수평아리 도태 문제점과 개선방안

A study on the Problems and Improvement of Male chick culling

동물자유연대
KOREAN ANIMAL WELFARE ASSOCIATION
한국동물복지연구소
KOREAN INSTITUTE FOR ANIMAL WELFARE RESEARCH

수평아리 도태
문제점과 개선방안

2024. 07.

동물자유연대 한국동물복지연구소
KOREAN INSTITUTE FOR ANIMAL WELFARE RESEARCH

한국동물복지연구소 대표 조희경

연구진

책임연구원 채일택
연구원 김성남
연구원 김아연
연구원 심예구

<차례>

1. 서론 ····· 11

가. 연구 배경 및 연구 목적 ····· 11

1) 연구 배경 ····· 11

2) 연구 목적 및 목표 ····· 12

나. 연구 범위 및 내용 ····· 12

1) 연구 범위 ····· 12

2) 연구 내용 ····· 12

2. 조사 결과 ····· 14

가. 수평아리 도태 방법과 문제점 ····· 14

1) 산란계 수평아리의 경제성 ····· 14

2) 도태 방법과 문제점 ····· 19

나. 국내 수평아리 도태 현황 ····· 28

1) 국내 수평아리 도태 추정 마릿수 ····· 28

2) 국내 수평아리 도태 관련 법 ····· 29

다. 해외 수평아리 도태 관련 정책 및 법령 ····· 32

1) 유럽연합 ····· 32

2) 독일의 사례 ····· 34

3) 프랑스의 사례 ····· 41

4) 기타 국가 ····· 44

라. 수평아리 도태 방지 연구 및 기술 ····· 48

1) 관련 연구 및 기술 ····· 48

2) 최근 기술 동향 ····· 72

마. 국내 산란계 수평아리 도태 대안 ····· 75

1) 관련 연구 추진 ····· 75

2) 관련 법 및 정책 ····· 79

3) 시민 대상 교육 및 홍보 ····· 79

4) 유통·판매 시장의 형성 ····· 83
3. 조사 및 평가의 한계 ····· 85
4. 결론 및 제언 ····· 86
가. 결론 ····· 86
1) 수평아리 도태 방법과 문제점 ····· 86
2) 국내 수평아리 도태 현황 ····· 87
3) 해외 수평아리 도태 관련 정책 및 법령 ····· 87
4) 수평아리 도태 방지 연구 및 기술 ····· 88
5) 국내 산란계 수평아리 도태 대안 ····· 90
나. 제언 ····· 91
1) 실태조사의 필요성 ····· 91
2) 연구 개발 및 지원 ····· 91
3) 기술 보급의 지원 ····· 91
4) 사회적 공감대 형성 ····· 92
5) 도태 관련 법령의 정비 ····· 92
5. 참고문헌 ····· 93
가. 국내문헌 ····· 93
나. 해외문헌 ····· 93

<표 목차>

[표 1] 식욕 조절 펩타이드 ····· 16
[표 2] 배아의 신경 및 운동 발달 단계 ····· 23
[표 3] 국내 수평아리 도태 마리수 추산 ····· 29
[표 4] 지역별 닭을 취급하는 부화업 농가 수 ····· 30
[표 5] 「축산법」 제22조에 따른 부화업이 갖추어야 할 시설 및 장비 ····· 31
[표 6] 로만 듀얼의 암탉 경제성 비교(마리당) ····· 51
[표 7] 로만 듀얼의 수탉 경제성 비교(마리당) ····· 52
[표 8] AAT사 CHEGGY 총 부화율 및 성 감별 오류 ····· 67
[표 9] 상용화된 성 감별 기술 비교 ····· 74

<그림 목차>

[그림 1] 배아의 지방 패드 ····· 17
[그림 2] 파발부민이 근육에 미치는 영향 ····· 19
[그림 3] 수평아리 분쇄 ····· 20
[그림 4] 수평아리 가스질식 ····· 21
[그림 5] 가스(CO2)질식 방법과 거품질식 방법의 스트레스 비교 ····· 21
[그림 6] 수평아리 압사 ····· 22
[그림 7] 수평아리 익사 ····· 22
[그림 8] 수평아리를 불로 태우는 모습 ····· 23
[그림 9] 병아리 배아의 신경 발달 ····· 25
[그림 10] 배아가 통증을 느끼는 시기 ····· 26
[그림 11] 병아리의 부리자르기 ····· 27
[그림 12] 부리자르기가 병아리 행동에 미치는 영향 ····· 27
[그림 13] 부리자르기가 병아리 섭식행동에 미치는 영향 ····· 28
[그림 14] 수평아리 도태에 관한 유럽연합 이사회 논의 ····· 33
[그림 15] 수평아리 도태에 대한 유럽연합 의회 입장 ····· 33
[그림 16] 2016년 노르트라인-웨스트팔렌 기소-판결 과정 ····· 34
[그림 17] 독일의 수평아리 도태 금지법 ····· 38
[그림 18] 독일의 소비자 인식 개선 연구 사례 ····· 39
[그림 19] 독일의 부화장 수 ····· 40
[그림 20] 독일의 부화용 달걀 수입, 수출량 ····· 40
[그림 21] 독일의 달걀(부화용 달걀 제외) 수입량 ····· 41
[그림 22] 유럽의 달걀 변동 ····· 41
[그림 23] 프랑스의 수평아리 도태 금지법 ····· 42
[그림 24] 프랑스의 수평아리 도태 면책 사유 Q&A ····· 44
[그림 25] 오스트리아의 병아리의 활용 ····· 44
[그림 26] 오스트리아의 수평아리 도태 금지법 ····· 45

[그림 27] 이탈리아의 수평아리 도태 금지법 ····· 46
[그림 28] 이탈리아 관보에 게재된「유럽대표단법」제18조 ····· 47
[그림 29] 이탈리아 쿠프의 달걀 판매 홍보 ····· 48
[그림 30] 품종과 사료에 따른 수평아리의 체중 증가 및 사료전환율 ····· 49
[그림 31] 품종과 사료에 따른 수평아리의 조직 구성 비율 ····· 50
[그림 32] 도체의 비교 ····· 51
[그림 33] 로만 브라운의 산란능력과 체중 ····· 52
[그림 34] 달걀의 형태지수, 너비와 성별 ····· 53
[그림 35] 달걀의 길이와 성별 ····· 54
[그림 36] 달걀의 무게, 부피와 성별 ····· 54
[그림 37] 달걀의 휘발성 물질 ····· 55
[그림 38] 분자 성별 분석 ····· 56
[그림 39] 성별에 따른 요막액의 에스트론 설페이트(E1S), 에스트라디올 농도 ····· 57
[그림 40] 요막액의 표본 추출 방법 ····· 57
[그림 41] Seleggt사의 요막액의 추출 방법 ····· 58
[그림 42] Seleggt사의 난 내 성 감별 모식도 ····· 59
[그림 43] In Ovo사의 '로지스틱 회귀 분류 모델'에 의한 성별 예측 정확도 ····· 60
[그림 44] 유전 공학 기술의 모식도 ····· 61
[그림 45] eGFP 기술을 활용한 마우스 ····· 62
[그림 46] 암평아리만 부화하는 암탉 '골다' ····· 63
[그림 47] Lei-qing, P.외(2016)의 초분광 영상 ····· 64
[그림 48] G¨ohler 외(2017)의 초분광 영상 ····· 65
[그림 49] AAT사 초분광 영상 ····· 66
[그림 50] 배아 14일령의 VIS_NIR ····· 68
[그림 51] FTIR에 의한 배반엽 세포 스펙트럼 ····· 69
[그림 52] 라만 분광법의 달걀 처리 방법 ····· 70

