

돼지의 도축 전 인도적 실신방법(가스법)에 대한 고찰

천시내^{*,***}, 유금주^{*,****}, 정지연^{*}, 김찬호^{*}, 김현욱^{**}, 김동훈^{*}, 전중환^{*}

^{*}농촌진흥청 국립축산과학원 동물복지연구팀

^{**}농촌진흥청 국립축산과학원 축산물이용과

^{***}경상대학교 동물자원학과

^{****}전북대학교 축산학과

e-mail: jeon75@korea.kr

A review of gas stunning of pigs at slaughter

Si Nae Cheon^{*,***}, Geum Zoo Yoo^{*,****}, Ji Yeon Jung^{*}, Chan Ho Kim^{*},

Hyoun Wook Kim^{**}, Dong Hoon Kim^{*}, Jung Hwan Jeon^{*}

^{*}Animal Welfare Research Team, National Institute of Animal Science, R.D.A.

^{**}Animal Products Research and Development Division, National Institute of Animal Science, R.D.A.

^{***}Animal Science, Gyeongsang National University

^{****}Animal Science, Jeonbuk National University

요약

본 논문은 돼지의 도축 전 실신방법에 대한 연구문헌들을 수집하여 요약 정리하였으며, 그중에서도 특히 가스법과 관련하여 고찰해보았다. 돼지에서는 주로 전살법과 이산화탄소(CO₂) 가스법이 사용되고 있으며, 최근에는 가스법에 대한 관심이 증가하고 있다. 돼지를 개별로 보정할 필요 없이 무리를 동시에 장비로 유도하기 때문에 불안감이나 인간과의 불필요한 접촉을 최소화 할 수 있기 때문이다. 그러나 고농도 CO₂는 호흡기를 자극하는 동시에 공포와 흥분을 유발하고 고통을 발생시키는 등 심각한 동물복지 문제를 초래한다. 따라서 CO₂를 대신할 다른 가스에 대한 연구들이 수행되어지고 있으며 질소(N₂), 아르곤(Ar), 헬륨(He) 등이 있다. 그리고 대부분 고농도 CO₂와 비교하거나 CO₂를 혼합한 가스에 대하여 돼지의 행동변화 또는 뇌전도(Electroencephalogram, EEG) 등을 이용하여 평가하고 있다. 가스법이 동물복지에 있어 가장 인도적인 방법이라 할지라도 여전히 해결되어야 할 문제들이 남아있다. 향후에는 가스원의 종류나 농도 등에 대한 다양하고 세밀한 연구들이 수행되어야 할 것으로 보인다.

1. 서론

지난해 우리 정부가 발표한 제2차 동물복지 5개년(2020년~ 2024년) 계획에 농장동물의 복지 개선을 위한 사육부터 운송 및 도축 전 단계에서의 동물복지 기준 구체화가 포함되어 있다. 우리나라는 2012년 산란계를 대상으로 처음 동물복지 축산농장 인증 제도를 도입하였으며, 2014년에는 국내 첫 동물복지 도축장을 지정한 바 있다. 그리고 동물복지 축산농장에서 사육되고 동물복지 운송·도축단계를 거쳐 생산된 최종 축산물에 동물복지 인증마크를 부여하고 있다.

농장에서 일생을 보낸 농장동물이 도축장으로 운송, 계류 및 도축 단계에 이르기까지 많은 고통과 스트레스에 노출된다. 따라서 최근 국가별로 운송·도축 가이드라인을 점차 강화하고 있다. 또한 할랄 푸드에 대한 수요가 급증하면서 도축 전 가축의 실신방법에 대한 사회적 관심이 증가하였으며, 이와 관련하여 다양한 연구들이 수행되고 있다. 도축 시 가축의 고통을 최소화하기 위해 가축을 일시적으로 의식이 없는 상태로 실신시킨 다음 즉시 방혈을 하는 게 일반적인 도축방법

이지만, 할랄 푸드의 경우 실신 과정을 생략하여 가축의 의식이 있는 상태에서 도축하기 때문에 가축이 죽음에 이르기까지 극심한 고통을 느낄 수 있다는 것이 논란이 되고 있다. 일부 연구결과에 의하면, 할랄 도축시 소의 경우 최대 60초 이상 의식이 남아있다고 보고된 바 있다(Mellor et al., 2009). 한편, 국내 동물복지 운송·도축 인증기준들은 대부분 외국 자료를 인용한 것이거나 세부적인 기준이 없는 실정이다. 농장동물의 복지를 개선하기 위해서는 운송·도축 관련 가이드라인을 국내 환경에 맞게 기준을 구체화해야 할 것이다.

