pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 41, No. 1, pp. 50~54 (2026)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2026.41.1.50

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

서울지역 유통 한우 표시 쇠고기의 원산지 및 이력정보 정확성 평가(2023-2025)

김미희* · 박연재 · 이명희 · 노창식
서울특별시보건환경연구원

Evaluation of the Accuracy of Origin and Traceability Information for *Hanwoo*-Labeled Beef Marketed in Seoul (2023-2025)

Mihee Kim*, Yeon-Jae Bak, Myounghee Lee, Changseek Ro
Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Seoul, Korea

(Received January 7, 2026/Accepted January 23, 2026)

ABSTRACT - In this study, we aimed to evaluate the accuracy of origin labeling and the reliability of traceability information for beef marketed as *Hanwoo* beef in Seoul. From 2023 to 2025, we collected a total of 3,052 *Hanwoo*-labeled beef samples from meat retailers using honorary livestock product monitors. We performed Hanwoo identification using Method I, based on microsatellite markers, and retested samples identified as non-*Hanwoo* using Method III. In addition, we performed DNA identity testing on 592 samples from large-scale retailers to verify the concordance of the traceability information. Among all samples, 17 (0.6%) were non-*Hanwoo*, with non-*Hanwoo* rates remaining low and relatively stable across the three years (0.8% in 2023, and 0.4% both in 2024 and 2025). We observed no statistically significant differences between years or regions (P>0.05). However, individually operated shops, including traditional markets and butcher shops, exhibited significantly higher non-*Hanwoo* rates than retailer-type shops (P<0.05), suggesting potential differences in management rigor among business types. DNA identity testing identified mismatches between labeled traceability numbers and DNA information in 5.6% of the samples from large retailers, indicating potential vulnerabilities in traceability verification. Overall, these findings indicate that the origin labeling for *Hanwoo*-labeled beef distributed in Seoul is generally accurate and highlight the need to further reinforce traceability management, particularly in individually operated shops. Expanding DNA-based verification and standardizing monitoring practices may contribute to the improved transparency and reliability of beef distribution.

Key words: *Hanwoo*, Origin labeling, Traceability number, *Hanwoo* identification test, DNA identity test

우리나라의 경제성장과 소득 수준 향상은 식생활의 변화를 동반해 왔으며, 이에 따라 육류 소비는 지속적으로 증가하고 있다[1]. 한국농촌경제연구원 통계에 따르면 2023년 1인당 육류(쇠고기·돼지고기·닭고기) 소비량은 60.6 kg으로 같은 해 쌀 소비량(56.4 kg)을 처음으로 상회하였다[2,3]. 특히 쇠고기 소비는 2005년 1인당 6.7 kg에서 2024년 14.9 kg으로 약 2.2배 증가하여 뚜렷한 증가추세를 보였다[4].

그러나 축산물 시장 개방 확대와 외국산 쇠고기 수입의 증가로 국내 쇠고기 자급률은 하락하였으며, 2024년 기준 41.9% 수준에 머무르고 있다[4]. 수입산 쇠고기 유통 비중이 높아지면서 소비자의 선택 폭은 넓어졌으나, 상대적으로 가격이 낮은 수입산 쇠고기나 국내산 육우가 한우로 둔갑되어 판매되는 부정 유통 사례가 지속적으로 보고되고 있다[5-7]. 이러한 부정 유통은 소비자 기만 및 축산물 유통 질서에 대한 신뢰 저하를 야기하므로, 원산지 판별의 정확성 향상을 위한 과학적 기반 구축 필요성이 대두되고 있다[8,9].

전통적으로는 소 품종을 뿔, 털색, 체형과 같은 외형적 특성으로 구분하였으나, 가공·분할된 쇠고기는 육안 식별이 어려워 분자생물학적 분석기법의 도입 필요성이 대두되었다[10]. 2000년에는 Melanocortin 1 receptor (MC1R) 유전자를 활용한 모색 기반 품종 분석법이 개발되었으나[11], 밝은 갈색 털을 가진 일부 수입우와 한우를 구별하는데 한계가 지적되었다[8]. 이후 초위성체(microsatellite, MS) 마커와 단일염기다형성(single nucleotide polymorphism, SNP)

*Correspondence to: Mihee Kim, Seoul Metropolitan Government Research Institute of Public Health and Environment, Seoul, 137130, Korea
Tel: +82-2-570-3166, Fax: +82-2-570-3206
E-mail: kmh513@seoul.go.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

마커를 이용한 판별법이 개발되었으며, 두 마커는 한우·수입우·교잡우 간 유전적 차이를 효과적으로 구별할 수 있는 높은 판별력을 보여 축산물 품종·원산지 식별 분야에서 주요한 분석 도구로 활용되고 있다[12-14].