[그림 53] 3.5일령 배아 혈액의 라만 스펙트럼 ····· 71
[그림 54] Orbem사의 자기공명영상 ····· 72
[그림 55] 국가별 관련 논문 및 특허 현황 ····· 73
[그림 56] 상용화된 성 감별 기술 보급 현황 ····· 75
[그림 57] LED 파장별 닭의 생산성 ····· 77
[그림 58] In Ovo사 '난 내 가금류 성별의 비파괴적인 판단 방법 및 시스템' 국내 특허 ····· 78
[그림 59] 네덜란드 '난 내 성 감별 기술 선호도'조사 ····· 80
[그림 60] 네덜란드 소비자의 가금육, 달걀 구매 영향 요소 ····· 81
[그림 61] 독일 '난 내 성 감별에 대한 인식조사'의 예 ····· 82
[그림 62] 독일 '난 내 성 감별에 대한 인식조사'에 활용된 사진 및 조사 결과 ····· 82
[그림 63] 2023년 국내 동물복지 축산물의 소비자 선호도 ····· 84

1. 서론

가. 연구 배경 및 연구 목적

1) 연구 배경

- 산란실용계로 부화한 수평아리는 경제적 이용 가치 낮아, 대부분 태어나자마자 도태되고 있음. 수평아리 도태는 일반적으로 성 감별 직후 산 채로 분쇄기에 넣고 갈거나, 가스로 질식시키는 방법을 이용하나, 적절한 도살 장비가 갖추어지지 않은 곳에서는 자루에 담아 그대로 압사시키는 것으로 알려짐.
- 전 세계적으로 65억~70억 마리[1)2)]의 수평아리가 도태되고 있으며, 국내의 경우 공식적으로 발표된 통계자료는 없지만, 산란업계에서 해마다 도태되는 수평아리의 수는 약 5천만 마리 정도일 것으로 추산되고 있음.
- 「동물보호법」 제13조에 따르면, '누구든지 혐오감을 주거나 잔인한 방법으로 도살하여서는 아니 된다'라고 규정되어 있으며, '동물을 불가피하게 죽여야 하는 경우에는 고통을 최소화할 수 있는 방법에 따라야 한다'고 명시되어 있음. 하지만 산란업계에서 관행으로 행해지고 있는 수평아리 도태는 고통 경감을 위한 최소한의 노력도 없이 끔찍하게 처리되는 것으로 알려짐.
- 독일과 프랑스, 이탈리아 등 유럽 국가에서는 수평아리 도태 문제를 심각하게 받아들여, 이를 제재할 수 있는 법률과 정책 등을 마련하였음. 또한 수평아리 도태를 방지를 위한 관련 기술 개발과 업계 도입을 위한 다양한 지원을 하고 있음.
- 우리나라의 경우 수평아리 도태 문제는 무관심 속에 방치되고 있음. 정부는 해마다 도태되고 있는 수평아리의 수를 집계하지 않고 있어, 정확한 실태조차 파악되지 않는 상황임. 2021년 동물자유연대는 이슈리포트 '수평아리 도태 현황 및 외국 정책 동향'을 발표하였지만, 이후 관련 연구가 꾸준히 이어오지는 못하였음.
- 하지만 국내 산란계에서도 동물복지에 대한 관심이 높아지고 있음. 2018년 「축산법」 시행령의 개정으로 닭의 마리당 사육면적 확대 시행을 앞두고 있으며, 케이지프리 전환을 위한 연구도 활발히 이루어지고 있음. 이러한 산란업계 변화에 맞춰 수평아리 도태 문제에도 관심을 가지고 단계적 해결 방안에 대한 논의가 필요함.

---

1) Krautwald-Junghanns ME et la., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. Poult Sci. 2018.03. 1;97(3):749-757. doi: 10.3382/ps/pex389. PMID: 29294120.
2) Alice Di Concetto et la., Chick and Duckling Killing: Achieving an EU-Wide Prohibition, European Institute for Animal Law&Policy, 2023.01.

2) 연구 목적 및 목표

- 국내 수평아리 도태 현황을 추산해보고, 수평아리 도태 방법과 도태 과정에서 발생하는 동물복지적 문제점과 제도적 미비점을 파악하고자 함.
- 해외 수평아리 도태 문제에 대한 논의 과정을 살펴보고, 각국의 관련 법과 정책을 조사하여 국내 실정에 맞는 개선 방안을 논의함.
- 수평아리 도태를 방지하기 위한 관련 기술들을 알아보고, 국내 도입 가능성을 타진하기 위한 기초자료로 활용하고자 함.

나. 연구 범위 및 내용

1) 연구 범위

가) 시간적 범위

- 2024.04 ~ 2024. 06

나) 공간적 범위

- 국내 문헌 조사
- 해외 문헌 조사

2) 연구 내용

가) 수평아리 도태 방법과 문제점

(1) 산란계 수평아리의 경제성

- 산란계의 사료 소비 및 성장률, 영양 활용의 효율성, 식욕 조절 호르몬, 지방 조직의 발달, 근육의 발달적 특징에 대해 설명함.

(2) 도태 방법과 문제점

- 분쇄, 질식, 압사, 익사 등 병아리 도태 방법에 대해 알아보고, 도태 시 피할 수 없는 병아리의 고통을 신경 발달과 관련하여 설명함.

나) 국내 수평아리 도태 현황

- 국내 수평아리 도태 추정 마릿수를 추산하고, 수평아리를 포함한 축산에서의 도태 관련 법령 및 규정에 대해 살펴봄.

다) 해외 수평아리 도태 관련 정책 및 법령

- 수평아리 도태와 관련하여 유럽연합의 입법 시도, 이미 법제화된 독일과 프랑스, 오스트리아, 이탈리아 등의 해외 사례를 살펴봄.

라) 수평아리 도태 방지 연구 및 기술

- 산란계 수평아리 용도 전환을 위한 수평아리의 살찌우기, 이중 목적 닭의 품종 개발에 대해 알아봄.
- 달걀 외형의 형태 계측 또는 달걀의 휘발성 물질, 분자 분석을 통한 비광학적 난 내 성 감별 기술과 요막액을 추출하여 달걀의 성을 감별하는 기술, 유전공학을 활용하여 수평아리 발생을 억제하는 기술에 대해 알아봄.
- 반사 분광학 및 초분광 영상을 활용하여 달걀의 성 감별 분석 기술에 대해 알아보고, 푸리에 변환 적외선 분광법 및 라만 분광법을 이용한 광학적 기술과 자기공명영상 기술을 알아봄.
- 국내 기술 도입을 위해 최근 기술 동향 및 특허 보유 현황을 살펴보고, 상용화된 기술을 비교함.

마) 국내 산란계 수평아리 도태 대안 모색

- 이중 목적 닭의 품종 개발이나 달걀의 성 감별 기술 등 국내 연구 개발과 관련 법의 개정 및 정책적 지원의 필요성에 대해 논함.
- 또한 수평아리 도태 중단을 위한 시민 대상 교육 및 홍보 활동의 필요성에 대해 논함.

