b	0.000 ^b	0.094 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0120
Decane, 2,9-dimethyl-	57.1	1134	0.000	0.000	0.023	0.028	0.000	0.0071
Decane, 2-methyl-	57	1062	0.506	0.781	0.305	1.388	0.609	0.3615
Decane, 3-methyl-	57	1067	0.233 ^b	0.252 ^b	0.492 ^{ab}	0.758 ^a	0.452 ^{ab}	0.0934
Decane, 4-methyl-	71.1	1065	0.000 ^c	0.267 ^b	0.540 ^a	0.605 ^a	0.385 ^{ab}	0.0550
Decane, 5-methyl-	57.1	1062	0.000 ^b	0.000 ^b	1.668 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0573
Dodecane	57	1200	0.844 ^b	1.587 ^{ab}	3.133 ^a	2.730 ^{ab}	2.320 ^{ab}	0.5397
Dodecane, 2,6,11-trimethyl-	71	1284	0.190 ^b	0.213 ^b	0.514 ^a	0.475 ^{ab}	0.308 ^{ab}	0.0689
Dodecane, 2,7,10-trimethyl-	71	1306	0.031	0.056	0.123	0.107	0.062	0.0257
Dodecane, 4,6-dimethyl-	71.1	1330	0.083	0.086	0.207	0.172	0.139	0.0441
Heptane, 2,3,4-trimethyl-	57	943	0.000 ^b	0.076 ^{ab}	0.114 ^{ab}	0.187 ^a	0.089 ^{ab}	0.0400
Heptane, 3,4-dimethyl-	57.1	844	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.088 ^a	0.0169
Heptane, 4-ethyl-	57.1	843	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.106 ^a	0.000 ^b	0.0194
Hexane, 3-ethyl-	43.1	766	0.354	0.477	0.800	1.061	0.598	0.1998
Humulene	93.1	1460	0.123	0.410	0.297	0.382	0.387	0.0718
Humulene epoxide I	93.1	1589	0.000 ^b	0.009 ^a	0.009 ^a	0.015 ^a	0.011 ^a	0.0020
Methane, dichloronitro-	83.1	558	0.077 ^b	0.065 ^b	0.068 ^b	0.179 ^a	0.064 ^b	0.0184
Methane, isocyanato-	57.1	553	0.127	0.022	0.120	0.080	0.000	0.0474
Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)-	159.1	1529	0.032 ^b	0.158 ^a	0.143 ^{ab}	0.146 ^a	0.140 ^{ab}	0.0266
Naphthalene, 1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-	183	1682	0.003 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0006
Naphthalene, decahydro-4a-methyl-1-methylene-7-(1-methylethenyl)-, [4aR-(4a.α.,7.α.,8a.β.)]-	105	1493	0.000 ^b	0.038 ^a	0.037 ^a	0.033 ^{ab}	0.019 ^{ab}	0.0080
Nonane, 2,5-dimethyl-	57.1	1018	0.266 ^c	0.329 ^{bc}	0.712 ^{ab}	0.849 ^a	0.498 ^{abc}	0.1028