정부는 원산지 허위 표시 및 부정 유통을 차단하기 위해 2008년 쇠고기원산지표시제를 도입하고, 2009년 쇠고기이력추적시스템을 시행하여 생산부터 유통까지의 이력관리를 제도화하였다[15]. 서울시는 이러한 제도적 기반하에 한우확인시험을 통해 유통 쇠고기의 원산지 표시 적정성을 정기적으로 점검하고 있으며, 2014년부터 명예 축산물 위생감시원(미스터리 쇼퍼)을 활용한 유통 축산물 모니터링을 운영하여 소비자 관점의 시료 수거 및 검사 기반을 구축하였다[16,17]. 최근에는 서울지역 유통 한우육을 대상으로 한 DNA 동일성 검사 연구[18]가 수행되면서, 단순 원산지 표시 여부를 넘어서 표시된 이력정보의 정확성 평가가 중요한 관리 요소로 부각되고 있다.

따라서 본 연구에서는 2023년부터 2025년까지 서울지역 축산물판매업소에서 수거된 한우 표시 쇠고기 시료를 대상으로 한우확인시험을 실시하여 원산지 표시 정확성을 평가하고, 대형 유통업소 시료에 대해 DNA 동일성 검사를 수행하여 이력정보의 신뢰성을 동시에 분석하였다. 또한 연도·권역·장소별 차이를 비교하여 서울지역 한우 표시 쇠고기의 유통 특성을 종합적으로 평가하고, 향후 원산지 관리 및 이력관리 제도 개선을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

Materials and Methods

시료

2023년 1월부터 2025년 12월까지, 서울시청 명예축산물 위생감시원을 통해 서울지역 축산물판매업소에서 한우로 표시된 쇠고기 총 3,052건을 수거하였다. 수거된 시료는 DNA 추출 전까지 4°C에서 냉장 보관하였다.

시약

Genomic DNA 추출에는 TANBead DNA Extraction Kit (Taiwan Advanced Nanotech, Taoyuan, Taiwan)를 사용하였다. 한우확인시험 PCR은 참 한우지기 키트(GAST, Jinju, Korea) 및 Multiple-X™ HW/MC(48/48) Kit (SolGent, Daejeon, Korea)를 사용하였다. 대립유전자형 분석에는 Hi-Di formamide 및 Genescan-500 LIZ size standard (Thermo Fisher Scientific, Dover, DE, USA)를 사용하였다.

실험방법

식품공전에 따른 한우확인시험법 중 제1법(초위성체 마커 이용법)으로 1차 판별 후, 비한우로 판정된 시료에 대해 제3법(대립유전자 다중분석법)으로 확인실험을 실시하였다[19].

제1법(초위성체 마커 이용법)

1) DNA 추출 및 농도 측정

Genomic DNA 추출은 Nucleic Acid Extractor (SLA-D14800, Taiwan Advanced Nanotech)를 이용하여 실시하였고, 추출된 DNA는 NanoPhotometer (N120, Implen, Munchen, Germany)를 이용하여 농도 및 순도를 측정하여, 최종 농도는 20-50 ng/μL가 되도록 희석하였다.