2. 조사 결과

가. 수평아리 도태 방법과 문제점

1) 산란계 수평아리의 경제성

- 국내 양계산업에서 닭은 크게 육계, 산란계, 번식용인 종계로 분류될 수 있음. 육계는 6주에서 8주만에 완전한 크기로 자라며, 태어난 지 28일~33일령[3]이 되면 고기 생산을 위해 도축됨. 반면 산란계는 달걀 생산을 목적으로 사육되어 18주~22주부터 산란을 개시[4], 평균 사육기간은 80주로 비교적 길다고 볼 수 있음.
- 산란실용계로 부화한 수평아리 중 일부는 유정란 농장 등에 활용되기도 하지만, 거의 대부분은 도태됨. 수평아리는 암평아리와 달리 알을 낳을 수 없고, 무정란의 경우 수탉과의 짝짓기 과정 없이 암탉만으로도 달걀을 생산할 수 있어, 산란업계에서 수평아리의 경제적 활용 가치는 현저히 떨어짐. 과거에는 산란계 수평아리 중 일부를 삼계탕이나 기타 육용으로 이용하기도 했으나, 최근에는 백세미[5]로 대체되면서 육계로의 전환도 어려운 상황임.
- 그동안 양계산업에서 닭은 생산 목적과 사육 방식에 맞게 육종되어 오다 보니 사료 소비량과 성장률, 영양분의 이용과 효율성, 호르몬의 조절, 근육과 지방 조직 발달 등에서 차이가 발생함.[6] 이러한 차이로 산란실용계 수평아리의 육계 전환은 더더욱 어려운 실정이며, 구체적 내용은 Buzala M외(2016)의 'Effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits'을 토대로 작성하였음.

가) 사료 소비 및 성장률

- 생후 2일령부터 육계의 사료 소비량은 산란계보다 2배~3배 높으며, 생후 첫 3주 동안의 사료 전환율도 육계가 더 좋음. 또한 부화 후 4주~20주 사이에는 육계의 성장률이 산란계보다 더 높음. 42일령 육계의 체중은 산란기 사료를 공급했을 때 51% 감소하였지만, 산란계는 육계 사료를 먹었을 때 체중이 35% 증가하여, 이는 사료에 따른 성장률에도 차이가 있음을 의미함.

---

3) 도축시기는 품종, 요리 목적에 따라 차이가 있음. 2020년 6월 11일 농촌진흥청 보도자료와 2022년 한국육계협회 자료에 따르면 우리나라 육계 실측 평균 체중은 1.5kg~1.6kg임.
4) LIvestock Division of Extension, University of Wisconsin-Madison., https://livestock.extension.wisc.edu/articles/life-cycle-of-a-laying-hen/
5) 육용 종계 수탉과 산란 암탉의 인공수정을 통해 만들어진 잡종 닭
6) Buzala M, Janicki B. Review: Effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits. Poult Sci. 1;95(9):2151-9. doi: 10.3382/ps/pew173. Epub 2016 May 18. PMID: 27194733., 2016.09.

○ 육계는 산란계에 비해 먹는 시간이 적지만, 짧은 시간 동안 더 많이 먹는 것으로 연구됨. 산란계의 경우 달걀 생산을 위해 어느 정도 대사요구량이 충족이 되면 먹이 활동을 중단하지만, 육계의 경우 배가 완전히 찰 때까지 먹이 활동을 이어감. 이러한 이유로 42일령의 육계의 무게는 산란계보다 4~5배 더 많이 나감.

나) 영양 활용의 효율성

○ 산란계와 육계의 영양소 이용 효율에도 차이가 있음. 연구에 따르면 사료유형과 관계없이 육계는 산란계보다 약 2.5%(범위: 1%~7%) 적은 에너지를 대사하는데, 이는 소화기관의 모양과 기능의 차이와 관련이 있음. 산란계 병아리는 더 크고 근육질의 모래주머니(gizzard)와 더 긴 장을 가지고 있어 음식물의 분해와 흡수 능력이 뛰어남. 이는 산란계의 소화 시간과 영양소 소화율을 증가시킬 수 있음. 또한 56일령의 육계의 장 무게는 간의 무게 대비 73%까지 증가하였음. 이러한 사실들은 닭의 생산 목적에 따라 소화기관의 유전적 발현에서 차이가 있으며, 이는 닭의 성장과 발달에 영향을 미칠 수 있음을 보여줌.

○ 한편 소화 췌장 효소의 활성은 산란계, 육계 암탉 모두 유사하지만, 소장의 효소 활성은 차이가 있음. 육계의 부화 초기 이당류 가수분해효소(disaccharide hydrolase) 활성은 산란계보다 2배~5배 높으며, 14일령까지 혈장 아밀라아제(amylase)의 활성도 점차 증가하고 높았음[7]. 지단백질 리파아제(lipase)의 활성은 산란계에서보다 육계에서 훨씬 더 빠르게 증가하며, 크레아틴 키나아제(creatine kinase) 활성이 더 높음.[8] 하지만 순환 요산(uric acid), 포도당(glucose), 중성지방(triglycerid), 유리지방산(free fatty acid) 함량은 산란계에서 유의미하게 높았음.[9]

다) 식욕 조절 호르몬

○ 식욕 조절에는 소화기관, 지방 조직, 내분비선 호르몬과 중추, 특히 시상하부 펩타이드 및 수많은 신경전달물질이 관련되어 있음. 이들은 아래 표와 같이 식욕자극성(appetite stimulating) 및 식욕억제성(appetite suppressing) 신경펩타이드로 분류될 수 있음.

7) Mahagna, M., and I. Nir., Comparative development of digestive organs, intestinal disaccharidases and some blood metabolites in broiler and layer-type chicks after hatching. Br. Poult. Sci. 37:359-371. 1996.
8) Griffin, H. D. et al., Why are young broiler chickens fatter than layer strain chicks ? Comp. Biochem. Physiol. Part A 100:205-210. 1991.
9) Swennen et al., Further investigations on the role of diet-induced thermogenesis in the regulation of feed intake in chickens: comparison of age-matched broiler versus layer cockerels. Poult. Sci. 86:895-903. 2007.

[표 1] 식욕 조절 펩타이드

식욕자극성	식욕억제성
Noradrenaline Growth hormone-releasing hormone (GHRH) Melanin-concentrating hormone (MCH) Neuropeptide Y, S, AF Actin-Related Protein (ARP) Ghrelin Orexin A, B Galanin	Serotonin, Dopamine Leptin Corticotropin Releasing Hormone (CRH) Alpha-melanocyte-stimulating hormone (α-MSH) Glucagon-like peptide (GLP1) Insulin Tumor Necrosis Factor-α (TNF-α) Amylin

출처: Strzalka et al., 2010

- 신경펩타이드 Y(Neuropeptide Y, 이하 NPY)는 육계와 산란계의 사료 섭취를 자극함. 1일령 시상하부의 이 신경펩타이드는 산란계에서 더 낮지만,[10] 7일령에서는 비슷한 수준을 보임.
- 한편 식욕을 억제하는 폴리펩타이드 인슐린을 뇌실에 주입할 경우 산란계 병아리의 사료 섭취는 크게 억제되지만, 육계에서는 그렇지 않음. 또한, 혈장 인슐린 농도는 육계와 산란계 모두에서 시상하부 인슐린 수용체 발현과 유의미한 음의 상관관계를 보여주는데, 육계의 경우 중추신경계의 '인슐린 저항성' 상태에서 고인슐린혈증이 발생함[11].
- 부화 후 1일령 육계 병아리의 뇌에서 도파민(dopamine)과 그 대사산물인 디히드록시페닐아세트산(dihydroxyphenylacetic acid)의 수치는 산란계 병아리보다 현저히 높은 것으로 알려짐. 반면 신경전달물질인 아드레날린은 산란계 배아가 육계에 비해 상당히 높은 농도를 보임.
- 부신피질자극호르몬방출호르몬(Corticotropin Releasing Hormone, 이하 CRH)의 식욕 억제 효과는 육계보다 산란계에서 더 강하게 나타남. 육계 병아리는 산란계 병아리에 비해 시상하부에서 상당히 높은 글루코코르티코이드 수용체 mRNA를 발현하고 있으며, 이는 육계 병아리의 경우 CRH의 전사 및 방출에 대한 조절(GR-mediated) 능력이 뛰어남을 의미함.[12]

