

냉장 축산물 택배배송 가이드라인기준 설정 연구

Research on Setting Guidelines for Delivery of Refrigerated Livestock Products

김예지¹, 차지윤¹, 김정현¹, 김재용¹, 박민경¹, 안재환², 최윤상^{1*}

(Yea-Ji Kim¹, Ji Yoon Cha¹, Jeong-Heon Kim¹, Jae-Young Kim¹, Min Kyung Park¹, Jae Hwan Ahn², Yun-Sang Choi^{1*})

¹한국식품연구원 가공공정연구단

¹Food Processing Research Group, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

²한국식품연구원 안전유통연구단

²Food Safety and Distribution Research Group, Korea Food Research Institute, Wanju 55365, Korea

I. 서론

축산물은 소비자의 건강과 안전에 직결되는 저장에 민감한 식품으로, 신선도와 품질 유지가 유통과정 전반에서 매우 중요한 요소로 작용한다. 특히, 최근 온라인 쇼핑과 이커머스 시장의 급격한 성장에 따라 냉장 축산물의 택배 배송 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 소비시장의 변화는 소비자들에게 더 높은 편리함을 제공함과 동시에 배송 과정에서의 신선도 관리 및 식품 안전성 확보라는 중요한 과제를 부여하고 있다.

냉장 축산물의 배송 과정에서 온도 유지 실패, 부적절한 포장, 외부 환경의 영향 등은 제품의 신선도 저하와 품질 변질을 초래할 수 있다(Ren et al., 2022). 이는 소비자의 신뢰를 저하시킬 뿐만 아니라 심각한 경우 건강에 나쁜 영향을 미칠 위험이 존재하고 있다. 그러므로 냉장 축산물의 배송 과정에서 체계적인 관리와 표준화된 가이드라인의 필요성이 강조되고 있는 것이 현실이다. 그러나 현재 국내에서는 냉장 축산물 택배 배송과 관련된 명확하고 구체적인 기준이 부족하며, 유통업체 및 물류서비스 제공자 간의 관리 수준에도 큰 차이가 존재하고 있다. 이에 본 연구는 냉장 축산물 택배배송 과정에서 품질과 안전성을 보장하기 위한 가이드라인을 제시하고, 이를 통해 업계의 효율성과 소비자 신뢰를 동시에 향상시키는 것을 목표로 하고자 하였다.

택배배송 과정에서 품질과 안전성을 보장하기 위한 가이드라인을 제시하기 위해서는 다각도로 살펴보아야 한다. 우선, 냉장 축산물의 유통과정에서 발생할 수 있는 주요 위험 요인을 분석하고, 이를 기반으로 온도 유지 및 포장 방식의 개선점을 도출하여야 한다. 이를 위해서는 국내외 사례 분석을 통해 성공적인 냉장물류 관리 전략과 기술적 도구를 검

*Corresponding author: Yun-Sang Choi

Food Processing Research Group, Korea Food Research Institute, 245, Nongsaengmyeong-ro, Wanju 55365, Korea

Tel: +82-63-219-9387

Fax: +82-63-219-9076

E-mail: kcys0517@kfri.re.kr

토하고, 실제 유통 환경에서 적용 가능한 가이드라인을 개발하여 실효성이 있는지를 검증 하여야 한다. 또한, 축산물 업계 및 규제 기관과의 협력을 통해 개발된 가이드라인을 표준화하여 정책적 지원 방안을 제안하고자 한다.

냉장 축산물의 유통과 배송 과정에서 발생하는 문제를 체계적으로 분석함으로써, 관련 산업에서 실질적이고 실행 가능한 기준을 제시하는 데 기여할 것이다. 이를 통해 소비자의 건강과 안전을 보장하며, 더 나아가 지속 가능한 냉장 물류 시스템 구축에 필요한 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 유통 과정에서의 효율성을 높이고 냉장 축산물의 품질을 강화함으로써 국내 축산물 산업의 경쟁력을 강화하고 글로벌 시장에서도 신뢰받는 유통 시스템을 구축하는 데 있어 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다. 그럼으로 냉장 축산물 배송 과정에서의 기술적 진보를 촉진하고, 이를 바탕으로 소비자 만족도를 높이기 위한 전략적 접근법을 제시할 수 있다. 특히, 최신 냉장 기술, 스마트 물류 관리 시스템 및 데이터 기반의 모니터링 도구를 활용한 혁신적인 방안을 도입하고 냉장 축산물 배송 과정의 전반적인 품질 관리 수준을 향상시키고자 한다. 이러한 접근은 단순히 산업적 효율성을 넘어서 환경적 지속 가능성까지 고려한 솔루션을 제공할 수 있을 것으로 기대하고 있다.