Table 6. Continued

Volatile organic compounds (A.U. x 10 ⁶)	M/Z	LRI	Control	0.005RB	0.01RB	0.005CB	0.01CB	SEM
Nonane, 2,6-dimethyl-	71	1022	0.433 ^b	0.522 ^b	1.089 ^{ab}	1.326 ^a	0.775 ^{ab}	0.1568
Nonane, 3-methyl-	57.1	956	0.000 ^b	0.000 ^b	0.095 ^{ab}	0.132 ^a	0.106 ^{ab}	0.0272
Nonane, 4,5-dimethyl-	57.1	1033	0.000	0.000	0.070	0.059	0.059	0.0208
Nonane, 5-methyl-5-propyl-	57.1	1247	0.027	0.043	0.000	0.000	0.042	0.0109
Octane, 2,3-dimethyl-	57	947	0.000 ^b	0.000 ^b	0.228 ^a	0.181 ^{ab}	0.000 ^b	0.0538
Octane, 2,4,6-trimethyl-	57.1	963	0.170 ^b	0.162 ^b	0.353 ^{ab}	0.451 ^a	0.251 ^{ab}	0.0644
Pentadecane	71.1	1499	0.065	0.035	0.056	0.083	0.033	0.0176
Pyrazine, 2,3-diethyl-5-methyl-	150.1	1159	0.036 ^a	0.036 ^a	0.039 ^a	0.021 ^{ab}	0.000 ^b	0.0049
Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-	121.1	989	0.518 ^b	0.705 ^a	0.483 ^b	0.328 ^c	0.287 ^c	0.0348
Pyrazine, 3,5-diethyl-2-methyl-	149	1161	0.171 ^a	0.142 ^a	0.158 ^a	0.105 ^b	0.080 ^b	0.0068
Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-	135	1083	1.383 ^a	1.182 ^a	1.267 ^a	0.886 ^b	0.661 ^c	0.0508
Pyrazine, trimethyl-	122.1	993	1.230 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.2405
Tetradecane	57.1	1400	0.246	0.169	0.410	0.306	0.256	0.0708
trans- α -Bergamotene	93	1425	0.000 ^b	0.000 ^b	1.203 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.2197
trans- β -Ocimene	93	1052	0.000 ^b	0.026 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0048
Tricyclo[2.2.1.0(2,6)]heptane, 1,3,3-trimethyl-	93.1	894	0.390 ^b	3.729 ^a	3.917 ^a	0.563 ^b	0.712 ^b	0.1046
Tridecane	57	1304	0.073	0.037	0.067	0.077	0.067	0.0142
Undecane, 2,4-dimethyl-	85.1	1211	0.027 ^{bc}	0.000 ^c	0.103 ^a	0.099 ^a	0.066 ^{ab}	0.0125
Undecane, 2,7-dimethyl-	85.1	1219	0.000 ^b	0.000 ^b	0.048 ^a	0.044 ^a	0.026 ^a	0.0059
Undecane, 2,8-dimethyl-	71.1	1223	0.050	0.083	0.112	0.111	0.064	0.0369
Undecane, 2-methyl-	57.1	1167	0.039 ^c	0.060 ^{bc}	0.141 ^a	0.129 ^{ab}	0.068 ^{abc}	0.0184
Undecane, 3-methyl-	57.1	1173	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.046 ^a	0.000 ^b	0.0058
Undecane, 5-methyl-	71.1	1160	0.027 ^b	0.072 ^{ab}	0.161 ^a	0.142 ^a	0.112 ^{ab}	0.0267
D-Limonene	68	1025	3.020 ^b	5.192 ^{ab}	6.207 ^a	4.460 ^{ab}	4.494 ^{ab}	0.5276
Subtotal	0	0	59.257 ^c	65.350 ^{abc}	85.835 ^a	80.518 ^{ab}	64.155 ^{bc}	4.9970
Ketones								
Ethanone, 1-(1H-pyrrol-2-yl)-	109	1064	0.060 ^{ab}	0.079 ^a	0.067 ^{ab}	0.030 ^b	0.049 ^{ab}	0.0106
(+)-2-Bornanone	95	1147	0.141 ^c	1.084 ^b	2.171 ^a	0.192 ^c	0.473 ^c	0.0909
2-Cyclohexen-1-one, 3-methyl-6-(1-methylethyl)-	82.1	1257	0.133	0.134	0.171	0.179	0.152	0.2333
4,7,7-Trimethylbicyclo[4.1.0]hept-3-en-2-one	150	1316	0.034	0.047	0.039	0.043	0.038	0.0045
4-Methyleneisophorone	150	1255	0.058	0.077	0.089	0.094	0.082	0.0141
Carvone	82.1	1247	0.000 ^b	0.000 ^b	0.023 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.0044
Cyclohexanone, 2-methylene-5-(1-methylethyl)-	82	1250	0.015	0.021	0.023	0.017	0.013	0.0061
D-Carvone	82.1	1246	0.023 ^a	0.040 ^a	0.000 ^b	0.021 ^{ab}	0.034 ^a	0.0053
Subtotal	0	0	0.464 ^c	1.481 ^b	2.582 ^a	0.577 ^c	0.840 ^c	0.1066
Sulfur compounds								
Cyclic octaatomic sulfur	64	2031	0.040 ^b	0.118 ^{ab}	0.174 ^a	0.132 ^a	0.177 ^a	0.0216
Sulfur dioxide	64	537	0.000 ^b	1.180 ^a	0.000 ^b	0.000 ^b	0.000 ^b	0.2172
Subtotal	0	0	0.040 ^b	1.297 ^a	0.174 ^b	0.132 ^b	0.177 ^b	0.2170
Total	0	0	83.897 ^c	92.073 ^{bc}	116.173 ^a	108.981 ^{ab}	91.213 ^{bc}	5.4165