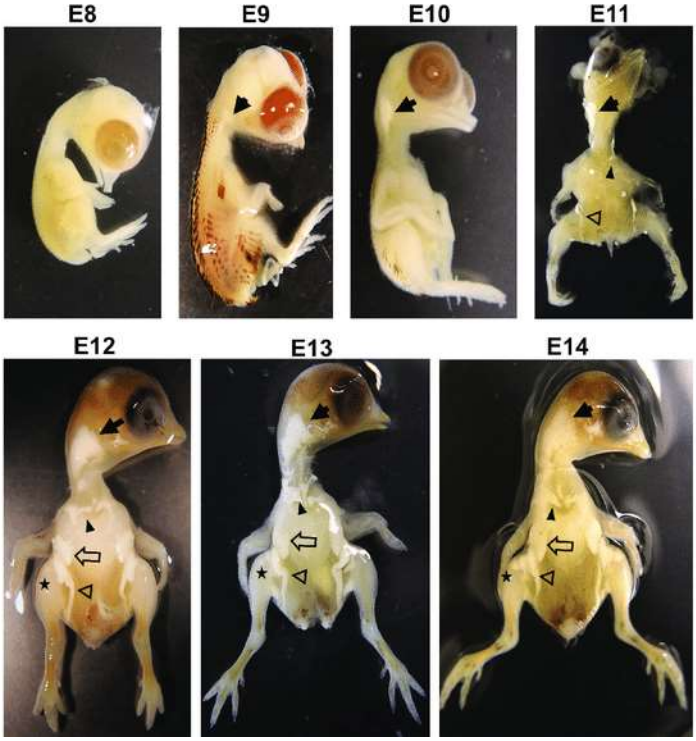
라) 지방 조직의 발달

- 배아 발생 기간과 부화 후 첫 1일 동안의 지방 조직 성장은 산란계와 육계 사이에 차이가 없으나, 사육 기간 후반에 그 차이가 발생함.
- 산란계와 육계의 지방 패드는 산란 후 배아 9일령부터 볼 수 있음. 산란 후 20일령부터 부화

10) Zhou, W. et al., Developmental increases in hypothalamic neuropeptide Y content with the embryonic age of meat- and layer type chicks. Brain Res. 1072:26-29., 2006.
11) Shiraishi, J. et al., Comparisons of insulin related parameters in commercial-type chicks: Evidence for insulin resistance in broiler chicks. Physiol. Behav. 103:233-239., 2011.
12) Tachibana et al., Intracerebroventricular injection of neuropeptide Y modifies carbohydrate and lipid metabolism in chicks. Regul. Pept. 136:1-8., 2006.

사이에 에너지 소비 증가로 산란계와 육계의 지방 패드 무게는 감소함. 목과 다리 지방 패드 무게는 산란계와 육계 배아 사이에 큰 차이가 없으나, 육계는 산란 후 20일과 부화 당일에 목 지방 패드 무게가 더 가벼움. 반면 지방 패드 무게를 총 배아 무게 또는 체중과 비교했을 때, 산란계 배아는 일반적으로 체내 지방 비율이 더 높았음.[13)]

[그림 1] 배아의 지방 패드



*위 사진은 지방 패드에 대한 이해를 돕기 위함이며, 각각의 화살표는 목, 빗장뼈위, 가슴, 서혜부 지방을 표시함.

출처: Kim, Lee, Kim, Lillehoj and Lee., 2021.

- 복부 지방 침착률의 차이는 생후 4주령부터 나타나기 시작하며, 5주령 육계에서 근육 내 지방 침착률은 산란계보다 4배나 높음.[14)] 육계 닭의 지방 조직에서 분리된 지방 세포 전구체 세포는 산란계보다 체외에서 더 빠르게 증식하는 것으로 밝혀졌으며, 이는 산란계와 육계의 지방 조직 축적 속도의 차이가 있음을 의미함.[15)]
- 지방량 및 비만 관련 유전자(Fat mass and obesity associated gene, 이하 FTO 유전자)는 암탉의 간 기능과 에너지 대사에 주요한 역할을 하는 것으로 알려져 있음. FTO 유전자 발현은 산란계에 비해 육계의 시상하부에서 유의미하게 더 큼.[16)]

13) Chen, P. et al., Developmental regulation of adipose tissue growth through hyperplasia and hypertrophy in the embryonic Leghorn and broiler. Poult. Sci. 93:1809-1817., 2014.
14) Griffin, H. D. et al., Why are young broiler chickens fatter than layer-strain chicks ? Comp. Biochem. Physiol. Part A 100:205-210., 1991.
15) Donnelly et al., Comparison of the rates of proliferation of adipocyte precursor cells derived from two lines of chicken which differ in their rates of adipose tissue development. Br. Poult. Sci. 31:187-193., 1993.

- 1주령 육계의 경우 산란계 병아리에 비해 간에서 FTO 유전자의 발현이 높았으며, 또 4주령에 비해 8주령의 간과 골격근에서 FTO mRNA의 수준이 더 높았음. 반면 산란계의 경우 복부 지방과 소뇌에서 FTO mRNA의 발현이 유의미하게 높은 것으로 관찰되었음.[17]