따라서, 본 연구는 관련 연구들을 기반으로 냉장 축산물의 품질과 안전성을 보장하고 소비자 및 산업 전반에 긍정적인 영향을 미칠 수 있는 표준화된 가이드라인을 제안함으로써 미래의 냉장 물류 산업 발전에 기여하고자 한다.

II. 본론

본 연구는 냉장 축산물의 택배 배송 과정에서 발생할 수 있는 품질 저하와 안전성 문제를 최소화하기 위한 체계적인 가이드라인을 개발하는 데 목적을 두었다. 이를 위해 온도 변화, 포장 방법, 배송 시간 등 주요 변수들을 고려하여 다양한 실험적 분석을 진행하였으며, 다양한 조건에서의 품질 변화 및 저장성 변화를 평가하였다. 본 연구를 통해 냉장 축산물의 택배 배송 과정에서 품질과 안전성을 보장하기 위한 실증적 데이터를 기반으로 한 가이드라인을 제시하였다.

1. 온도 변화 분석

축산물 품질 유지를 위한 가장 중요한 요소는 적정 온도로써, 소포장 신선육의 유통기한을 결정함에 있어 유통 중 온도 및 습도의 변동을 제어하는 것은 매우 중요하다(Nethra et al., 2023). 식품공전 내 식품의 보존 및 유통기준에 따르면 분쇄육, 가공육을 제외한 식육은 -2°C 에서 10°C , 분쇄육과 가공육은 -2°C 에서 5°C 의 온도에서 보존 및 유통해야 한다(식품의약품안전처, 2024). 이러한 온도 유지를 위해서는 냉장식품의 유통 시 온도 보존이 가능한 차량 등의 설비를 이용하거나 동등 이상의 효력이 있는 방법을 사용하여야 한다. 또한, 식품의약품안전처의 냉장 축산물 배송온도 안전관리 가이드라인에서는 조건별 배송 실험으로 돈후지를 보냉제와 함께 포장했을 때 보냉제 무게 및 외부 온도에 의한 식육 심부온도 변화 확인 결과 등을 제시하고 있다(식품의약품안전처, 2023). 해당 실험 결과, 보냉제의 무게는 택배 배송을 모사한 상자 포장 내에서 5°C 혹은 10°C 에 도달하는 시간에 영향을 미쳤으며, 혹서기(외부온도 $28-35^{\circ}\text{C}$)에도 충분한 보냉제에 의해 30시간 동안 10°C 이하의 온도를 보존하는 것으로 나타났다. 하지만, 해당 온도와 보냉제 조건에서 5°C 에 도달하는 데에는 4시간 30분밖에 걸리지 않는 것으로 나타났으며, 이러한 시간 차이는 외부온도와 보냉제 조건이 달라지더라도 유사하게 나타났다. Luong et al. (2020)은 여러 연구의 관능평가 결과를 기반으로 8°C 이상에서 보관한 식육이 $2-6^{\circ}\text{C}$ 에서 보관한 것보다 훨씬 빠르게 부패한다고 하였다. 따라서, 높은 외부 온도에서도 포장 내부 온도를 5°C 이하로 유지하는 방안의 확립은 식육 품질 유지에 중요할 것으로 보인다. 한편, Kim et al. (2024)의 선행연구에 따르면, 온라인에서 16개 업체로부터 구매한 2 cm 두께 우육 안심의 배송 직후 중심 온도는 $0.3-19.1^{\circ}\text{C}$ 로, 10°C 이상의 온도로 유통된 업체가 37.5%에 해당하였다. 앞서 설명된 바와 같이 국내에서는 축산물의 보존 및 유통 온도가 규정되어 있지만, 이러한 결과는 축산물과 더불어 여러 식품이 함께 유통되면서 상하차 과정 등에서 발생하는 온도 변동에서 기인한 것

으로 보인다. 온도 변동 이력은 온도-시간 센서 기술을 활용하면 가시적으로 확인할 수 있는데, 이는 한계온도에서 일정 이상 벗어날 때 그 시간 동안 색 변화가 나타나는 원리로 작동된다(Ahmed et al., 2018). 하지만, 이러한 센서는 변동의 결과를 확인하는 역할로, 시료의 온도 변동을 직접적으로 제어하는 역할을 하지 않는다. 따라서, 냉장 온도 보존 설비의 활용에만 의존하기보다는 센서를 이용한 온도 변화 측정과 더불어 보냉제 활용 및 효율성 증대를 기반으로 한 추가적인 가이드라인의 구축이 필요로 된다.

