

말고기와 쇠고기의 부위별 향기와 올레산 비교 분석 연구

A Study on the Comparative Analysis of Scent and Oleic Acid of Different Part of Horse and Beef Meat

육진수¹

Jin Soo Youk
한양여자대학교
외식산업과

강창수^{2*}

Chang Soo Kang
국립한국농수산대학교
농수산융합학부

박용수^{3*}

Yong Soo Park
국립한국농수산대학교
축산학부

¹ Department of Food & Beverage Management, Hanyang Women's University, Seoul 04763, Korea

² Major of Agricultural and fisheries processing, Korea National University of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

³ Major of Horse Industry processing, Korea National University of Agriculture and Fisheries, Jeonju 54874, Korea

ABSTRACT

Received June 8, 2023
Revised July 14, 2023
Accept July 19, 2023

***Correspondence**

Chang Soo Kang
E-mail : ykshin22@korea.kr
Yong Soo Park
E-mail : dvmpsy@korea.kr

Horse meat is a low-fat and high-protein food with more essential amino acids and less fat than other meat, but the horse meat has not been popularized in Korea due to stereotypes about horse meat. In this study, a comparative analysis of horse meat and beef was conducted using electronic nose device and gas chromatography, and as a result, there was no significant difference in the scent. However, the oleic acid content of beef is significantly higher than that of horse meat(p<0.05). Therefore, the possibility of popularizing horse meat processed products in the domestic meat processing market is expected to be sufficient.

Key Words : Electronic nose, Horse meat, Processed meat, Oleic acid

서론

농촌진흥청의 2022년 국가표준식품성분표에 따르면 말고기는 소고기에 비해 동량 대비 류신, 이소류신, 라이신 등 필수아미노산이 많은 반면, 총 지방산은 15.7%, 포화 지방산은 14.3% 수준으로 저지방 고단백 저콜레스테롤 육류이다(농촌진흥청, 2022; 김도희 등, 2015). 하지만 전통적으로 말은 식육보다 군마나 역마 등의 가치를 중요하게 여겨, 식육 섭취가 금기시하던 오던 풍습이 지금까지 자리 잡고

있고, '말고기 특유의 냄새와 질긴 식감'이라는 고정관념 때문에 국내에서는 제주도를 제외한 다른 지방에서 말고기를 섭취하는 모습을 보기 어렵다(민윤숙, 2009).

하지만, 소, 돼지, 닭 등 국내 주요 식용 가축들에서 구제역(FMD; Foot-and-Mouth Disease)이나 고병원성 조류 인플루엔자(HPAI; Highly Pathogenic Avian Influenza) 등 가축 전염병이 빈번하게 발생하여 소비자들은 기존 축산물 안전성에 대한 염려가 커져 보다 안전한 육류 대체재로 말고기가 주목받고 있다(김문영, 2011; 김영규, 2012).

또한 말고기는 영양학적 가치가 높고(주나미 등, 2018; 정진형 등 2013; 성필남 등, 2004), 가공육 제품으로 제조 시, 기존 가공육 제품들에 비해 이화학적 특성 및 관능적 특성이 뒤쳐지지 않는다고 보고하고 있어(성필남 등, 2006; 성필남 등, 2008) 말고기의 국내 가공육 시장 공략이 가능할 것으로 판단된다. 특히, 말고기의 품질 향상을 위한 비육마의 육성 조건을 확립하고, 말고기의 전국적인 유통 체계가 구축되어 소비자가 쉽게 말고기를 구입하여 먹을 수 있다면, 말고기는 일상적인 음식이 될 것으로 전망된다(박행철, 2015; 오유나, 2018).

말고기는 글리코젠 함량이 0.9%로 쇠고기(0.3~0.6%)와 돼지고기(0.2%) 비하여 높고, 쇠고기에 비하여 미오글로빈 함량이 높아서 육색이 짙은 붉은색이며 공기에 노출되면 빠르게 흑갈색으로 변한다(Badiani,와 Manfredini, 1994). 또한 콜레스테롤이 축적되는 것을 막는 리놀레산을 다량 함유하고 있고, 비타민과 무기질 함량이 높아 인간의 신진대사 개선에 도움이 된다고 한다(Strashynskyi 등, 2020). 이러한 말고기의 특성을 바탕으로 다양한 치료 및 식이 제품으로의 활용 가능성을 연구하고 있다.