따라서 본 논문은 돼지의 도축 전 실신방법에 대한 연구문헌들을 수집하여 요약 정리하였으며, 그 중에서도 특히 가스법과 관련하여 고찰해보았다. 향후 돼지의 인도적 실신방법 관련 기준을 설정하는데 기초자료로써 활용될 것으로 기대된다.

2. 본론

과거에는 도축 전 가축을 실신시키기 위해 가축의 두부를

도축용 해머로 타격하여 두개골을 파손시키는 타격법이 주로 사용되었지만, 현재는 총격법, 전살법, 가스법이 사용된다. 총격법은 고정 볼트(captive bolt)를 발사하여 볼트 헤드가 가축의 두개골을 관통하여 뇌에 직접적인 상해를 입혀 의식불명의 상태로 만드는 것을 말하며, 전살법은 가축의 두부 또는 가슴에 전류를 흘려 의식을 잃게 하는 방법이다. 마지막으로 가스법은 밀폐된 공간에 가축을 넣고 CO₂ 등의 가스를 주입하여 실신시키는 방법을 말한다. 총격법과 전살법의 경우 장비 관리와 작업자의 도축 기술 숙련도가 동물복지에 있어 매우 중요하다. 한 가지라도 문제가 될 경우 실패할 확률이 높아지고 가축에게 극심한 고통과 스트레스를 줄 수 있기 때문이다. 가축의 의식이 남아있다면 각막반사와 비명 등의 반응을 보이게 되는데, 이럴 경우 재빨리 재실시하거나 다른 방법을 이용해서 실신할 수 있도록 해야 한다. 한편, 고정 볼트를 이용한 총격법의 경우 BSE (bovine spongiform encephalopathy)에 노출될 위험이 있어 최근 안전성에 대한 우려가 일고 있다. 가스법은 가장 인도적인 방법으로 알려져 있다. 개체를 집단에서 분리하거나 개별로 보정하지 않아도 되기 때문에 불안감이나 인간과의 접촉을 최소화 할 수 있어 불필요한 고통을 줄일 수 있기 때문이다(Steiner et al., 2019). 또한, 전살법 보다 고기 품질이 향상되는 것으로 알려져 있다(Velarde et al., 2000; Channon et al., 2003). 따라서 현재 유럽에서는 가스법이 널리 사용되고 있으며, 이와 관련된 다양한 연구들을 수행되고 있다. 가스법에서 사용되고 있는 가스 종류로는 아래와 같이 이산화탄소(CO₂), 질소(N₂), 아르곤(Ar), 헬륨(Helium) 등이 있다.

2.1 이산화탄소(CO₂)

CO₂는 살아있는 유기체의 대부분에 존재하는 무색무취의 가스로 오래 전부터 마취효과가 있는 것으로 알려져 왔다. 고농도 CO₂에 노출되면 호흡이 빨라지고 깊어지면서 혈액 내 CO₂농도가 과다해지고 혈중 pH 수치가 감소하게 되며 척수액의 산성화가 진행되면서 의식을 잃게 된다. 무의식 또는 무감각 상태로 되어가는 첫 번째 지표는 자세 흐트러짐이다. 이후 경련증상이 나타나고 호흡이 점점 약해지거나 중단되며(Terlouw et al., 2021) 동공 확장, 각막 반사 및 코를 찌르는 등의 자극에 대한 반응 부재 등이 나타난다(Rodriguez et al., 2008). 즉, 가스법에서는 무의식 또는 무감각 상태가 시작되어 지속되는 시간을 단축시키는 것이 동물복지에 있어 매우 중요한 포인트가 될 수 있다. Raj and Gregory (1996)는 60, 70, 80, 90%의 CO₂가스에 돼지를 노출하였을 때 돼지가 자세 흐트러짐을 나타내기까지 각각 25, 17, 22, 15초 걸린다고 보고하였다. 또한 뇌전도를 이용한 연구에서는