2. 포장 방식의 효과

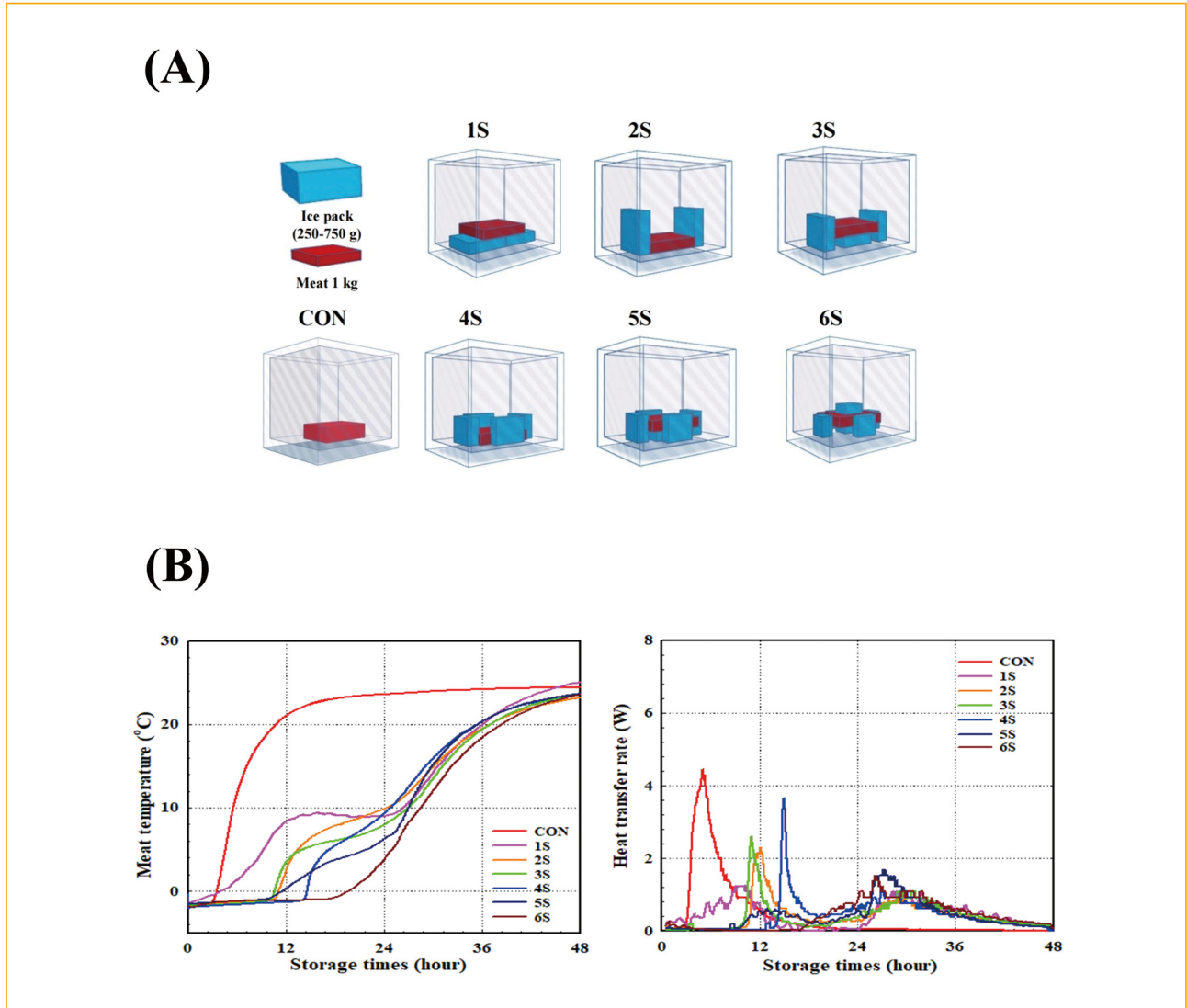
택배 배송을 위한 포장 시 보냉제와 포장 상자의 종류 등의 포장 방식은 식육의 온도 변화 및 품질 특성에 영향을 미친다(표 1). 일반적으로 보냉제는 열을 흡수하여 주변 물질의 온도 상승을 억제하는 역할을 하며, 식육은 열을 빼앗김으로써 장 온도를 유지할 수 있다(Singh et al., 2008). 이때 비열과 잠열이 높은 소재를 보냉제로 활용