2) Multiplex-PCR

참 한우지기 키트를 사용하여 시료에서 채취한 genomic DNA 2 μL (20-50 ng), PCR primer mix 8.25 μL, 10× Reaction Buffer 1.5 μL, dNTPs 1.2 μL, $MgCl_2$ 1.1 μL, Taq DNA polymerase 0.4 μL(1-2U), DMSO 0.25 μL, 3차 증류수 0.3 μL를 첨가하여 15 μL의 primer mix 3개(SET0, SET1, SET2)를 각각 반응하였다. PCR 과정은 96-Well Thermal Cycler (VeritiPro, Thermo Fisher Scientific)에서 Touch down 방식으로 수행하였다. 95°C에서 15분간 denaturation을 실시한 후 94°C에서 60초, 58°C에서 75초, 72°C에서 60초를 1 cycle로 하여 총 5 cycle, 94°C에서 60초, 57°C에서 75초, 72°C에서 60초를 1 cycle로 하여 총 5 cycle, 94°C에서 60초, 56°C에서 75초, 72°C에서 60초를 1 cycle로 하여 총 25 cycle을 반복하였고, 이후 65°C에서 30분 extension 후 8°C에서 종료하였다.

3) 대립유전자형 분석 및 판정

PCR 산물 1 μL를 3차 증류수로 희석한 후, Hi-Di formamide와 Genescan-500 LIZ size marker와 혼합(1:10:0.3 μL)하여 90°C에서 3분간 denaturation을 하고 얼음 위에서 3분간 반응시켰다. Genetic Analyzer (3500xL, Thermo Fisher Scientific)의 Data Collection software (Version 3.3, Thermo Fisher Scientific)로 분석한 데이터를 GeneMapper software (Version 6.0, Thermo Fisher Scientific)를 통해 수치화하였다. 45종 MS 마커로 구성된 판별 데이터를 GeneClass 2 프로그램에 대입(0.5 이상 기준)하여 한우 여부를 판정하였다.

제3법(대립유전자 다중분석법)

1) DNA 추출 및 농도 측정

제1법과 동일한 방법으로 추출 및 측정하였다.

2) Multiplex-PCR

Multiple-X™ HW/MC(48/48) Kit를 사용하여 시료에서 채취한 genomic DNA 2 μL (20-50 ng), 2x Multiplex PCR Smart mix 12.5 μL, 3차 증류수 10.5 μL를 첨가하여 25 μL의 PCR 반응액을 제조하였다. PCR 과정은 96-Well Thermal Cycler로 95°C, 15분간 denaturation을 실시한 후 95°C 20초, 64°C 30초, 72°C 50초를 1 cycle로 하여 총 30

cycle, 이후 72°C에서 3분 extension 후 10°C에서 종료하였다. PCR 산물은 전기영동장치(E-Gel Power Snap, Thermo Fisher Scientific)를 이용해 모색형(Melanocortin 1 Receptor, MC1R) 분석에서 황색형, 한우형(HW-SNP) 분석에서 한우형일 경우 한우로 최종 판정하였다.

DNA 동일성 검사

대형 업소에서 수거한 시료는 이력번호, 원산지, 등급 등 표시된 이력정보의 진위 여부를 확인하기 위해 '가축 및 축산물의 개체식별을 위한 DNA동일성검사방법'고시[20]에 따라 DNA 동일성 검사를 추가로 실시하였다.

통계분석

통계 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 24 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하여 수행하였다. 연도·권역·장소 간 비한우율의 차이는 chi-square test를 통해 1% 및 5% 유의 수준에서 분석하였으며, 기대빈도가 5 미만으로 카이제곱 검정의 적용 요건을 충족하지 않는 경우에는 Fisher's exact test를 사용하였다.

Results and Discussion

본 연구는 2023년부터 2025년까지 서울지역 축산물판매업소에서 수거한 한우 표시 쇠고기 3,052건을 대상으로 한우확인시험을 실시하였다. 권역 및 장소 구분은 명예감시원 축산물 모니터링 체계 구축과정에서 적용된 Yoon[17]의 기준(동남권, 서남권, 동북권, 서북권/ 대형 업소, 중소형 업소, 전통시장, 일반정육점)을 준용하였다.