^{a-c} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

Control, not add essential oils; 0.005RB, batter in 0.005% rosemary essential oil; 0.01RB, batter in 0.01% rosemary essential oil; 0.005CB, batter in 0.005% clove essential oil; 0.01CB, batter in 0.01% clove essential oil; SEM, standard error of the mean.

class와 개별적인 VOCs에 의해서 결정되며(Barido et al., 2022), 토종닭 후라이드 치킨의 VOCs는 hydrocarbons(84), alcohols(16), aldehydes(11), esters(11), ketones(8), acids(2), sulfur compounds(2)로 총 134개의 VOCs가 검출되었다. Alcohols, hydrocarbons, ketones의 총량과 VOCs의 총량은 Control보다 0.01RB에서 유의적으로 높은 수준을 보였다. 반면, aldehydes의 총량은 Control보다 0.005CB에서 유의적으로 높은 수준을 나타냈다.

부분 최소 제곱 판별분석(partial least square-discriminant analysis: PLS-DA)은 식품, 생물통계, 의학연구 등에서 적용되는 방법으로 독립변수들 사이에 상관관계가 높아 데이터에 노이즈가 많거나 다중 공선성이 존재하여도 신뢰성이 높은 모형을 얻을 수 있는 통계기법이다(Myoung and Oh, 2016). 토종닭 후라이드 치킨의 VOCs 데이터를 PLS-DA로 나타낸 결과 Control은 나머지 4개의 처리구와 서로 다른 클러스터를 형성하였으며, 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 첨가 처리구들은 농도 차이에 따라 서로 다른 클러스터를 형성하였다(Fig. 1). VIP(variance importance on PLS projections) 값이 1보다 클 경우 해당 물질은 처리구 간의 풍미를 구분하는데 큰 기여를 한다고 알려져 있다(Chong and Jun, 2005). 토종닭 후라이드 치킨 중 VIP 값이 가장 큰 VOCs는 sweet, piney odor를 나타내는 Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-로 처리구 간의 풍미를 구분하는데 가장 큰 기여를 한 물질로 나타났다(Fig. 1). Hui et al.(2010)은 Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-이 과일과 채소에서 향에 영향을 미치는 hydrocarbons 중 하나로 당근으로 만든 에센셜 오일에서도 검출되었다고 보고하였다. 본 연구에서 Cyclohexene, 1-methyl-4-(1-methylethylidene)-는 Control을 제외한 모든 처리구에서 검출되었으며, 이는 식물성 소재인 로즈마리와 클로브 에센셜 오일 성분이 토종닭 후라이드 치킨으로 마스킹된 결과로 사료된다.