하는 것이 바람직한데, 현재 비용적 장점에 의해 가장 대중적으로 사용되고 있는 소재는 물이다. 물은 비열이 높을 뿐만 아니라 얼음의 형태로 사용하여 상전이가 동반될 때 많은 양의 열을 흡수할 수 있다. 하지만, 더욱 온도에 민감한 식품 및 의약품의 운송 과정에서는 어느 점을 낮추어 온도를 유지하기 위해 다양한 상변화물질(phase change materials, PCM)로 만든 보냉제를 사용하거나 이산화탄소를 얼린 드라이아이스를 사용하기도 한다(Leungtongkum et al., 2022). 상변화 및 온도 변화 속도를 감소시켜 냉장 온도 유지 시간을 늘리기 위해 사용되는 PCM에는 지방산이나 염 등 다양한 형태가 활용될 수 있다. 한편, 내부에 아이스팩을 배치하는 방식도 식육 온도 유지에 다르게 영향을 미치는 것으로 알려졌다. Du et al. (2020)의 연구에서는 단일 상자 내에 동일 무게 보냉제를 하부 혹은 상부 한 면에만 배치하는 것보다 이를 측면과 상부 혹은 측면과 하부(5면)에 나누어 배치할 경우, 8℃ 이하로 온도를 유지하는 시간이 증가하는 것을 확인하였다. 또한, Kim et al. (2025)의 연구에서는 보냉제

표 1. 포장 방식 및 온도 변화에 따른 식육 및 식육모사체 특성 변화

내용물	보냉제	외포장재	외기 온도	특징	참고문헌
돈등심 (1 kg)	아이스팩 (1.5 kg)	Expanded polystyrene (EPS)	30 ℃	아이스팩의 배치면 증가 시 식육 내 미생물 증식 및 단백질 변패 지연	Kim et al. (2025)
돈등심 (100 g)	Tetradecane-based phase change material (PCM) (26.45 mL)	EPS	12.5℃, 30℃	PCM 사용 시 보관 중 식육 수분 손실 감소	Arhenaki et al. (2019)
미트볼 (210 g)	Tetradecane-based PCM (40 g)	Plastic crisper	4℃에서 6 h, 20℃에서 0.5 h 반복	PCM 사용 시 저장 중 식육 품질 저하 및 미생물 성장 지연	Wang et al. (2020)
식육모사체 (4 kg)	실리카겔 시트(1.1 kg, 2.2 kg)	EPS, 깃털섬유	16-32℃	EPS 혹은 깃털섬유로 단일 시 육류모사체의 온도 상승 억제	Dieckmann et al. (2019)
닭가슴살, 닭날적다리	-	EPS, Starch-based composite foam	2℃	SCF에 포장 시 보관 중 계육의 미생물 성장 억제	Velasco et al. (2022)
돈등심 (60 g)	-	Aseptic bag	-1℃, 4℃, 7℃	배송 외기 온도 감소 시 식육 품질 특성 변화 지연	Wang et al. (2024)
돈등심 (150 g)	-	Polystyrene + plastic film	-3℃, -3±3℃, -3±5℃	과냉각 온도에서 온도 변동 시 냉해동 유발에 의한 식육 구조 손상	Tao et al. (2023)
돈후지 (42.5 g)	-	Tetradecane-based film + polyethylene	25℃	필름 포함 포장 시 보수력을 포함한 품질 특성 변화 지연	Nabi & Nourani (2023)

그림 1. 아이스팩 배치 방법 및 그에 따른 온도 변화 결과



출처: Kim et al., 2025.

를 여러 면에 나누어 배치했을 때 외부에서 식육으로의 열전달을 방해하여 식육의 냉장 온도 유지 시간이 향상되었으며(그림 1), 해당 식육의 물리화학적 특성 및 휘발성 물질의 변화가 지연되는 것으로 나타났다. 즉, 아이스팩을 포장의 상단, 하단, 측면에 고르게 배치하면 내부 온도 변화를 지연시킴에 따라 축산물의 온도를 목표 범위 내에서 오래 유지할 수 있다.

포장 상자의 소재, 두께, 크기 또한 온도 유지 성능에 중요한 역할을 한다. 발포 폴리스티렌(expanded

polystyrene, EPS) 소재의 상자는 저렴한 가격에 비해 높은 단열 효과를 가지기 때문에 냉장 식품 포장에 널리 사용된다. EPS 상자의 두께나 크기는 그 용도에 맞게 다양하게 제작 및 활용되는데, 그 두께가 두껍고 크기가 작을수록 단열효율이 증대된다. Navaranjan et al. (2013)의 연구에서는 EPS의 두께가 1 cm, 1.5 cm, 2.5 cm일 때 내부에 포장된 생선의 온도 변화가 차이를 보였고, 이를 기반으로 한 예측 부패율이 유의적 차이를 나타냈다. 한편, 폴리우레탄(polyurethane) 소재는 발포 폴리스티

렌 대비 높은 단열 효과를 가지는 것으로 알려져 있으나, 생산 단가가 높아 상대적으로 널리 사용되지는 않는다. 하지만, East & Smale (2008)의 알고리즘에 따르면, 온도에 민감한 물품 배송 시 단열 효과가 우수한 폴리우레탄을 사용하여 원료에 대한 추가 비용을 지불하는 것이 온도 조절 실패에 의한 비용 손실보다 적기 때문에 더 효율적일 수 있다. 또한 냉장 유통의 지속가능성을 위해 포장 방식에 있어 생분해성 물질의 활용에 관한 연구도 지속되고 있어 추후 더 다양한 포장 방식의 개발이 이루어질 것으로 보인다(Dieckmann et al., 2019; Leungtongkum et al., 2022).