전체 시료 3,052건 중 비한우는 17건(0.6%)으로 확인되었으며, 최근 3년간 서울지역의 한우 표시 쇠고기에서의 비한우율은 낮은 수준을 유지하였다(Table 1). 연도별 비한우율은 2023년 0.8%, 2024년 0.4%, 2025년 0.4%로 나타났으며, 세 연도 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(P>0.05). 한편 Park 등[16]의 연구에서 명예감시원을 통해 수거된 서울지역 시료의 비한우율(2018-2020년, 비한우율 3.0%)과 비교한 결과, 본 연구 기간의 비한우율(0.6%)은 유의하게 낮은 수준이었다(P<0.01). 이는 서울시 명예축산물위생감시원 기반의 현장 모니터링 체계가 실제 유통 단계에서 한우 둔갑 행위를 억제하는 데 기여하고 있음을 시사하는 근거로 판단된다.

서울시 25개 자치구를 4개 권역으로 구분하여 분석한 결과, 서남권이 0.8%(7/868)로 가장 높은 비한우율을 보였고, 서북권 0.6%(3/523), 동남권 0.4%(3/704), 동북권 0.4%(4/957) 순이었다(Table 2). 그러나 권역 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(P>0.05). 이는 한우 허위 표시가 특정 지역에 국한된 문제가 아니라, 개별 업소의 관리 수준 또는 운영 특성에 의해 발생할 수 있음을 보여준다.

장소별 분석에서는 전통시장(0.9%, 5/544)과 일반정육점(0.7%, 11/1,578)에서 상대적으로 높은 비한우율이 확인되었고, 중소형 업소(0.3%, 1/338)는 낮은 수준을 보였으며, 대형 업소(0.0%, 0/592)에서는 비한우 사례가 발생하지 않았다(Table 3). 판매업소 유형을 개인형(전통시장·정육점)과 상점형(대형·중소형 업소)으로 재분류하여 집단 간 비교를 수행했을 때는 유의한 차이가 확인되었다(P<0.05). 이는 개인형 업소에서 원산지 관리의 상대적 취약성이 존재할 가능성을 시사한다.

Table 1. Results of *Hanwoo* identification test by year (2023-2025)

Year	No. of tested samples	No. of non-*Hanwoo*	Non-*Hanwoo* rate (%)
2023	1,172	9	0.8
2024	900	4	0.4
2025	980	4	0.4
Total	3,052	17	0.6

Table 2. Results of *Hanwoo* identification test by collection area

Collection area	No. of tested samples	No. of non-*Hanwoo*	Non-*Hanwoo* rate (%)
Southeast[1)]	704	3	0.4
Southwest[2)]	868	7	0.8
Northeast[3)]	957	4	0.4
Northwest[4)]	523	3	0.6
Total	3,052	17	0.6

[1)] Southeast area: Gangnam, Gangdong, Seocho, Songpa.
[2)] Southwest area: Gangseo, Gwanak, Guro, Geumcheon, Dongjak, Yangcheon, Yeongdeungpo.
[3)] Northeast area: Gangbuk, Gwangjin, Nowon, Dobong, Dongdaemun, Seongdong, Seongbuk, Jungnang.
[4)] Northwest area: Mapo, Seodeamun, Yongsan, Eunpyeong, Jongro, Junggu.

Table 3. Results of *Hanwoo* identification test by retailer type (collection site)

Collection site	No. of tested samples	No. of non-*Hanwoo*	Non-*Hanwoo* rate (%)
Large-scale meat retailers	592	0	0.0[a]
Mid/Small-scale meat retailers	338	1	0.3[a]
Traditional markets	544	5	0.9[b]
Butcher shops	1,578	11	0.7[b]
Total	3,052	17	0.6

a,b: Different superscripts indicate significant differences among retailer types (P<0.05).
NS: Not significant (P>0.05).

Table 4. Results of DNA identity test in *Hanwoo* beef samples (large-scale retailers)

Year	No. of tested samples	No. of mismatched samples	Mismatch rate (%)
2023	192	16	8.3
2024	176	5	2.8
2025	224	12	5.4
Total	592	33	5.6

대형 업소를 대상으로 한 DNA 동일성 검사에서 592건 중 33건(5.6%)의 시료에서 이력번호 불일치가 확인되었다 (Table 4). 이는 원산지 위.변조와 직접적으로 연관되지는 않으나, 등급 또는 품질이 상이한 한우고기가 유통될 가능성을 내포하며, 이력추적시스템의 신뢰성을 저하시킬 수 있는 취약 요인으로 해석된다. 연도별 이력번호 불일치율은 2023년 8.3%, 2024년 2.8%, 2025년 5.4%로 변동을 보였으며, 일시적 감소 이후 다시 상승하는 경향은 이력표시 관리가 지속적이고 체계적으로 강화될 필요가 있음을 보여준다.