에센셜 오일은 강한 향을 내는 정유성분으로 독특한 방향성 성분을 갖고 있어 육제품에 첨가될 때 풍미를 개선시킬 것으로 기대되는 식물성 추출물이다(Ruiz-Hernández et al., 2021). Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, (1S-endo)-와 Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-는 로즈마리 에센셜 오일 첨가 처리구에서만 검출되었다($P < 0.05$). Tschiggerl and Bucar et al.(2010)은 로즈마리 에센셜 오일의 휘발성 성분을 측정한 결과 위와 같은 성분들이 검출되었다고 보고하였다. Bicyclo[3.1.1]heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-, (1S)- 또한 로즈마리 에센셜 오일의 휘발성 성분으로(Tschiggerl and Bucar, 2010) Control보다 로즈마리

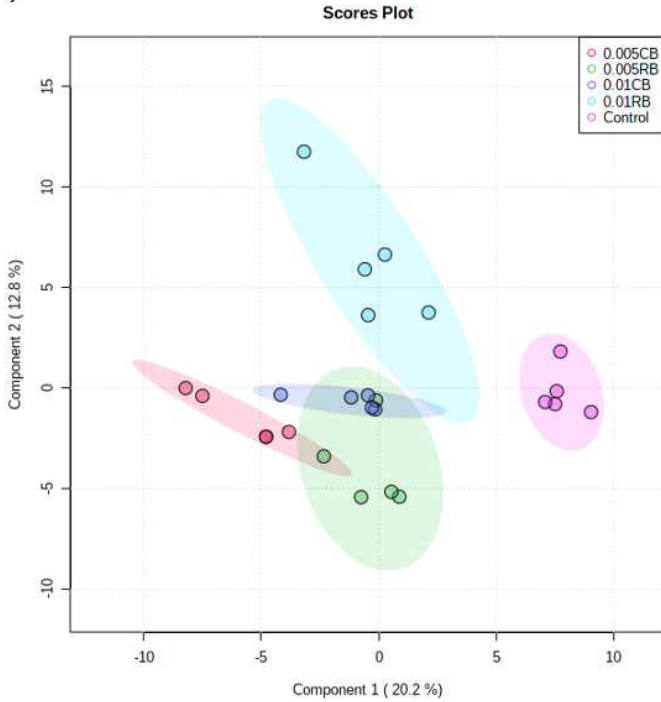
에센셜 오일 첨가 처리구인 0.005RB와 0.01RB에서 유의적으로 많은 양이 검출되었다. Bicyclo[2.2.1]hept-2-ene, 1,7,7-trimethyl-은 로즈마리 에센셜 오일에서 검출된 휘발성 물질로(Jalali-Heravi et al., 2011) Control을 제외한 에센셜 오일 첨가 처리구에서 모두 검출되었으며 클로브 에센셜 오일 첨가 처리구보다 로즈마리 에센셜 오일 첨가 처리구에서 유의적으로 많은 양이 검출되었다. (+)-2-Bornanone는 FEMA(Flavor and Extracts Manufacturers Association)에서 GRAS로 인정받은 물질로 rosemary의 향미성분으로 보고되었다(Authority, 2008). (+)-2-Bornanone은 Control보다 0.005RB와 0.01RB에서 많은 양이 검출되었다($P < 0.05$). 이러한 결과들은 로즈마리 에센셜 오일의 향미성분들이 토종닭 후라이드 치킨에 마스킹된 결과로 사료된다.