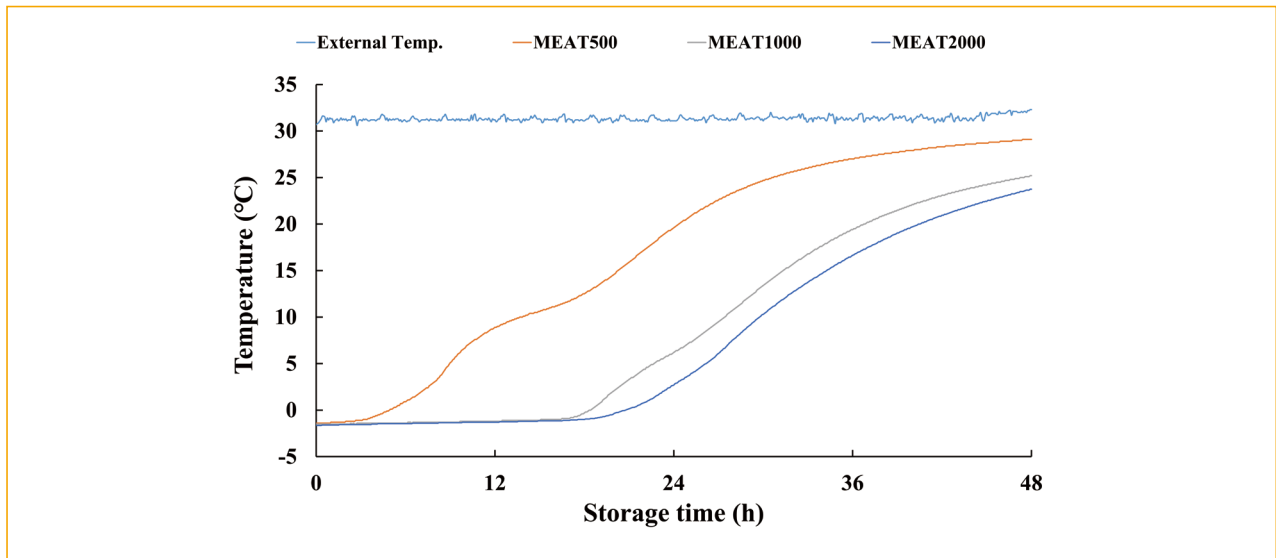
이처럼 보냉제의 종류, 배치 방식, 포장재의 종류 등은 온도 유지에 중요하며, 포장 방식 선택 시에는 비용, 성능, 지속가능성 등을 균형 있게 고려해야 한다. 결과적으로, 최적화된 포장 기술의 적용은 축산물의 품질 저하를 방지하고 배송 중 발생할 수 있는 온도 변동의 최소화에 기여할 수 있다.

3. 배송 시간과 품질 유지

단열이 되지 않는 상자로 포장하거나 보냉제 없이 포장할 경우 식육의 품질이 급격히 저하될 수 있지만, 적절

하게 포장한 신선식품이라면 배송 시간을 최소화하는 방식으로 품질 안정성을 향상시킬 수 있다. 실제로 온라인에서 판매하는 신선식품의 품질과 신뢰도는 배송 시간과 직결될 수 있으며, 이 때문에 최근에는 주문 후 다음 날 새벽이면 배송이 완료되는 새벽배송 형태에 대한 선호도가 높다(Lee et al., 2021). 자체 실험에 따르면 아이스팩 1 kg과 동등 이상 중량의 식육을 포장하여 30-32°C에서 보관한 경우, 12시간 이내에는 온도가 변하지 않고 유지되었으며, 아이스팩과 동일 중량인 식육의 온도는 22시간 후 5°C에 도달하였고 시간이 지날수록 급격히 증가하였다(그림 2). 또한, Kim et al. (2025)의 연구는 EPS 박스에 보냉제 없이 포장하여 30°C에서 보관한 식육도 16시간 동안 pH, 일반세균 수, 단백질 변패도에 차이가 없었으나, 24시간부터는 해당 지표들에 관련된 유의적인 품질 저하가 발생한 것을 확인하였다. Navaranjan et al. (2013)의 연구는 생선을 포장한 박스를 상온에 보관하였을 때 박스 두께와 관계없이 24시간 가량 5°C 이하의 온도를 유지하였으나, 32시간 후에는 유의적인 차이를 보였다. 즉, 배송 시간이 길어질수록 신선식품의 품질 저하 및 안전성 문제가 증가할 수 있으며 특히 고온 환경에서는 배송 시간이 24시간을 초과하면 품질 저하가 급격히 진행되었다. 따라서, 본 연구는 흑서기와 같은 고온