현재 이력정보의 진위 여부 확인을 위한 DNA 동일성 검사는 주로 대형 업소를 중심으로 시행되고 있으며, 전통시장 및 일반정육점 등 개인형 업소에서는 동일 수준의 검증이 이루어지지 않고 있다. 비록 개인형 업소에서의 한우 둔갑 사례가 감소 추세에 있으나, 원산지 표시 정확성과 이력정보 신뢰성을 동시에 확보하기 위해서는 대형 업소 대상으로 시행 중인 '이력정보 검증(DNA 동일성 검사) 후 원산지 판별(한우확인시험)'의 단계별 검사체계[18]를 개인형 업소까지 확대 적용하는 방안을 고려할 필요가 있다.

종합하면, 서울지역에서 유통되는 한우 표시 쇠고기는 최근 3년간 전반적으로 높은 원산지 표시 정확성을 유지하고 있으나 개인형 업소와 상점형 업소 간의 관리 편차와 대형 유통업소에서 확인된 이력번호 불일치 문제는 개선이 필요한 영역으로 확인되었다. 향후 개인형 업소 중심의 원산지 관리 강화, 원산지 판별과 이력정보 검증을 결합한 통합 검사체계의 확대, 그리고 명예감시원 기반 시료 수거 방식의 표준화.다각화를 통해 한우 유통의 투명성과 신뢰성을 더욱 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

국문요약

본 연구는 서울지역에서 유통되는 한우 표시 쇠고기의 원산지 표시 정확성과 이력정보의 신뢰성을 평가하고자 수행되었다. 2023년부터 2025년까지 명예 축산물 위생감시원을 통해 총 3,052건의 한우 표시 쇠고기 시료를 수거하여 식품공전 제1법(초위성체 마커 기반)으로 한우 여부를 판별하고, 비한우로 확인된 시료에 대해서는 제3법(대립유전자 다중분석법)으로 재검증을 실시하였다. 또한 대형 유통업소에서 수거된 592건에 대해서는 DNA 동일성 검사를 실시하여 이력번호 일치 여부를 확인하였다. 전체 시료 중 비한우는 17건(0.6%)으로 확인되었으며, 비한우율은 2023년 0.8%, 2024년과 2025년 각각 0.4%로 낮고 안정적인 수준을 유지하였다. 연도 및 권역 간 통계적으로 유의한 차이는 확인되지 않았다(P>0.05). 그러나 전통시장 및 일반정육점 등 개인형 업소는 상점형 업소에 비해 유의하게 높은 비한우율을 보였다(P<0.05). 한편, 대형 유통업소 시료의 DNA 동일성 검사 결과 5.6%(33건)에서 이력번호 불일치가 확인되어 이력정보 검증 과정에 잠재적 취약성이 존재함을 시사하였다. 이상의 결과는 서울지역에서 유통되는 한우 표시 쇠고기의 원산지 표시는 전반적으로 정확한 수준을 유지하고 있음을 보여주나, 특히 개인형 업소 중심의 원산지 관리 강화, 원산지 판별과 이력정보 검증을 결합한 통합 검사체계의 확대, 그리고 명예감시원 기반 시료 수거 방식의 표준화·다각화를 통해 한우 유통의 투명성과 신뢰성을 더욱 제고할 수 있을 것으로 판단된다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Mihee Kim https://orcid.org/0000-0002-5992-4529
Yeon-Jae Bak https://orcid.org/0000-0001-5981-1965
Myounghee Lee https://orcid.org/0009-0007-1212-419X
Changseek Ro https://orcid.org/0000-0002-2239-5520