Pyrazine 성분들은 지질산화로부터 생성되는 aldehydes 또는 Maillard 반응에서 aminoketone의 축합에 의해 생성될 수 있으며, roasted, nutty odor를 나타내는 긍정적인 향미 성분이다(Bassam et al., 2022). 본 연구에서 pyrazine 성분 중 2,3-dimethyl-5-ethylpyrazine과 pyrazine, trimethyl-은 Control에서만 검출되었다($P < 0.05$). Pyrazine, 2,3-diethyl-5-methyl-은 Control과 비교하였을 때 0.01CB에서 유의적으로 감소하였다. Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl-, pyrazine, 3,5-diethyl-2-methyl-과 pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-은 Control과 비교하였을 때 클로브 에센셜 오일 첨가 처리구에서 유의적으로 감소하였다. Propanal, 2-methyl-는 valine, isoleucine과 leucine의 strecker degradation에 의해 생성되는 물질(Muriel et al., 2004)로 클로브 에센셜 오일 첨가 처리구에서 감소하였다($P < 0.05$). 이러한 결과는 Maillard 반응에 관여하는 라디칼에 대한 에센셜 오일의 항산화 능력에 의한 결과로 사료된다(Rizzi, 2003; Beya et al., 2021). 또한, 로즈마리 에센셜 오일과 비교하였을 때 클로브 에센셜 오일 첨가가 더 많은 pyrazine 성분들을 감소시킨 것은 로즈마리 에센셜 오일보다 강력한 클로브 에센셜 오일의 항산화 효과에 의한 결과로 사료된다(Table 1).

적 요

본 연구에서 사용된 클로브 에센셜 오일은 로즈마리 에센셜 오일보다 강력한 항산화 효과를 나타내었다. 토종닭 후라이드 치킨 제조 과정 중 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 첨가는 일반성분, pH, TBARS와 관능적 특성에 있어 유의적인 효과를 줄 수 없었다. 0.005CB를 제외한 모든 에센셜 오일 첨가 처리구는 Control보다 낮은 가열감량을 보였

(A)



(B)

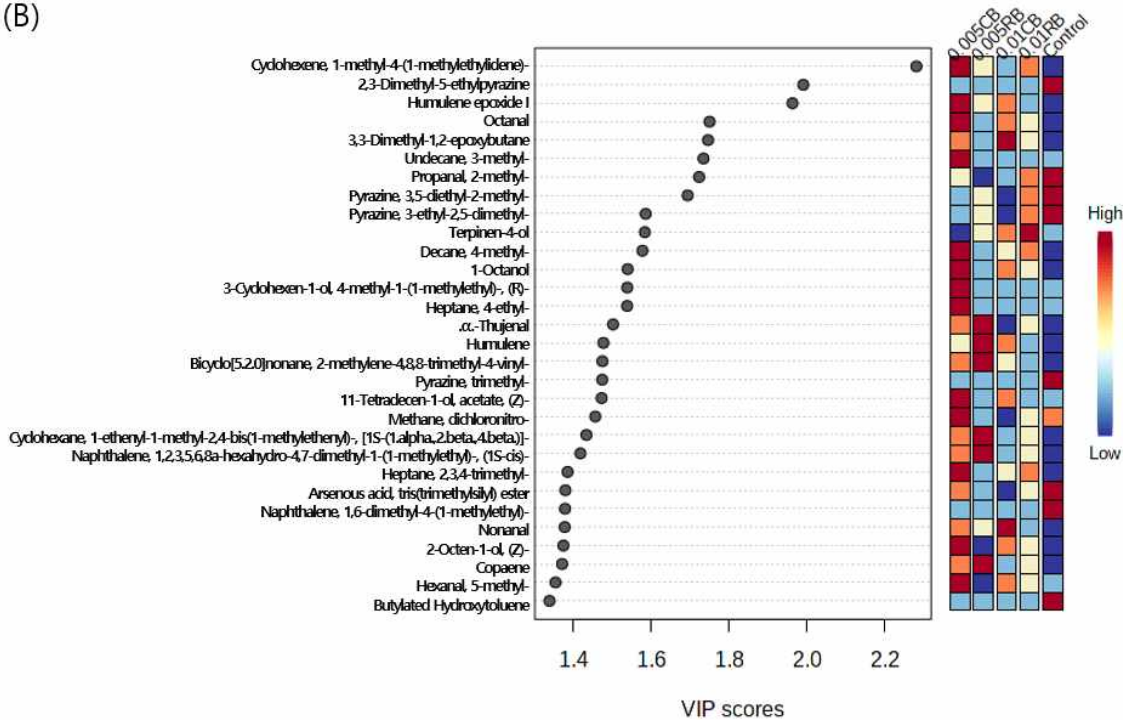


Fig. 1. Partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA) (A) and its variable importance in projection scores (VIP scores) (B) from volatile organic compounds of fried Korean native chicken thigh meat with rosemary and clove essential oils.