그림 2. 식육 중량 및 보관 시간에 따른 온도 변화 결과



환경을 고려했을 때, 배송 시간을 24시간 이내로 제한하는 것이 냉장 축산물의 품질 유지에 효과적일 수 있음을 제안한다. 이때, 이를 실현하기 위해서는 물류 시스템의 효율성을 향상시키고, 배송 과정을 최적화하는 것이 중요하다. 또한, 지역별 물류 허브를 구축하여 배송 시간을 단축하는 방안도 고려할 필요가 있다.

4. 미생물 증식 억제

축산물 내 미생물은 신선도 및 안전성 저하에 주요 요인으로, 배송 과정 중 미생물의 증식을 억제하는 방안이 요구된다. Kim et al. (2024)의 연구에 따르면, 온라인에서 구매한 16개 업체의 우육 안심 중 11개 업체에서 3 log CFU/g 이하의 일반세균이 검출되었으며, 5업체에서는 3-4 log CFU/g의 균이 확인되었다. 이때의 균 수는 도축 및 정형 과정 중 식육 표면의 교차 오염에 의한 것일 수 있지만, 택배 배송 중 시간이나 온도 증가에 의한 균의 증식 또한 원인이 될 수 있다. Yim et al. (2019)의 연구에서는 EPS 박스에 진공 포장한 우육을 넣고 4℃에서 24시간 보관 후 일반세균 수를 측정하였을 때 우둔살은 5.42 log CFU/g에서 6.03 log CFU/g으로, 채끝살은 5.24 log CFU/g에서 5.91 log CFU/g으로 증가하는 것을 확인하였다. 한편, Wang et al. (2024)의 연구에 따르면 7℃에서 운송 및 보관한 돈육은 7일차 균 수가 7 log CFU/g를 초과하였으나, 4℃에서 운송 및 보관한 경우는 14일 차에 7 log CFU/g를 초과하였고, -1℃에서 운송 및 보관한 경우엔 21일 후에도 7 log CFU/g 이하의 균

수를 유지하였다. 또한, Yuan et al. (2024)의 연구 결과에서는 4℃에서만 운송된 미트볼과 4℃와 7℃로 불안정한 온도 변동을 겪으며 유통된 미트볼이 생균 수에서 15 시간만에 유의적 차이를 보였다. 이는 포장 내부 온도를 -1℃에서 4℃로 안정적으로 유지한 경우 일반세균의 증식이 억제되지만, 온도가 5℃ 이상으로 상승하면 미생물 증식이 가속화될 수 있음을 뜻한다. 즉, 운송 온도가 냉장 축산물의 안전성과 직접적인 관련성을 갖기 때문에 온도 관리에 의한 미생물 증식 억제는 축산물의 품질과 안전성을 보장하는 데 핵심적인 요소임을 확인할 수 있다.

5. 가이드라인 기준(안)

본 연구는 여러 연구의 실험적 결과로부터 다음과 같은 중요 사항들을 도출하여 냉장 축산물 배송 업계에 실질적인 기준을 제시하고자 한다(표 2). 첫째, 배송 중 포장 내부 온도는 -1℃에서 4℃ 범위를 유지해야 한다. 특히 외부 온도가 30℃ 이상일 경우, 고성능 단열재와 충분한 아이스팩 사용이 필수적이다. 둘째, 아이스팩은 포장 내부 상단, 하단, 측면에 고르게 배치하여 온도 균일성을 확보하고, 포장재는 고밀도 폴리우레탄 또는 동등 이상의 단열 성능을 갖춘 재질을 사용하는 것을 권고한다. 셋째, 냉장 배송은 24시간 이내에 완료하는 것을 원칙으로 하며, 장거리 배송 시 중간 물류 허브에서의 재포장 및 냉각 처리를 통해 품질 유지를 보장한다. 마지막으로, 포장 내부 온도가 5℃ 이상으로 상승하지 않도록 관리하여 미생물 증식을 억제하고 배송 전후 축산물 표면의 미생물 검사를