식품의 향미는 식품의 품질을 좌우하는 주요 인자로 향기는 후각을 자극하여 소비자의 기호를 향상해 식품선택의 기회가 제공되는 물론 섭취 시에도 관능적인 기호도에 상당한 영향을 주는 것으로 알려져 있다. 그러므로 말고기를 가공식품의 원료로 사용하기 위하여 기존의 소고기, 돼지고기, 닭고기 등과의 향기에 대한 특성을 비교측정하여 소비자들로부터 외면당하지 않을 기초 실험데이터가 요구된다. 일반적으로 육류에 함유된 지방산은 동물성 지방으로 대부분 포화지방산이라고 알려져 있다. 그러나 이는 육류의 종류, 품종, 부위 등에 따라 달라지며, 실제로 소고기나 말고기의 주요 지방산은 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0)와 같은 포화지방산에 비하여 oleic acid(C18:1, n-9)와 같은 단일불포화지방산 함량이 높은 비중을 차지한다. 그러므로 말고기를 대중화하기 위하여 대표적인 육고기인 소고기와 단일불포화지방산인 oleic acid(올레산) 함량을 측정하여 비교한 기초 실험데이터 확보도 필요하다고 판단된다.

본 연구는 말고기와 소고기의 전기화학식 가스 분석으로 냄새를 구분하는 장비인 전자코 장비(Electronic nose; Lee and Kim, 2018)를 통해 소고기와 말고기의 부위별 향기 특성을 규명하고, 각 시료의 oleic acid(올레산)을 분석하여, 비육마를 이용한 가공식품의 대중화 가능성에 관하여 연구하기 위해 실시하였다.

재료 및 방법

E-nose 시스템

실험에 사용된 분석 기기는 Electronic nose(E-nose, Heracles II, Alpha MOS, Toulouse, France)로 전자 센서와 같은 2 Flame Ionization Detector(FID) 화학 검출기로 신경 회로망과 같은 패턴 인식을 하는 기능 장치이다. 사람의 코가 냄새를 맡고 뇌에 전달하듯이 전자 센서로 감지해서 프로그램으로 처리한다. E-nose는 측정 용기 내의 headspace 안의 향기 물질에 반응하는 일련의 화학적 센서들을 통합하는 센서 기술에 기초하고 있으며, 인간이 맡을 수 없는 화학물질에도 반응한다.

각 센서는 각 향기 물질에 대한 반응 정도가 각기 다르며 이것은 conducting polymer의 저항 변화로 나타나는데, 기준이 되는 값에 대한 상대적인 저항값의 변화로 각 센서마다 각 물질에 대한 다른 값을 얻게 된다. 사용된 센서가 얻어낸 응답들을 이용함으로써 이들 휘발성분에 대한 패턴을 확립할 수 있다.

E-nose 시스템은 시료 용기 내의 headspace에서 센서들이 시료에 노출되면, 각 센서들이 시료와 화학적 상호작용을 일으켜 특징적인 반응을 나타내므로, 얻어진 자료의 객관적인 자료화가 가능하다. 또한 재현성이 보장되고 일정 기간이 지난 후에도 이미 분석한 향기 분석 자료를 기존 자료로 활용할 수 있는 장점이 있다.

장비의 컬럼은 MTX-5(극성)를 사용하였고, 컬럼 속 온도를 60~80℃(1℃/s)에서 10초간 측정 후, 80~250℃(2℃/s)에서 21초간 측정하였으며, 시료 각 1,000 μL를 1 mL/min의 유속으로 주입하였다.

시료의 향기 측정

말고기와 소고기의 부위별 E-nose 분석을 위해 캐나다 비육용 농용마 벨지안 교잡종(벨지안 + 퀴트 호스) 17년생 거세마의 냉동된 등심, 사태, 마둔과 성동구 사근동 정육점에서 구입한 냉장 압소 1++ 사태 부위를 시료로 측정하였다.

시료의 향기 분석 시, 시료를 각각 1g씩 정량하여 20mL vial에 넣어 E-nose 기기를 이용해 향기를 분석하였다. 시료마다 각각 3회 반복하여 측정하였다.