References

1. Kim, J.M., Nam, Y.S., Choi, J.H., Lee, M.A., Jeong, J.Y., Kim, C.J., Identification of *Hanwoo* (Korean native cattle) beef in restaurants using real-time PCR. *Korean J. Food Sci. Anim. Res.*, **25**, 203-209 (2005).
2. Ministry of Data and Statistics, (2025, November 16). Annual rice consumption per capita (in Korean). Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1ED0 001&conn_path=I2
3. Korea Rural Economic Institute (KREI), 2024. Agricultural outlook 2024(I): agriculture and rural areas in the era of uncertainty, KREI, Seoul, Korea, pp. 17-18.
4. *Hanwoo* Board., 2024. 2024 Monitoring report on *hanwoo* beef consumption trends, *Hanwoo* Board, Seoul, Korea, pp. 3-5.
5. Lee, S.M., Jin, Y.H., Consumer awareness on beef origin labeling in general restaurants. *Korean J. Culinary Res.*, **15**, 112-127 (2009).
6. Chang, J.B., Changing consumer beef consumption and perception. *Korean J. Agric. Sci.*, **50**, 99-112 (2023).
7. Hong, J., Leem, D., Kim, M.G., Park, K.S., Yoon, T., No, K.M., Jeong, J., Monitoring of restaurant beef labeling system. *J. Food Hyg. Saf.*, **25**, 162-169 (2010).
8. Cheong, H.S., Kim, L.H., Namgoong, S., Shin, H.D., Development of discrimination SNP markers for *Hanwoo*. *Meat Sci.*, **94**, 355-359 (2013).
9. Shim, J.M., Seo, D.W., Seo, S.W., Kim, J.J., Min, D.M., Kim, I.C., Jeon, J.T., Lee, J.H., Discrimination of Korean cattle (*Hanwoo*) with imported beef from USA based on the SNP markers. *Korean J. Food Sci. Anim. Res.*, **30**, 918-922 (2010).
10. Chung, E.R., Chung, K.Y., Identification of beef breed using DNA marker of coat color genes. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, **24**, 355-360 (2004).
11. Chung, E.R., Kim, W.T., Kim, Y.S., Han, S.K., Identification of *Hanwoo* meat using PCR-RFLP marker of MC1R gene associated with coat color. *Korean J. Anim. Sci.*, **42**, 379-390 (2000).
12. Lim, H.T., Min, H.S., Moon, W.G., Lee, J.B., Kim, J.H., Cho,I.C., Lee, H.K., Lee, Y.W., Lee, J.G., Jeon, J.T., Analysis and selection of microsatellites markers for individual traceability system in *Hanwoo*. *J. Anim. Sci. Technol*., **47**, 491-500 (2005).
13. Heo, E.J., Ko, E.K., Seo, K.H., Chon, J.W., Kim, Y.J., Park, H.J., Wee, S.H., Moon, J.S., Comparison of microsatellite and SNP methods for discriminating *Hanwoo*, imported, and crossbred beef. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, **34**, 763-768 (2014).
14. Lim, H.T., Seo, B.Y., Jung, E.J., Yoo, C.K., Yoon, D.H., Jeon, J.T., A comparison of discriminating powers between 14 microsatellite markers and 60 SNP markers applicable to the cattle identification test. *J. Anim. Sci. Technol.*, **51**, 353-360 (2009).
15. Hwang, E.K., Bae, M.J., Kim, B.G., Consumer purchasing behaviors and satisfaction toward *Hanwoo* beef. *Korean J. Food Nutr.*, **39**, 709-718 (2010).
16. Park, M.A., Bak, Y.J., Park, H.S., Ro, C.S., Genetic authenticity discrimination of *Hanwoo* beef and by-products distributed in Seoul. *Report of S.I.H.E*., **56**, 12-18 (2020).
17. Yoon, M., Improvement of food hygiene monitoring system through citizen monitors in livestock product distribution. *Seoul Stud. Rev*., **22**, 575-589, (2015).
18. Bak, Y.J., Park, M.A., Lee, S.M., Park, H.S., Determining the authenticity of labeled traceability information by DNA identity test for *Hanwoo* meats distributed in Seoul. *J. Food Hyg. Saf.*, **38**, 12-18 (2023).
19. Ministry of Food and Drug Safety, (2025, November 30). Korean Food Code (MFDS Notification No. 2025-56). Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/index.jsp
20. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), (2025, November 30). DNA identity test method for individual identification of livestock and livestock products (MAFRA Notification No. 2018-34). Retrieved from https://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2100000123549