표 2. 냉장 축산물 택배 배송 가이드라인(안) 제시

항목	내용
온도	<ul style="list-style-type: none"> 포장 내부 온도는 -1℃에서 4℃ 범위 유지 외부 온도가 30℃ 이상일 경우, 고성능 단열재와 충분한 아이스팩 사용
포장 방식	<ul style="list-style-type: none"> 아이스팩은 포장 내부 상단, 하단, 측면에 고르게 배치하여 온도 균일성 확보 고밀도 폴리우레탄 또는 동등 이상의 단열 성능을 갖춘 재질의 포장재 사용 권고
배송 시간	<ul style="list-style-type: none"> 냉장 배송은 24시간 이내 완료 장거리 배송 시 중간 물류 허브에서의 재포장 및 냉각 처리를 통해 품질 유지 보장
미생물	<ul style="list-style-type: none"> 포장 내부 온도가 5℃ 이상으로 상승하지 않도록 관리하여 미생물 증식 억제 배송 전후 축산물 표면 미생물 검사를 통해 안전성 확인
고려 사항	<ul style="list-style-type: none"> 축산물 특성에 따른 변패 민감도 차이 포장재와 보냉제의 지속가능성

통해 안전성을 확인한다.

위와 같이 외부 온도와 배송 시간을 고려하고, 적절한 포장 방법을 통해 온도 유지 전략을 도모함으로써 업계 전반의 품질 관리 수준을 높일 수 있을 것으로 기대된다. 하지만, 여러 연구의 실험 데이터를 바탕으로 도출된 가이드라인인 만큼, 다양한 축산물의 특성이나 배송 환경을 고려한 추가 연구와 더불어 지속가능성에 대한 고려가 필요로 된다. 예를 들어, 우유이나 돈육에서는 앞선 연구들에 의해 제시된 조건에서 물리화학적 특성의 변화 없이 안정적으로 배송될 수 있었더라도, 계육에서는 변패가 유발될 수 있다. 또한, 포장 상자나 보냉재 등의 재활용 가능성과 환경적 영향을 평가하고 재활용할 수 있는 포장재 사용, 환경친화적인 아이스팩의 도입을 장려해야 한다. 하지만, 변패에 민감하거나 가치가 높은 식품의 포장을 위해 별도로 개발된 고성능 포장재나 냉각재는 폐기 절차에 대한 명확한 지침이 제공되어야 할 것이다. 마지막으로 냉장 축산물의 품질과 안전성을 보장하기 위해서는 냉장 배송 과정의 온도 기록 및 관리 시스템을 구축하여 품질 관리 데이터를 체계적으로 축적하고 위 가이드라인을 기반으로 하여 품질을 유지할 수 있도록 해야 한다.

III. 결론

본 연구는 냉장 축산물 택배 배송 과정에서 발생할 수 있는 품질 저하와 안전성 문제를 해결하기 위한 실증적 데이터를 기반으로 가이드라인을 제시하였다. 연구 결과, 포장 내부 온도를 -1°C 에서 4°C 로 유지함으로써 미생물 증식을 효과적으로 억제하고 축산물의 품질을 보존할

수 있음을 확인하였다. 특히, 고성능 단열재와 아이스팩의 적절한 조합은 외부 온도가 30°C 이상으로 상승하는 극한 환경에서도 품질 저하를 최소화할 수 있는 주요 요소로 나타났다. 또한, 아이스팩의 배치 방식과 포장재의 종류가 내부 온도의 균일성과 유지 시간에 미치는 영향을 규명하였다. 상단과 하단에 아이스팩을 고르게 배치했을 때 가장 높은 온도 안정성을 달성할 수 있었으며, 단순히 하단에만 배치한 경우 온도 불균형으로 인해 품질 저하가 가속화되는 경향이 관찰되었다. 또한 배송 시간을 24시간 이내로 제한하는 것이 품질 유지에 가장 효과적인 것으로 판단된다. 이러한 결과를 바탕으로, 본 연구는 냉장 축산물 배송 업계에서 적용 가능한 실질적이고 과학적인 가이드라인을 제안하였다. 특히, 적정 온도 유지, 포장 기술 최적화, 배송 시간 단축 등의 구체적인 기준은 산업 전반의 품질 관리 수준 향상에 기여할 것으로 기대된다. 추후 연구에서는 다양한 축산물의 특성과 계절적 요인을 반영한 실험 및 소비자 신뢰도를 높이기 위한 표준화된 검증 절차의 개발이 필요하다. 본 연구는 냉장 축산물 배송의 품질 보장 및 안전성 확보를 위한 기초 자료를 제공하며, 관련 산업과 학계에서 활용 가능한 실질적 성과를 제시하였다.