Oleic acid(올레산) 분석

시험방법은 식품공전(2022.10.)에 명시된 <식품의 기준 및 규격 제2022-76호 8. 일반시험법 2.1.5.4 지방산 제2법> 시험법을 사용하였다. 시험에 사용된 기체크로마토그래프(Gas Chromatography, GC)는 불꽃이온화검출기(Flame Ionization Detector, FID)를 사용하였다. 칼럼은 SP-2560(100 m × 0.25 mm × 0.2 μm)를 사용하였으며, 칼럼 온도를 100℃에서 4분간 유지한 후 3℃/min의 비율로 240℃까지 온도를 상승시키고 이후 15분 이상 유지하였고, 주입부 온도는 225℃, 검출기 온도는 285℃로 하였다. 유량은 헬륨 0.75 mL/min 조건으로 하였으며, split ratio를 200 : 1의 비율로 설정하였다.

통계 분석

통계분석은 R-program v. 4.0.3(2020.10.10.)을 이용하였다. 결과에 대한 평균은 Mean±SD로 정리하였고, 유의차는 Duncan's test를 이용하여 p<0.05 수준에서 검증하였다.

결과 및 고찰

Electronic nose(E-nose)를 이용한 향기 분석

말고기와 소고기의 부위별 측정 시간에 따른 강도(Intensity)를 나타내는 향기 패턴 결과 그래프를 Fig. 1에 나타내었다. 측정 시간별로 나타나는 특성 피크가 말고기 부위별뿐만 아니라 소고기도 거의 유사하게 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이와 같은 향기 성분의 패턴 모양은 비슷하게 나타나는 것으로 관찰되는바 소고기와 말고기의 부위별 향기는 유의적 차이가 없는 것으로 추측된다. 하지만, Y축인 각 패턴의 피크 강도는 말고기가 소고기보다 전반적으로 훨씬 크게 나타나고 있는 것으로 관찰되는데(B, D), 이로 인해 말고기와 소고기 부위별 향기의 휘발 정도는 다른 것으로 판단되며, 특히 말고기가 소고기보다 향기가 진한 것으로 유추된다. 이에 관해서는 소와 말의 동일 부위별 비교 및 향기의 통계적 분석에 대한 추가연구가 필요한 것으로 판단된다.