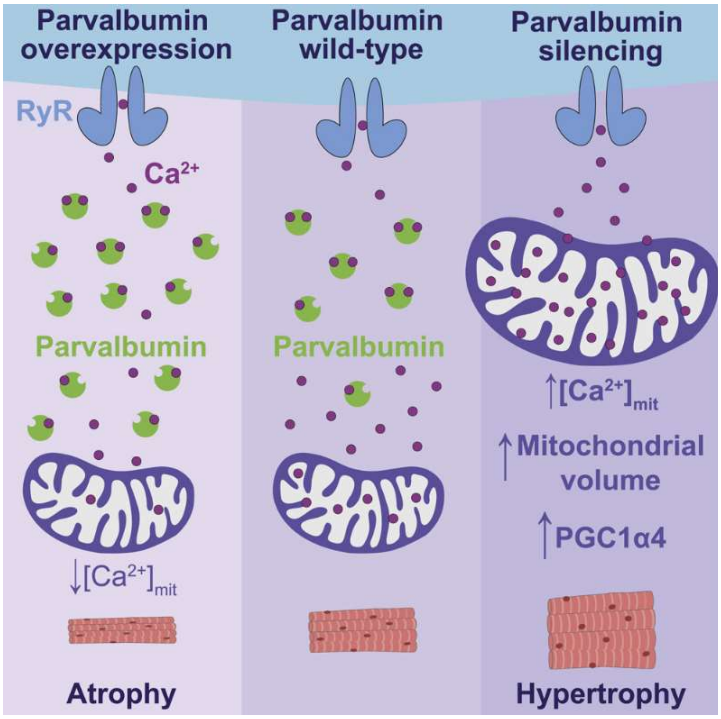
마) 근육의 발달

- 양계산업에서 닭의 품종 개량으로 개선된 중요한 형질 중 하나는 체중임. 육계 품종의 도체 생산량은 산란계에 비해 100g/kg 이상이며, 체중의 약 16%에 해당함.[18] 육계와 산란계의 체중 증가 차이는 부화 후 2주~6주 이내에 가장 두드러지게 나타나며, 이는 유전자 발현에 따라 달라짐.[19]
- 산란계와 육계 모두 생후 초기에 가슴 근육이 다리 근육보다 빠르게 성장하지만, 육계 가슴 근육의 단백질 합성 속도는 산란계보다 훨씬 빠름.[20] 이러한 사실은 육계의 근육 단백질의 분해 속도가 상대적으로 느려 근육세포가 단백질을 축적할 수 있다는 연구 결과로 설명될 수 있음.[21] 품종 개량된 육계는 산란계에 비해 근육 단백질의 분해 속도는 느리며, 어린 산란계는 육계에 비해 단백질 분해 속도가 1배~9배 더 빠름.[22]
- 또한 근육 위축에 중요한 역할을 하는 칼슘 결합 단백질 그룹인 파발부민(parvalbumins)의 발현은 산란계와 육계 모두 가슴 근육보다 다리 근육에서 더 높게 나타났음. 특히 산란계의 다리 근육은 근육의 발달, 성장, 산화 스트레스 및 닭의 운동과 관련된 단백질의 발현이 더 높은 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 산란계의 다리 근육이 육계에 비해 산화 스트레스에 더 취약하다는 것을 의미하며,[23] 근육의 발달 차이는 고기 품질에 영향을 미침[24]

---

16) Tiwari et al., Cloning and characterization of chicken fat mass and obesity associated (Fto) gene: fasting affects Fto expression. Domest. Anim. Endocrinol. 42:1-10., 2012.
17) Buzala M, Janicki B. Review: Effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits. Poult Sci. 1:95(9):2151-9. doi: 10.3382/ps/pew173. Epub 2016 May 18. PMID: 27194733., 2016.09.
18) Sandercock et al., Quantifying the effects of genetic selection and genetic variation for body size, carcass composition, and meat quality in the domestic fowl (Gal lus domesticus). Poult. Sci. 88:923-931., 2009.
19) Yin et al., Expression profiles of muscle genes in postnatal skeletal muscle in lines of chickens divergently selected for high and low body weight. Poult. Sci. 93:147-154. 2014.
20) Jones et al., Skeletal muscle protein turnover in broiler and layer chicks. J.Anim.Sci. 62:1576-1583., 1986.
21) Orcutt, M. W., and R. B. Young. Cell differentiation, protein synthesis rate and protein accumulation in muscle cell cultures isolated from embryos of layer and broiler chickens. J. Anim. Sci. 54:769-776., 1982.
22) Muramatsu et al., Contribution of whole-body protein synthesis to basal metabolism in layer and broiler chickens. Br. J. Nutr. 57:269-277., 1987.
23) Jung et al., Comparisons of chicken muscles between layer and broiler breeds using proteomics. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20:307-312., 2007.
24) Oda et al., Quantitative differential expression of alpha and beta ryanodine receptor genes in PSE (Pale, Soft, Exudative) meat from two chicken lines: broiler and layer. Braz. Arch. Biol. Technol. 52:1519-1525., 2009.

[그림 2] 파발부민이 근육에 미치는 영향



*파발부민이 과발현될 경우에는 근육이 위축되며, 미발현일 경우에는 근육이 비대해짐.

출처: Cell Reports Volume. 35

2) 도태 방법과 문제점

가) 도태방법[25)]

○ 부화 된 산란계 수평아리는 성 감별 직후 산 채로 분쇄기에 넣고 갈리거나, 가스로 질식 또는 물통에 익사시키는 방법을 이용하여 도태되며, 적절한 도살 장비를 갖추지 못한 곳에서는 자루나 통에 담아 압사시키는 것으로 알려짐. 국내의 경우 수평아리 도태 방법이 공개되지는 않음.

(1) 분쇄

○ 분쇄는 양계산업에서 흔히 사용되는 관행으로, 하루 된 수평아리를 폐기하는 주요 수단으로 사용됨. 농장의 시설에 따라 다른데, 병아리를 컨베이어 벨트에 올려놓으면 의식이 완전히 깨어 있는 병아리가 대형 분쇄기에 떨어지면서 갈리는 방식으로 이루어짐. 미국수의학협회

25) FARMFOWARD, Chick culling: What is it, what are the methods & is it cruel? https://www.farmforward.com/issues/animal-welfare/chick-culling/

(American Veterinary Medical Association, 이하 AVMA)에서는 부화 후 72시간 이내의 가금류의 분쇄는 '경추 탈구' 및 '두개골 압박'과 동등한 방법의 인도적인 안락사 방법[26]으로 간주하고 있지만, 의식이 있는 상태에서 찢어지고 부러지는 병아리의 고통에 대한 비판을 피할 수는 없음.

[그림 3] 수평아리 분쇄

컨베이어 벨트 위 수평아리	분쇄기로 떨어지는 수평아리	분쇄 후

출처: Animals Australia

(2) 질식

(가) 가스질식

- 양계산업에서는 가스 질식사를 환기차단(ventilation shutdown)이라는 용어로 사용함. 환기차단에는 공기 흐름만 차단하는 방법, 공기를 차단하고 열을 가하여 열사병을 더 빨리 유도하는 방법, 이산화탄소를 추가하여 동물의 산소를 박탈하는 방법 등 여러 가지 유형이 있음. AVMA에서는 이산화탄소를 이용한 도태 방법을 산란업계의 안락사 방법 중 하나로 허용하고 있으며, 갓 태어난 수평아리의 경우 고농도의 CO_2에 적응되어 있어, 80~90%의 농도나 75% 이상의 농도를 5분 동안 유지할 것을 권장하고 있음.[27]
- 이산화탄소를 이용한 살처분은 두 가지 다른 방법이 있음. 한 가지 방법은 안락사 상자에 CO_2를 천천히 채우는 것이고, 다른 하나는 미리 채워진 CO_2 상자에 수평아리를 넣는 방법이 있음. AVMA에서는 전자의 경우 죽음에 도달하기까지 더 오랜 시간이 걸리지만, CO_2 수준이 고통스러운 수준에 도달하기 전에 마취가 유도되어 편안한 죽음을 유도할 수 있다고 설명하고 있음.[28] 하지만 이와는 다른 연구 결과[29]도 있어 비판적 수용이 필요함.

26) AVMA, AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition, 47p, 78p
27) AVMA, AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition, 44p, 76p
28) Rathnayaka Mudiyanselage Amila Subhashinie Bandara, Assessment of Methods for On-Farm Euthanasia of Layer Chickens,Guelph, Ontario, Canada, 2019.06.
29) Gurung S et al., Depopulation of Caged Layer Hens with a Compressed Air Foam System. Animals (Basel). 2018 Jan 11;8(1):11. doi: 10.3390/ani8010011. PMID: 29324639; PMCID: PMC5789306. 2018.01.