90%의 CO₂에 평균 60초 이상 노출되어야 의식을 잃는 것으로 조사되기도 하였다(Rodriguez et al., 2008). 돼지가 완전히 의식을 잃기 전까지 매우 공격적이고 공포, 흥분 등 고통 및 스트레스를 받는다는 점에서 동물복지 논란이 일고 있다(Fries et al., 2013). Animal Health and Welfare (AHAW)는 CO₂보다 덜 자극적인 다른 가스로 대체할 것을 권고하기도 하였다. 한편, Grandin (1992)은 돼지의 특정 유전자 계열이 CO₂에 매우 공격적으로 반응하기 때문에 선택적 사육이 CO₂ 가스법 사용에 있어 돼지 복지에 대한 우려를 줄일 수 있는 해결책이 될 수 있다고 보고한 바 있다.

2.2 질소(N₂)

질소는 지구상에서 가장 풍부한 원소로 대기의 78%를 차지한다. 그러나 공기(1.00)에 비해 밀도(0.97)가 낮기 때문에 CO₂처럼 가스 실신법에 단독 사용이 어렵다. 따라서 CO₂와 혼합하여 사용할 수 있으며, Dalmau et al. (2010a)에 의하면 CO₂ 농도가 15% 이상일 때 N₂:CO₂ 혼합가스가 챔버 피트에 포함되게 된다. Llonch et al. (2013)에 의하면, N₂:CO₂ 혼합가스에 노출될 경우 CO₂를 단독으로 사용하였을 때 보다 돼지의 뇌 활동량이 감소하는데 더 많은 시간이 필요하며 무의식 상태가 지속되는 시간은 단축된다. 무의식 지속시간이 길어질수록 고기 품질에 부정적인 영향을 미칠 수 있다(Llonch et al., 2012).

최근에는 N₂를 채운 고팡창 거품을 이용하여 돼지를 실신시키는 방법에 대한 연구가 수행되었다(Lindahl et al., 2020; Wallenbeck et al., 2020). 챔버 내 N₂ 거품이 많아져 자 머리가 거품 속에 들어가는 것을 피하거나 탈출을 시도하려는 모습을 보이긴 하였으나, 강한 거부 반응은 없었던 것으로 조사되었다. 또한, 돼지의 심박수와 호흡이 증가하기 시작하여 자세가 흐트러지기까지 평균 57초가 걸렸으며, 5분 후에는 모두 무의식 상태이거나 죽은 것으로 확인되었다. 즉, N₂ 고팡창 거품은 챔버 내 O₂ 농도를 단시간에 1% 미만으로 낮추는 데 매우 효과적인 것으로 보인다. 그러나 이 방법에는 여전히 많은 의문점이 남아있다. 현실적으로 대규모 도축장에 적용이 가능한지와 사체에 남은 거품 잔류물이 잠재적으로 어떤 영향을 미칠지 등 더욱 많은 연구들이 필요할 것으로 생각된다.

2.3 아르곤(Ar)

Ar은 최초로 발견된 비활성 기체로 대기 중 질소, 산소에 이어 세 번째(0.9%)로 가장 많이 차지하고 있다. Ar은 N₂와 달리 공기에 비해 밀도가 높기 때문에 챔버에 주입하기가 쉽

다(Dalmau et al., 2010a). 이전 연구들에 의하면, 고농도 CO₂에 비해 Ar을 사용할 경우 돼지의 복지가 개선된다(Machold et al. 2003; Kells et al., 2018). Raj and Gregory (1995)는 돼지가 90% Ar이 담긴 챔버에 들어갈 때 회피 행동을 보이지 않았으며, 재출입시에도 두려움이나 불편함을 보이지 않았다고 보고하였다. 그러나 Dalmau et al. (2010b)에서는 반대의 결과를 보였으며, Machold et al. (2003)은 돼지가 90% Ar에 노출되었을 때 고농도 CO₂에 비해 자세 흐트러짐까지 걸리는 시간과 경련이 지속되는 시간이 더 긴 것으로 조사되었다. 한편, 90% Ar에 비해 60% Ar:30% CO₂ 혼합사용에서 돼지의 경련 시간이 단축되었다고 보고하였다(Sindhøj et al., 2021).