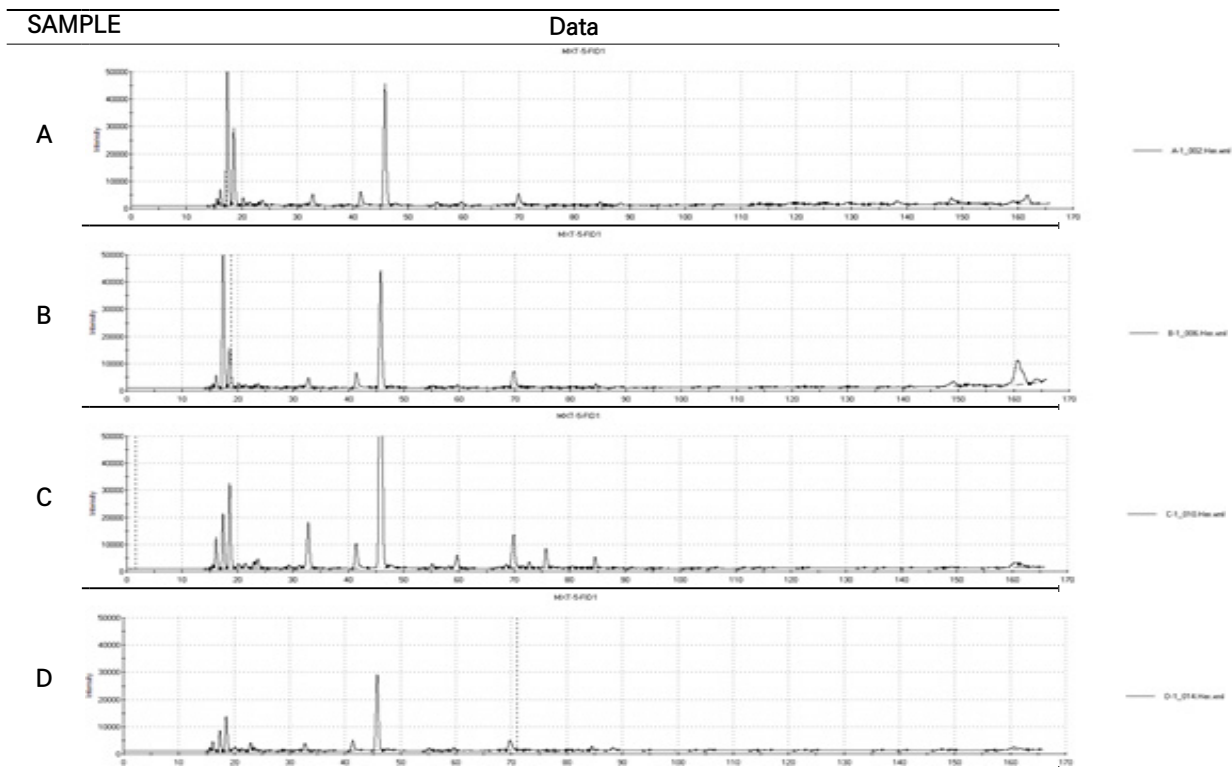


Fig. 1. The results of the electronic nose analysis in MTX-5(polar) column that analyzed in triplicate. (A: Horse Sirloin, B: Horse Fore Shank, C: Horse Inside round, D: Cattle Fore Shank), (#n: Number of iterations of electronic nose analysis)

Oleic acid(올레산) 분석 결과

말고기와 소고기의 부위별 올레산 함량을 GC로 분석해본 결과, 말 등심, 말 사태 및 소 사태 간의 동일 질량 대비 올레산 함량은 품종 및 부위별로 유의적인 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 특히 말 등부의 경우 다른 시료들에 비해 올레산 함량이 평균 3.552g/100g으로 낮은 경향이였다. 또한,

WFA의 경우도 품종 간 부위별 유의적인 차이가 있었고 ($p < 0.05$), 특히 소 사태가 평균 55.18%로서 다른 시료들에 비해 높게 나타났다. 이는 올레산 함량은 동일 질량 대비 말고기와 같아도, 총 지방산 중의 올레산 비율은 조금씩 다르기 때문인 것으로 판단된다. 축종별 및 부위별로 더 정확한 연구 결과를 얻기 위해서는 추가적인 분석이 필요할 것으로 판단된다.

Table 1. Comparison of Agricultural Governance in South and North Korea

Samples	Oleic Acid (g/100g)	Average WFAi (%)
Horse Sirloin	13.397±0.050a	31.98±0.06c
Horse Fore Shank	13.065±0.040c	36.67±0.02b
Horse Inside round	3.552±0.006d	30.38±0.01d
Cattle Fore Shank	13.324±0.026b	55.18±0.03a

*WFAi: Individual content among 37 fatty acids

**Different letters in the columns were significantly different ($p < 0.05$)

고찰

국내 말산업은 말 자원 27,000여 두, 산업 규모 6천6백억 원, 사업체 수 2천여 개로 보고되었다(한국마사회, 2023). 사육되고 있는 말 중에서 용도별로 살펴보면 승용 13,000두, 경주용 8,000두, 번식용 5,000두로 대부분을 차지하고 있고, 육용은 641두로 전년도 813두에 비하여 21.2% 감소하였다. 말고기 사업체 현황은 도축업 9개소와 음식점은 43개소로 전년도에 비하여 증가 경향이다. 국내 도축 현황으로 소비량을 추정해 보면 육용 말은 '22년도 1,501두 및 '21년 1,270두가 도축되었다. 도축량과 소비량은 연도별 차이가 심하여 일정한 경향을 확인하기는 어렵다. 하지만 말고기 유통 활성화를 위하여 말고기 등급 판정 규정 정립되었고(노경상 등, 2015), 말고기에 대한 소비자 수요와 지불 의사를 조사한 결과 1kg 당 26,961원으로 한우 3등급 등심 가격의 67.8%라고 하였다(전성원 등, 2015). 특히 말고기 산업화를 위해서는 소비자가 원하는 가격 수준의 제품을 개발할 것인지 또는 쇠고기 등 다른 육류와 차별화 전략을 마련할 것인지에 대한 포지셔닝 전략이 필요하고 하였다(전성원 등, 2015). 따라서 본 연구를 통하여 말고기 품질을 분석하고 타 육류와 비교하여 차이가 없다면 말고기 제품 개발을 통한 산업화에 기여할 것으로 판단된다.