[그림 4] 수평아리 가스질식

이산화탄소 가스 주입 전

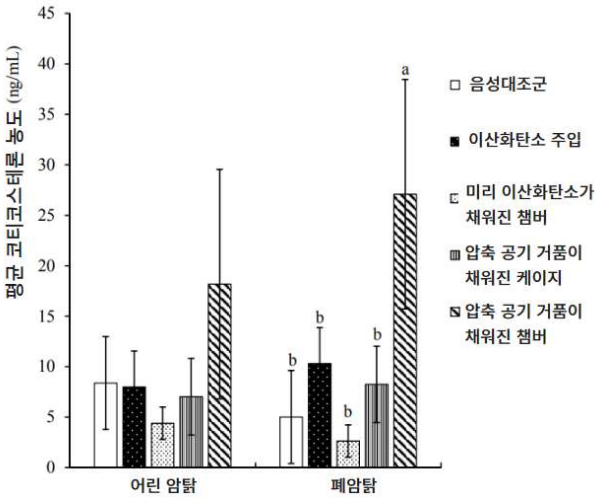
이산화탄소 가스 주입 후

출처: Animals Australia

(나) 거품질식

❍ 거품을 채워 질식사시키는 방법도 수평아리 도태 방법의 하나로 이용되고 있음. 이산화탄소 가스질식 방법으로 죽인 새보다, 거품을 사용하여 죽인 새가 움직임을 멈추는 데 더 오래 걸리고 스트레스 호르몬이 더 많이 생성된다는 연구 결과[30]에도 불구하고, 해당 연구는 거품질식을 인도적 도태 방법의 하나로 간주하고 있음.

[그림 5] 가스(CO_2)질식 방법과 거품질식 방법의 스트레스 비교



*13마리의 폐암탉의 경우 '압축 공기 거품 처리를 한 챔버 그룹'에서 스트레스 반응이 상당히 높음.

출처: Gurung S et al.

(3) 압사

❍ 압사는 수평아리를 큰 통이나 자루에 담아 죽이는 방법임. 아랫부분에 있는 수평아리들은 무게로 인해 질식하거나 몸이 짓눌리게 되어 사망함. 그런 다음 무거운 통을 쌓거나 힘을 가해

30) Gurung S et al., Depopulation of Caged Layer Hens with a Compressed Air Foam System. Animals (Basel). 2018 Jan 11;8(1):11. doi: 10.3390/ani8010011. PMID: 29324639; PMCID: PMC5789306. 2018.01.

윗부분에 있는 수평아리를 압사시킴.

[그림 6] 수평아리 압사

아랫부분 수평아리의 압사

윗부분 수평아리의 압사

출처: PETA

(4) 익사

○ 큰 통에 여러 마리의 수평아리를 담아놓고, 물을 부어 익사시키는 방법이 있음. 놀란 수평아리들은 살기 위하여 필사적으로 머리가 물에 빠지지 않도록 몸부림침. 그 상태로 30분 이상 지속되면 수평아리를 익사시킬 수 있음.

[그림 7] 수평아리 익사

수평아리가 든 통에 물을 채우는 모습

익사한 수평아리

출처: PETA

(5) 불로 태움

○ 페타(People for the Ethical Treatment of Animals, 이하 PETA) 인도지부와 익명의 동물권 활동가의 제보 영상에 따르면, 수평아리를 불에 태워 도태하는 방법도 있음. 해당 영상에서는 수평아리를 물건 던지듯이 불길에 수평아리를 던지는 모습과, 불길 속에서 도망치기 위해 안감힘을 다하는 수평아리의 모습을 확인할 수 있음.

[그림 8] 수평아리를 불로 태우는 모습

불길에 던져지는 수평아리

불길속에서 빠져나오려는 수평아리

출처: PETA

나) 병아리의 고통 문제

- 지금까지 수평아리 도태 방법에 대해 살펴보았음. AVMA에서는 분쇄나 이산화탄소 주입으로 질식시키는 방식이 인도적인 도태 방법이라고 설명하고 있으나, 이는 고통을 경감한다는 것이지, 여전히 고통을 유발하고 있다는 점에서 윤리적 문제를 피할 수는 없음.
- 일각에서는 갓 태어난 수평아리는 고통을 잘 느끼지 못한다는 주장도 있으나, 병아리는 부화 전 배아 상태에서 이미 신경이 발달하여 고통을 느낄 수 있음. 또한 부리자르기와 관련한 연구를 통해 갓 태어난 수평아리도 통증에 반응하고 있다는 사실을 알 수 있음.

(1) 병아리 배아의 신경 발달

- 아래의 표는 Freeman, Vince(1974)의 저서 'Development of the Avian Embryo'의 부록을 참고하여 산란 후 1일부터 부화(21일) 때까지 주요 신경 발달 단계를 나타내었음.

[표 2] 배아의 신경 및 운동 발달 단계

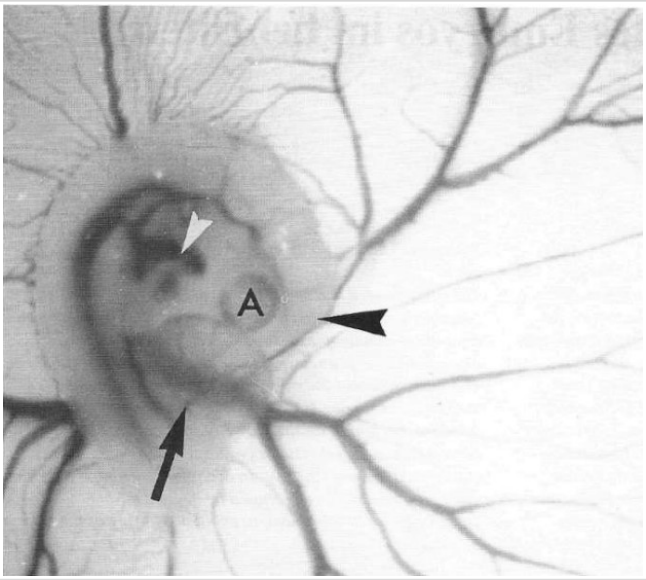
일령	대략적 나이(시간)	주요 발달
1	19-22	척삭(Notochord), 신경주름(Neural fold)
2	25-28	뇌의 분화 시작
3	65-69	수동적 움직임이 관찰될 수 있음.
4	84	머리와 목 부분의 능동적 움직임 관찰
5	108-120	몸통의 능동적 움직임 관찰
6	132	첫 반사 시작
7	150	다시냅스 반사궁이 닫힘.[31] 촉각 시작, 눈꺼풀과 다리 움직임 관찰
8	180	눈동자 움직임 관찰
10	252	국소적 고유감각 발달, 근육의 반사
11	240-264	달팽이관 핵의 청각 반응

일령	대략적 나이(시간)	주요 발달
13	264-288	절대적 활동량이 정점에 달하며 신경하수체의 활성화
14	312-336	부리 움직임(beak-clapping) 관찰
16	360-384	신경매개 동공반사 소뇌의 전기적 활성
17	384-408	조화롭고 정형화된 움직임과 불안정한 조건반사
18	420	빛에 대한 행동 반응
19	432-456	자세반사(postural reflex)
20	456-480	호흡과 소리를 내기 시작함.
21	480-504	안정적인 조건반사, 부화 시작
*기타 장기 및 감각기관의 발달은 포함되지 않음.		