따라서 고농도 Ar의 단독사용 보다는 Ar:CO₂ 혼합가스를 적용하는 것이 돼지의 경련 시간을 단축하거나 회피행동을 줄이는데 도움이 되는 것으로 보인다. 그러나 농도 등에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보이며, 동시에 CO₂보다 가격이 비싸기 때문에 경제성도 고려해봐야 할 것이다.

2.4 헬륨(He)

He은 현재 돼지에서만 조사된 바 있다. Machtolf et al. (2013)에 의하면, >95% He에서 돼지의 회피 행동이 나타나지 않았던 반면에 90% CO₂에서는 탈출을 시도하거나 비명, 과호흡 등이 나타났다. 비명을 지르는 것은 극심한 고통의 징후로도 볼 수 있는데(Dupjan et al., 2008), 해당 연구에서는 최대 105.8 db이 측정된 바 있으며, 이것은 기차 소음과도 비슷한 수치이다. 그리고 자세 흐트러짐까지 걸리는 시간은 각각 20초, 16초로 비슷한 결과를 나타냈다. 이 결과로만 보면, He이 CO₂보다 훨씬 동물복지적인 측면에서 이점이 많은 것으로 보이며, 향후 이와 관련하여 추가적인 연구 수행이 필요할 것으로 보인다.

3. 결론

직접적인 의사소통이 불가능하기 때문에 어떤 방법이 고통이 덜하고 더한지 정확한 확인은 어렵다. 하지만 가축의 각막 반사, 발성 등 반응과 행동을 통해 의식이 남아있는지에 대한 판단은 가능하다. 많은 연구자들이 정확한 위치와 방향에서 실패 없이 한 번에 가축을 실신시키는 것이 가축의 고통을 줄이는데 중요한 열쇠라고 말하고 있다. 따라서 작업 장비 관리와 작업자의 기술 숙련도가 매우 중요하다고 할 수 있다. 한편, 가스법의 경우 실신 전까지의 고통을 최소화 할 수 있기 때문에 더욱 인도적인 방법이라고 할 수 있다. 그러나 가스 종류와 농도 등 세부적인 규정이 없을 뿐만 아니라 가축의 고통

을 적절하게 저감시키는가에 대한 판단기준이 없는 상태이다. 따라서 축종별로 가스 종류와 농도 등에 따라 생리와 생산성에 어떤 영향을 미치는지와 어떻게 적용하는 것이 가장 고통을 최소화할 수 있는지 등에 대한 세밀한 연구들이 추가적으로 필요하다. 더불어 가축의 반응과 행동을 통해 현장에서 동물복지를 객관적으로 평가할 수 있는 기준이 마련되어야 할 것으로 보인다.

사사

본 연구는 2021년도 농촌진흥청 학·연협동연구과정 지원사업에 의해 이루어진 것임

참고문헌

- [1] Channon, H. A., Payne, A. M., Warner, R. D. "Effect of stun duration and current level applied during head to back and head only electrical stunning of pigs on pork quality compared with pigs stunned with CO₂", *Meat Science*, 65(4), pp. 1325–1333. 2003.
- [2] Dalmau, A., Llonch, P., Rodriguez, P., Ruíz-de-la-Torre, J. L., Manteca, X., Velarde, A. "Stunning pigs with different gas mixtures: gas stability", *Animal Welfare*, 19, pp. 315–323. 2010b.
- [3] Dalmau, A., Rodriguez, P., Llonch, P., Velarde, A. "Stunning pigs with different gas mixtures: aversion in pigs", *Animal Welfare*, 19, pp. 325–333. 2010a.
- [4] Dupjan, S., Schln, P. C., Puppe, B., Tuchscherer, A., Manteuffel, G. "Differential vocal responses to physical and mental stressors in domestic pigs (*Sus scrofa*)", *Applied Animal Behaviour Science*, 114(1–2), pp. 105–115. 2008.
- [5] Fries, R., Rindermann, G., Siegling-Vlitakis, C., Bandick, N., Brütigam, L., Buschulte, A., Hartmann, H. "Blood parameters and corneal-reflex of finishing pigs with and without lung affections observed post mortem in two abattoirs stunning with CO₂", *Research in veterinary science*, 94(1), pp. 186–190. 2013.
- [6] Grandin, T. "Effect of genetics on handling and CO₂ stunning of pigs", *Doctoral dissertation*, Colorado State University. Libraries, 1992.
- [7] Kells, N., Beausoleil, N., Johnson, C., Sutherland,