감사의 글

본 원고는 2025년 과학기술정보통신부 재원으로 한국식품연구원 기본사업(E0232100-03)의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 식품의약품안전처. 2023. 냉장축산물 배송온도 안전관리 가이드라인. 식품의약품안전처 11-1471000-000539-01.
2. 식품의약품안전처. 2024. 식품공전 > 제2. 식품일반에 대한 공통기준 및 규격 > 4. 보존 및 유통기준. 식품의약품안전처 고시 제2024-71호.
3. Ahmed I, Lin H, Zou L, Li Z, Brody AL, Qazi IM, Lv L, Pavase TR, Khan MU, Khan S, Sun L. 2018. An overview

- of smart packaging technologies for monitoring safety and quality of meat and meat products. *Packag Technol Sci* 31:449-471.
4. Arjenaki NO, Soltanizadeh N, Hamdami N. 2019. Designing an active phase change material package for thermal and qualitative protection of meat. *Food Packag Shelf Life* 21:100362.
 5. Dieckmann E, Nagy B, Yiakoumetti K, Sheldrick L, Cheeseman C. 2019. Thermal insulation packaging for cold-chain deliveries made from feathers. *Food Packag Shelf Life* 21:100360.
 6. Du J, Nie B, Zhang Y, Du Z, Ding Y. 2020. Cooling performance of a thermal energy storage-based portable box for cold chain applications. *J Energy Storage* 28:101238.
 7. East AR, Smale NJ. 2008. Combining a hybrid genetic algorithm and a heat transfer model to optimise an insulated box for use in the transport of perishables. *Vaccine* 26:1322-1334.
 8. Kim JY, Kim YJ, Cha JY, Oh SM, Sung JM, Park MK, Ahn JH, Choi YS. 2024. A study on the packaging method and quality analysis of small package refrigerated beef for distribution. *Food Life* 2024:33-40.
 9. Kim YJ., Park MK, Kim JY, Cha JY, Kim JH, Lim MC, Ahn JH, Choi YS. 2025. Impact of ice pack arrangement on quality indicators of fresh meat: A delivery box model system. *LWT* 216:117362.
 10. Lee SO, Kim JY, Lee SM. 2021. Effects of the dietary behavior-related consumer competency on the purchase satisfaction of fresh food via early-morning delivery service. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 50:612-624.
 11. Leungtongkum T, Flick D, Hoang HM, Steven D, Delahaye A, Laguerre O. 2022. Insulated box and refrigerated equipment with PCM for food preservation: State of the art. *J Food Eng* 317:110874.
 12. Luong NDM, Coroller L, Zagorec M, Membré JM, Guillou S. 2020. Spoilage of chilled fresh meat products during storage: A quantitative analysis of literature data. *Microorganisms* 8:1198.
 13. Nabi L, Nourani M. 2023. Biodegradable form stable phase change material for cold storage packaging of meat. *Meat Sci* 201:109188.
 14. Navaranjan N, Fletcher GC, Summers G, Parr R, Anderson R. 2013. Thermal insulation requirements and new cardboard packaging for chilled seafood exports. *J Food Eng* 119:395-403.
 15. Nethra PV, Sunooj KV, Aaliya B, Navaf M, Akhila PP, Sudheesh C, Mir SA, Shijin A, George J. 2023. Critical factors affecting the shelf life of packaged fresh red meat-A review. *Meas Food* 10:100086.
 16. Ren QS, Fang K, Yang XT, Han JW. 2022. Ensuring the quality of meat in cold chain logistics: A comprehensive review. *Trends Food Sci Technol* 119:133-151.
 17. Singh SP, Burgess G, Singh J. 2008. Performance comparison of thermal insulated packaging boxes, bags and refrigerants for single-parcel shipments. *Packag Technol Sci Int J* 21:25-35.
 18. Tao Y, Guo Y, Li J, Ye K, Zhang Y, Zeng X, Dou H. 2023. Effect of temperature fluctuation during superchilling storage on the microstructure and quality of raw pork. *Meat Sci* 198:109096.
 19. Velasco V, Sepúlveda E, Williams P, Rodríguez-Llamazares S, Gutiérrez C, Valderrama N. 2022. Starch-based composite foam for chicken meat packaging. *J Food Sci Technol* 59:4594-4602.
 20. Wang S, Zhang D, Yang Q, Wen X, Li X, Yan T, Zhang R, Wang W, Akhtar KH, Huang C, Hou C. 2024. Effects of different cold chain logistics modes on the quality and bacterial community succession of fresh pork. *Meat Sci*

213:109502.

21. Wang Y, Zhang Q, Bian W, Ye L, Yang X, Song X. 2020. Preservation of traditional Chinese pork balls supplemented with essential oil microemulsion in a phase-change material package. *J Sci Food Agric* 100:2288–2295.
22. Yim DG, Jin SK, Hur SJ. 2019. Microbial changes under packaging conditions during transport and comparison between sampling methods of beef. *J Animal Sci Technol* 61(1):47–53.
23. Yuan J, Wang Z, Li H, Xu B. 2024. Effects of temperature fluctuations on the quality and microbial diversity of beef meatballs during simulated cold chain distribution. *J Sci Food Agric* 104:7704–7712.