- 배아의 일부 능동적 움직임은 4일령부터 가능하며, 이 시기에 척수에서 전기적 활동도 감지될 수 있음. 또한 피부 반사궁(cutaneous reflex arcs)이 일차적으로 완료되며 피부 감각이 발달하고 운동성이 증가함.[32] 이와 관련하여 일부 연구에서는 다시냅스 반사궁(multisynaptic reflex arches)이 닫히는 7일령 이후에 통증 인식이 시작되어 배아가 기계적 자극에 민감해질 수 있다고 보고 있음.
- Hamburger와 Narayanan(1969)의 연구에서는 머리의 삼차신경(trigeminal skin area) 부위가 자극을 받았을 때 배아에서 첫 번째 머리를 구부리는 것을 시작하여 날개와 다리를 포함하는 전신적인 움직임이 나타난다는 사실을 밝혔음. 또한 10일령까지는 해당 부위의 자극에 대한 반응으로 머리가 물러나는 움직임이 약간 있었으나, 이후 발달 단계에서는 더 강해지고 자주 발생하였음.[33]
- 또 다른 연구에서는 조직학적 소견 및 기능검사에서 배아 7일령 첫 번째 반사 운동이 이 시점에 촉발된다고 보고되었음. 물리적 자극(기계적 피부 자극, 열기, 냉기)에 대해 피부 수용체는 반응을 보이고 있으며, 이를 통해 통증과 추위를 느낄 수 있다고 설명하고 있음.[34]

31) Rosenbruch M. The sensitivity of chicken embryos in incubated eggs. Altex. 1997;14(3):111-3.
32) Freeman, B.M and Vince, M. A.Development of the Avian Embryo. London Chapman and Hall., 1974.
33) HAMBURGER, V. & NARAYANAN, C. H. (1969). Effects of the deafferentation of the trigeminal area on the motility of the chick embryo. J. expo Zoo!., 170: 411-426., 1969.
34) Martin Rosenbruch, Zur Sensitivitat des Embryos im bebruteten Huhnerei, ALTEX14, 111-113.

[그림 9] 병아리 배아의 신경 발달



5일령 배아.눈(A)과 심장, 뇌의 모습이 관찰됨.

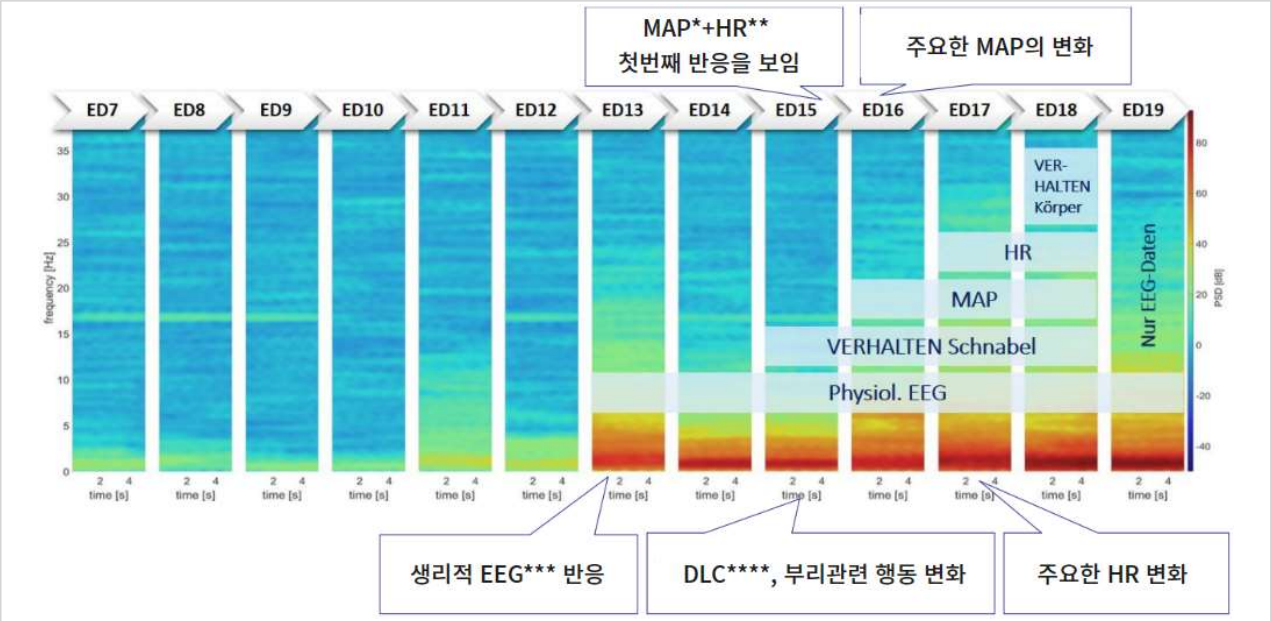
출처: Martin Rosenbruch et al.

(2) 배아의 통증 시기

- 독일에서는 「동물보호법」상 배아의 성 감별 시기 설정을 위하여, 배아가 통증을 느끼는 시기에 대한 구체적 연구가 진행되었음. 통증 감각을 평가하기 위해 배아 뇌의 전기적 활동과 혈압, 심박수, 움직임을 기반으로 조사되었음.[35]
- 연구는 산란 후 7일령부터 19일령까지의 레그혼(leghorn) 배아를 대상으로 하였으며, 모든 측정은 난에서 수행되었음. 심혈관 매개변수 및 부리 기저부의 행동 관찰은 기계적 자극을 사용하여 측정하였음. 연구 결과 기계적 자극에 대한 심혈관 반응은 산란 후 15일령~16일령까지 유의미하게 발생하였으며, 행동 반응은 산란 후 15일령~18일령의 배아에서 관찰되었음. 주요한 평균동맥혈압(Mean Arteria Pressure, 이하 MAP) 변화는 16일령 이후부터 보였으며, 뇌파 분석과 관련하여 Electro Encephalo Graphy(이하 EEG)는 산란 후 13일령 이후부터 측정되었음. 이는 자극을 전달하는 통각 수용이 이 시점부터 잠재적으로 존재한다는 것을 의미함.

35) Klinikum rechts der Isar Technische Universität München, Projektzusammenfassung: Schmerzempfinden bei Hühnerembryonen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.

[그림 10] 배아가 통증을 느끼는 시기



*MAP(혈압), **HR(심박수), ***EEG(뇌전도), ****DLC(딥러닝 소프트웨어)로 행동 변화 측정

출처: Martin Rosenbruch et al.

○ 연구 결과를 통해 닭 배아는 산란 후 12일령까지는 어떤 통증도 느끼지 않는 것으로 추정할 수 있으며, 배아의 통증 감각은 산란 후 13일령부터 시작된다는 사실을 밝혔음. 이러한 결과는 이전에 배아의 신경 발달이 산란 후 7일령부터 시작되며 반응하기 때문에, 통증도 이 시기에 시작될 것이라는 가정을 뒤집고 있음.

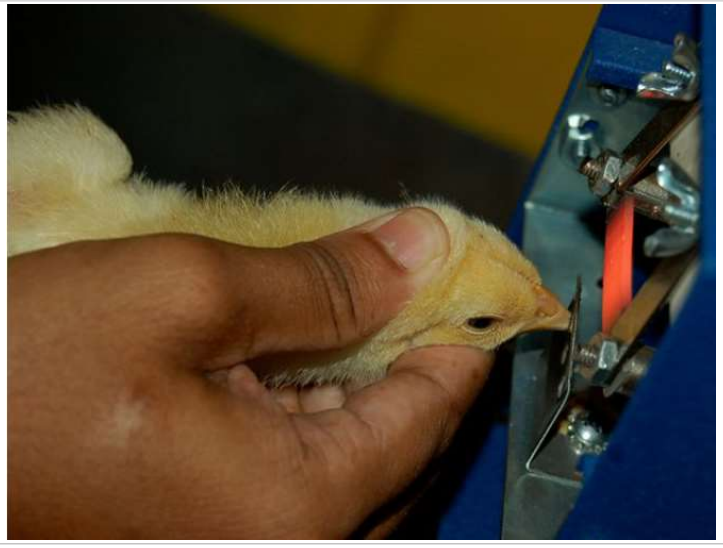
(3) 부리자르기

○ 양계 농가에서는 닭의 부리를 자르는 것이 일반적 관행임. 닭의 깃털 쪼기나 카니발리즘(Cannibalism, 예: 다른 닭을 부리로 공격하는 행동)으로 인한 부상과 사망을 방지하기 위해 어린 병아리 시기 부리를 자름. 하지만 부리자르기를 어린 병아리 시기에 권장하는 이유는 회복이나 재생 속도가 빠르고 스트레스로 인한 행동 문제가 덜 나타난다는 것이지, 이것이 고통을 유발하지 않는다고는 볼 수 없음.