고 0.005CB에서는 높은 픽업률을 보였다($P < 0.05$). 토종닭 후라이드 치킨의 지방산 조성을 측정된 결과, 클로브 에센셜 오일의 향산화 효과로 인하여 0.005CB와 0.01CB는

Control보다 높은 수준의 arachidonic acid를 나타내었다. 토종닭 후라이드 치킨의 휘발성 유기 화합물을 측정된 결과, 로즈마리 에센셜 오일의 특정 풍미성분들이 토종닭 후라이

드 치킨에 마스킹 되었고 클로브 에센셜 오일의 항산화 능력을 통해 몇몇 pyrazine류의 물질들을 감소시켰다. 본 연구 데이터는 향후 로즈마리와 클로브 에센셜 오일을 첨가하여 제조한 토종닭 후라이드 치킨의 저장성 연구에 있어 기초 데이터로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

(색인어 : 한국토종닭, 후라이드 치킨, 풍미, 로즈마리 에센셜 오일, 클로브 에센셜 오일)

사 사

본 연구는 농촌진흥청의 2025 축산현안대응고도화 기술 개발사업(PJ016205)으로 추진된 것으로 지원에 감사합니다.

ORCID

Soomin Oh	https://orcid.org/0009-0006-2403-4813
Yousung Jung	https://orcid.org/0000-0003-2095-2394
Sangrok Lee	https://orcid.org/0009-0001-6476-0127
Hee-Jeong Lee	https://orcid.org/0000-0003-3806-482X
Dongwook Kim	https://orcid.org/0000-0002-5496-1961
Hyo-Jun Choo	https://orcid.org/0000-0002-7747-5077
Dong-Jin Shin	https://orcid.org/0000-0003-3315-667X
Aera Jang	https://orcid.org/0000-0003-1789-8956

REFERENCES

- Adrah K, Adegoke SC, Tahergorabi R 2022 Physicochemical and microbial quality of coated raw and oleogel-fried chicken. *LWT* 154:112589.
- AOAC 1995. Official Methods of Analysis. 6th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Authority EFS 2008 Camphor in flavourings and other food ingredients with flavouring properties opinion of the scientific panel on food additives, flavourings, processing aids and materials in contact with food on a request from the commission. *EFSA Journal*, 6(7):1-15.
- Barido FH, Kim HJ, Shin DJ, Kwon JS, Kim HJ, Kim DW, Choo HJ, Nam KC, Jo C, Lee JH, Lee SK, Jang A 2022 Physicochemical characteristics and flavor-related compounds of fresh and frozen-thawed thigh meats from chickens. *Foods* 11(19):3006-3025.
- Bassam SM, Noleto-Dias C, Farag MA 2022 Dissecting grilled red and white meat flavor: its characteristics, production mechanisms, influencing factors and chemical hazards. *Food Chem* 371:131139.
- Beya MM, Netzel ME, Sultanbawa Y, Smyth H, Hoffman LC 2021 Plant-based phenolic molecules as natural preservatives in comminuted meats: a review. *Antioxidants*, 10(2):263-281.
- Blumenthal MM, Stockler JR, Summers PJ 1985 Alkaline cortaminant materials in used frying oils: a new quick test. *J Am Chem Soc* 62(9):1373-1374.
- Bordin K, Tomihe Kunitake M, Kazue Aracava K, Silvia Favaro Trindade C 2013 Changes in food caused by deep fat frying-A review. *Arch Latinoam Nutr* 63(1):5-13.
- Cha JS, Kim SH, Jung S, Kang HJ, Jo C, Nam KC 2014 Comparison of meat quality and sensory characteristics of different native chickens in Korean market. *Korean J Poult Sci* 41(1):53-59.
- Chong IG, Jun CH 2005 Performance of some variable selection methods when multicollinearity is present. *Chemometr Intell Lab Syst* 78(1-2):103-112.
- de Paiva GB, Trindade MA, Romero JT, da Silva-Barretto AC 2021 Antioxidant effect of acerola fruit powder, rosemary and licorice extract in caiman meat nuggets containing mechanically separated caiman meat. *Meat Sci*, 173:108406.
- Deng N, Deng Z, Tang C, Liu C, Luo S, Chen T, Hu X 2021 Formation, structure and properties of the starch-polyphenol inclusion complex: a review. *Trends Food Sci Technol* 112:667-675.
- Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D, Stocker P, Vidal N 2006 Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem* 97(4):654-660.
- Gülçin Ý, Elmastaş M, Aboul-Enein HY 2012. Antioxidant activity of clove oil - A powerful antioxidant source. *Arab J Chemistry* 5(4):489-499.
- Hui YH, Chen F, Nollet LML, Guiné RPF, Martín-Belloso O, Mínguez-Mosquera MI, Paliyath G, Pessoa FLP, Quéré JLL, Sidhu JS, Sinha N, Stanfield P 2010 *Handbook of Fruit and Vegetable Flavors* (Vol. 64). Hoboken: Wiley.