영양 및 화학적 관점에서 말고기는 타 품종과 차이가 없고,

인간의 건강 관점에서는 많은 장점을 가지고 있다. 말고기는 단백질 함량이 높고(19.9%~24.5%), 지방이 낮고(0.5%~3.0%), 열량이 낮으며, 기타 영양소가 풍부하고, 타 육류에 비하여 결합 조직 단백질과 근육 콜라겐의 높은 열저항성으로 인해 응집력이 높아 단단하지만, 근육 섬유는 가늘고 지방 조직이 산재되어 마블링 효과도 가지고 있다(Renata 등, 2021). 미각 평가에서는 높은 글리코젠 함량과 글리신 및 알라닌과 같은 아미노산으로 인해 달콤한 향기와 뒷맛이 있다(Kondratowicz 등, 2006; Makala 2007). 하지만, 육색이 갈색 음영이 있는 진한 적색을 띠고 있는 단점이 있다(Kondratowicz 등, 2006; Makala 2007). 이러한 말고기의 단점을 제거하기 위하여 효소 처리(Stanislawczyk 등, 2018), 칼슘염 이용(Ostojka, 2008; Stanislawczyk 등, 2018), 절임법(Lawrence 등, 2003), 저온(Sholpan 등, 2019), 냉동법(Domaradzki 등, 2011), 열처리법(Borowski 등, 1994), 정제처리(Kondratowicz, 2001) 등에 대한 연구가 보고되었다.

이상과 같이 말고기의 다양한 특성에 대하여 연구가 진행되었으나, 식품의 기호성과 연관된 향기와 관련된 연구는 없었다. 본 연구에서 E-nose 분석 결과, 측정 시간별로 나타나는 특성 피크가 말고기 부위별과 소고기가 거의 유사하게 나타났다. 또한 패턴의 피크 강도는 말고기가 소고기보다 크게 나타났다. 그러므로 소고기와 말고기의 부위별 향기는

유의적 차이가 없는 것으로 유추되며, 말고기와 소고기 부위별 향기의 휘발 정도는 다르고 특히 말고기가 소고기보다 향기가 진한 것으로 판단되었다. 한편 올레산 함량과 WFA는 소 사태가 높은 경향이었고, 말에서도 부위별로 유의적인 차이가 있었다($p < 0.05$). 이러한 경향은 올레산 함량은 동일 질량 대비 말고기와 같아도, 총 지방산 중의 올레산 비율은 조금씩 다르기 때문에 발생한 것으로 판단되며, 더 정확한 연구 결과를 얻기 위해서는 추가적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

상기 결과를 종합하면 말고기의 향기와 올레산 함량은 소고기와 차이가 크지 않은 것으로 판단되며, 향후 신제품 개발, 소비자의 인식 변화 및 공급 유통망이 확보되면 제품 대중화가 가능할 것으로 판단된다.

요약

본 연구에서는 E-nose 장비를 이용한 말고기와 소고기의 부위별 향기 특성을 확인하고, GC 분석을 통한 각 시료의 올레산 함량을 비교하여, 영양학적으로 높은 가치가 있으나 소비가 저조한 말고기 소비 시장에 대한 마육 가공식품의 대중화 가능성을 연구하였다. E-nose 분석 결과 말고기와 소고기의 향기의 종류에는 크게 차이가 없었다. 하지만, 부위별로 향기의 피크 최대치의 차이가 있어 향의 진하기에는 차이가 있는 것으로 나타났다. GC 분석 결과, 올레산 함량은 소고기가 높은 경향이었고, 말고기에서도 부위별로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 말의 부위별 차이에 대하여 향후 소와 말의 동일 부위별 지방산 비교 및 각 개체의 부위 간의 지방산 비교 연구가 필요하다. 본 연구 결과에서 소고기와 말고기의 육향은 차이가 없는 것으로 나타나, 비육마 가공식품은 소비자의 인식 변화 및 공급 유통망이 확보되면 제품 대중화가 가능할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김도희, 김경원, 김영훈, 김주아, 김준, 문광덕, 2015, 백색육(오리고기, 닭고기)과 말고기의 식품학적 성분 비교, *Korean J. Food Preserv.* 22(5), 644-651
2. 김문영, 2011, 기존 축산업의 대체 산업으로써 말(馬)산업 육성의 타당성 여부 고찰, *동서언론*, 14(0), 39-71.
3. 김영규, 2012, 구제역 발생이 육류 시장의 소비자행동에 미치는 영향 분석, *박사학위논문 강원대학교 대학원*
4. 노경상, 이상철, 이종언, 천현식, 전상준, 2015, 말고기 등급화 규정정립에 관한 연구. (사)한국축산경제연구원 최종보고서