- M. "Evaluation of different gases and gas combinations for on-farm euthanasia of pre-weaned pigs", *Animals*, 8(3), pp. 40. 2018.
- [8] Lindahl, C., Sindhøj, E., Brattlund Hellgren, R., Berg, C., Wallenbeck, A. "Responses of Pigs to Stunning with Nitrogen Filled High-Expansion Foam", *Animals*, 10(12), pp. 2210. 2020.
- [9] Llonch, P., Rodriguez, P., Gispert, M., Dalmau, A., Manteca, X., Velarde, A. "Stunning pigs with nitrogen and carbon dioxide mixtures: effects on animal welfare and meat quality", *Animal*, 6(4), pp. 668-675. 2012.
- [10] Llonch, P., Rodriguez, P., Jospin, M., Dalmau, A., Manteca, X., Velarde, A. "Assessment of unconsciousness in pigs during exposure to nitrogen and carbon dioxide mixtures", *Animal*, 7(3), pp. 492-498. 2013.
- [11] Machtolf, M., Moje, M., Troeger, K., Buelte, M. "Stunning slaughter pigs with helium compared to carbon dioxide. Impact on animal welfare as well as carcass and meat quality", *Fleischwirtschaft*, 93(10), pp. 118-124. 2013.
- [12] Mellor, D. J., Gibson, T. J., Johnson, C. B. "A re-evaluation of the need to stun calves prior to slaughter by ventral-neck incision: an introductory review", *New Zealand Veterinary Journal*, 57(2), pp. 74-76. 2009.
- [13] Raj, A. B. M., Gregory, N. G. "Welfare implications of the gas stunning of pigs 1. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon", *Animal welfare*, 4(4), pp. 273-280. 1995.
- [14] Raj, A. B. M., Gregory, N. G. "Welfare implications of the gas stunning of pigs 2. Stress of induction of anaesthesia", *Animal Welfare*, 5(1), pp. 71-78. 1996.
- [15] Rodriguez, P., Dalmau, A., Ruiz-De-La-Torre, J. L., Manteca, X., Jensen, E. W., Rodriguez, B., Velarde, A. "Assessment of unconsciousness during carbon dioxide stunning in pigs", *Animal welfare*, 17(4), pp. 341-349. 2008.
- [16] Steiner, A. R., Axiak Flammer, S., Beausoleil, N. J., Berg, C., Bettschart-Wolfensberger, R., García Pinillos, R., Gent, T. C. "Humanely ending the life of animals: Research priorities to identify alternatives to carbon dioxide", *Animals*, 9(11), pp. 911. 2019.
- [17] Sindhøj, E., Lindahl, C., Bark, L. "Potential alternatives to high-concentration carbon dioxide stunning of pigs at slaughter", *Animal*, 100164. 2021.
- [18] Terlouw, E. C., Deiss, V., Astruc, T. "Stunning of pigs with different gas mixtures: Behavioural and physiological reactions", *Meat Science*, 175, pp. 108452. 2021.
- [19] Velarde, A., Gispert, M., Faucitano, L., Manteca, X., Diestre, A. "The effect of stunning method on the incidence of PSE meat and haemorrhages in pork carcasses", *Meat Science*, 55(3), pp. 309-314. 2000.
- [20] Wallenbeck, A., Sindhøj, E., Brattlund Hellgren, R., Berg, C., Lindahl, C. "Improved pig welfare at slaughter-pigs", responses to air-or nitrogen foam. In Submitted to ISAE (International Society for Applied Ethology) Congress. 2020.