- Jalali-Heravi M, Moazeni RS, Sereshti H 2011 Analysis of Iranian rosemary essential oil: application of gas chromatography - mass spectrometry combined with chemometrics. *J Chromatogr A* 1218(18):2569-2576.
- Jayasena DD, Ahn DU, Nam KC, Jo C 2013 Flavour chemistry of chicken meat: A review. *Asian-Australas J Anim Sci*, 26(5):732.
- Jung Y, Shin DJ, Kim HJ, Jeong HJ, Lee HJ, Kim DW, Jang A 2023 Effect of feral peach sugar extracts and *Gomchwí* extracts on physicochemical properties and shelf-life of Woorimatdag chicken marinated with red pepper sauce. *Korean J Poult Sci* 50(1):176-178.
- Karre L, Lopez K, Getty KJ 2013 Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Sci*, 94(2):220-227.
- Kaur R, Gupta TB, Bronlund J, Kaur L 2021 The potential of rosemary as a functional ingredient for meat products-a review. *Food Rev Int*, 39(4):1-21.
- Kim HG 2022 Trends in poultry research-breeds and food security. *Korean J Poult sci* 54(6):176-178.
- Kim HJ, Kim HJ, Jang A 2019 Nutritional and antioxidative properties of black goat meat cuts. *Asian-Australas J Anim Sci* 32(9):1423-1429.
- Kim HJ, Kim HJ, Kim KW, Lee J, Lee SH, Lee SS, Choi BH, Shin DJ, Jeon KH, Choi JY, Jang A 2022 Effect of feeding alfalfa and concentrate on meat quality and bioactive compounds in Korean native black goat loin during storage at 4°C. *Food Sci Anim Resour* 42(3): 517-535.
- Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation 2023 <https://www.ekapepia.com/index.do>. Accessed on May 31, 2023.
- Kumar S, Mendiratta SK, Agrawal RK, Sharma H, Singh BP 2018 Anti-oxidant and anti-microbial properties of mutton nuggets incorporated with blends of essential oils. *J Food Sci Technol* 55:821-832.
- Lee KH, Kim HJ, Lee HJ, Kang MG, Jo CR 2012 A study on components related to flavor and taste in commercial broiler and Korean native chicken meat. *Korean J Food Preserv* 19(3):385-392.
- Liu Q, Zhang Y, Jiao W, Zhang L 2022 Study of the thermal behavior of rosemary extract and its temperature related antioxidant effect on chicken fat. *J Food Process Preserv* 46(8):e16793.
- Mellema M 2003 Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends Food Sci Technol* 14(9): 364-373.
- Mohamed HM, Mansour HA 2012 Incorporating essential oils of marjoram and rosemary in the formulation of beef patties manufactured with mechanically deboned poultry meat to improve the lipid stability and sensory attributes. *LWT* 45(1):79-87.
- Muriel E, Antequera T, Petróñ MJ, Andrés AI, Ruiz J 2004 Volatile compounds in Iberian dry-cured loin. *Meat Sci* 68(3):391-400.
- Myoung S, Oh CH 2016 Pattern recognition for typification of whiskies and brandies in the volatile components using gas chromatographic data. *JKSCI* 21(5):167-175.
- Nam KC 2017 Development of new chicken breeds to diversify consumer market. *Food Sci Anim Resour Ind* 6(1):17-23.
- Noori S, Zeynali F, Almasi H 2018 Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (*Zingiber officinale*) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets. *Food Control* 84:312-320.
- OECD 2023 Data. <https://data.oecd.org>. Accessed on May 31, 2023.
- Park SY, Kim HY 2021 Fried pork loin batter quality with the addition of various dietary fibers. *J Anim Sci Technol* 63(1):137.
- Pateiro M, Barba FJ, Domínguez R, Sant'Ana AS, Khaneghah AM, Gavahian M, G mez B, Lorenzo JM 2018 Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Res Int* 113:156-166.
- Pawar DP, Boomathi S, Hathwar SC, Rai AK, Modi VK 2013 Effect of conventional and pressure frying on lipids and fatty acid composition of fried chicken and oil. *J Food Sci Technol* 50:381-386.
- Rizzi GP 2003 Free radicals in the Maillard reaction. *Food Rev Int* 19(4):375-395.
- Ruiz-Hernández K, Sosa-Morales ME, Cerón-García A, Gómez-Salazar JA 2021 Physical, chemical and sensory changes in meat and meat products induced by the addition