5. 민윤숙, 2009, 제주도 말고기 식용 전통과 말고기 식용 부정(不淨) 관념 분석, *민속학연구*, 24: 171-196
6. 박행철, 2015, 말근육 부위별 근섬유 특성 및 등급판정에 따른 육질분석, *국내석사학위논문 제주대학교 대학원*
7. 성필남, 이종언, 오운용, 고문석, 박범영, 2004, 숙성기간이 말고기 등심근의 육질 및 관능적 특성에 미치는 영향, *한국축산식품학회*, pp.263 - 265
8. 성필남, 이종언, 김진형, 박범영, 하경희, 고문석, 2006, 말고기 대체수준이 유화형 소시지 품질에 미치는 영향, *J. Anim. Sci. & Technol. (Kor.)* 48(5) 739~746
9. 성필남, 이종언, 오운용, 박범영, 2008, 말고기 함량에 따른 유화형 소시지의 이화학적 및 관능적 특성, *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* 28(1):9-13
10. 오유나, 2018, 말산업 육성법 고찰을 통한 말고기 시장 활성화 방안, *국내석사학위논문, 제주대학교 산업대학원*
11. 전성원, 최승철, 신용광, 2015, 말고기에 대한 소비자 수요와 지불의사, *한국산학기술학회논문지*. 4489-4497.
12. 정진형, 선창완, 황도연, 권기문, 이재청, 김효선, 김용준, 이상근, 류연철, 2013, 축산물 및 가공 : 말고기의 육질 등급에 따른 부위별 일반성분, 이화학적 특성 및 지방산 성분 비교, *한국축산학회지*, pp. 211-217.
13. 주나미, 신현수, 정은경, 이희정, 이태남, 강은실, 나유리, 강진아, 2019, 마육 페이스트 제품개발 및 실버푸드로서의 활용방안 모색, *숙명여자대학교 산학협력단*
14. 농촌진흥청, 국가표준식품성분표, 2022
15. 식품공전, 식품의 기준 및 규격 제 2022-76호, 2022
16. 한국마사회, 2022년 말산업 통계, 2023
17. Badiani, A.; Manfredini, M. The production of horsemeat. *J. Anim. Feed Sci* 1994, 20, 5-43.
18. Borowski, J.; Rotkiewicz, W.; Tomczyński, R. The effect of feeding and heat treatment on the changes in horsemeat. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst. Technol. Alimentorum.* 1994, 26, 55-62. (In Polish)
19. Domaradzki, P.; Skalecki, P.; Florek, M.; Litwińczuk, A. Effect of freezing storage on physicochemical properties of vacuum-packed beef. *Żywn. Nauka Techn. Jakość* 2011, 4, 117-126. (In Polish)
20. Kondratowicz, J. Effect of natural fat addition on changes in the weight and sensory quality of horsemeat frozen according to different methods. *Nat. Sci.* 2001, 8, 183-192.

21. Kondratowicz, J. Technological possibilities of affecting the quality of frozen horsemeat. *Chłodnictwo* 2006, XLI, 80–81. (In Polish)
22. Lawrence, T.E.; Dikeman, M.E.; Hunt, M.C.; Kastner, C.L.; Johnson, D.E. Effect of calcium salts on beef longissimus quality. *Meat Sci.* 2003, 64, 299–308.
23. Lee, J. W, and Kim. S. M, 2008, Development of a Portable Electronic Nose System (I), *J. Biosystems Engineering* 33(5): 333–339
24. Makąła, H. The use of horsemeat in Poland and in the world. *Gospod. Mięsna* 2007, 11, 16–18.
25. Ostoja, H.; Cierach, M. Effect of calcium salts treatment on structure of beef. *Acta Agrophys.* 2008, 11, 465–474. (In Polish)
26. Renata s, Mariuz R, Stanisław R. The quality of horsemeat and selected methods of improving the properties of this raw material. *Processes.* 2021. 9(9), 1672
27. Sholpan, A.; Berdan, R.; Talgat, K.; Lyazzat, B.; Yasin, U. Study of qualitative characteristics and properties of horse meat. *J. Pharm. Nutr. Sci.* 2019, 9, 1–6.
28. Stanisławczyk, R.; Rudy, M.; Gil, M. The influence of calcium chloride on the quality of horse meat. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 2018, 73, 44–53. (In Polish)
28. <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list?menuId=PS03563>