- of essential oils: A concise review. *Food Rev Int* 1-30.
- Saricaoglu FT, Turhan S 2018 Antimicrobial activity and antioxidant capacity of thyme, rosemary and clove essential oils and their mixtures. *J Inno Sci Eng* 2(1):25-33.
- Sharma H, Mendiratta SK, Agarwal RK, Gurunathan K 2020 Bio-preservative effect of blends of essential oils: natural anti-oxidant and anti-microbial agents for the shelf life enhancement of emulsion based chicken sausages. *J Food Sci Technol* 57:3040-3050.
- Stojanoviæ-Radiæ Z, Pejèiæ M, Jokoviæ N, Jokanoviæ M, Iviæ M, ojiæ B, Skaljac S, StojanoviW P, Mihajilov-Krstev T 2018 Inhibition of *Salmonella* Enteritidis growth and storage stability in chicken meat treated with basil and rosemary essential oils alone or in combination. *Food Control* 90:332-343.
- Tschiggerl C, Bucar F 2010 Investigation of the volatile fraction of rosemary infusion extracts. *Sci Pharm* 78(3): 483-492.
- Viuda Martos M, Ruiz Navajas Y, Sánchez Zapata E, Fernández López J, Pérez Ivarez JA 2010 Antioxidant activity of essential oils of five spice plants widely used in a Mediterranean diet. *Flavour Fragr J* 25(1):13-19.
- Wang Y Z, Wang SY, Fu SG, Yang DJ, Yu YS, Chen JW, Chen YC 2019 Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts and dry ice on the physicochemical stability of omega 3 fatty acid fortified surimi like meat products. *J Sci Food Agric* 99(8):3843-3851.
- Xu L, Mei X, Wu G, Karrar E, Jin Q, Wang X 2022 Inhibitory effect of antioxidants on key off-odors in French fries and oils and prolong the optimum frying stage. *LWT*, 162:113417.

Received Jun. 26, 2023, Revised Sep. 4, 2023, Accepted Sep. 8, 2023