○ 부리자르기는 심한 고통과 스트레스를 유발하여, 이를 금지하는 국가도 늘어나고 있음. 2022년 기준으로 오스트리아, 독일, 네덜란드가 있으며, 영국이나 호주 등 다른 국가에서 이와 관련한 논의가 진행되었음.[36)37)]

36) 송신욱, 닭 부리 자르기 금지 국가 늘고 있다...동물복지 강화 일환, 데일리원헬스, 2022.04.01. http://www.dailyonehealth.com
37) Roxell, Beak treatments for broiler breeders: a declining trend worldwide, 2022.03.29., https://www.thepoultrysite.com/articles/beak-treatments-for-broiler-breeders-a-declining-trend-worldwide

[그림 11] 병아리의 부리자르기

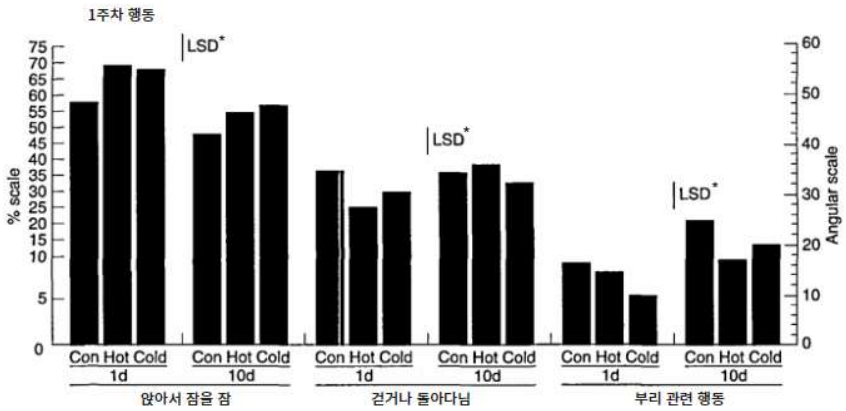


출처: Hightop Poultry Equipment

(가) 부리자르기 관련 연구 결과

❍ 1일령과 10일령의 어린 병아리를 대상으로 한 부리자르기 연구 결과에서는 대조군과 다른 행동 양상을 보이고 있었으며, 섭식 행동에도 차이가 있었음. 해당 연구는 1일령과 10일령의 두 그룹으로 나누어, 각각의 그룹마다 대조군(Con), 뜨거운 칼로 부리를 자른 실험군(Hot), 차가운 칼로 부리를 자른 실험군(Cold)으로 이루어진 2X3의 설계로 실험되었음. 부리자르기 시행 후 첫 주에 실험군(Hot, Cold)들은 부리를 손질하지 않은 대조군(Con)과 비교하였을 때, 앉아서 자는 모습을 더 자주 보였으며, 부리 관련 행동 등의 모습은 줄어들어 전반적으로 덜 활동적이었음.[38]

[그림 12] 부리자르기가 병아리 행동에 미치는 영향



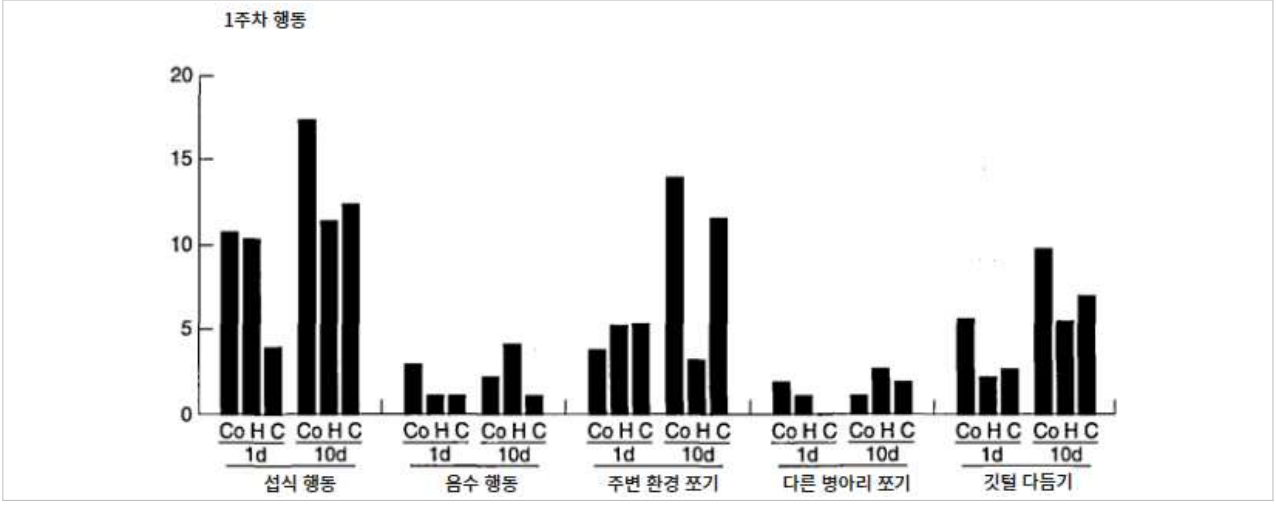
*LSD(the least significant difference)로 표시된 선은 중요한 차이를 의미함.

출처: M.J. Gentle et al.

38) M. J. Gentle et al., Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1- and 10-d-old domestic chicks, British Poultry Science, 2007.11.08.

○ 또한 부리자르기 시행 후 첫 주에 1일령 실험군(H,C)들은 부리를 손질하지 않은 대조군(Co)에 비하여 섭식 행동과 음수 행동, 깃털 다듬기 행동이 덜 나타났음. 통계적으로는 대조군(Co)과 차가운 칼로 부리를 자른 실험군(C) 사이의 섭식 행동과 체중에서 유의미한 차이(p-값<0.05)를 보였음.

[그림 13] 부리자르기가 병아리 섭식행동에 미치는 영향



출처: M.J. Gentle et al.

나. 국내 수평아리 도태 현황

1) 국내 수평아리 도태 추정 마릿수

○ 전 세계적으로 도태되는 산란계 수평아리 수는 6억 5천만~7억 마리로 추산되고 있으나, 현재 국내의 경우 수평아리 도태와 관련하여 공식적으로 공개된 자료는 없음. 하지만 통계청과 농림축산식품부에서 집계한 산란계 마릿수를 토대로 국내 도태되는 수평아리는 해마다 약 5천만 마리로 추산해 볼 수 있음.

[표 3] 국내 수평아리 도태 마리수 추산

(단위: 천마리)

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	평균
전체 산란계 마릿수(A)[39]	71,276	73,541	68,707	73,388	75,551	72,493

(단위: 천마리)

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	평균
동물복지농가 산란계 마릿수(B)[40]	2,316	2,863	3,391	4,520	5,347	3,687
관행축산농가 산란계 마릿수(C) =A-B	68,960	70,678	65,316	68,868	70,203	68,805
산란실용계 입식 마릿수(D)[41]*	45,097	43,297	48,708	52,585	52,032	48,344
동물복지농가 입식 추정 마릿수(E) =(D/A)*B	1,465	1,686	2,404	3,239	3,683	2,459
관행축산농가 입식 추정 마릿수(F) =D-E	43,632	41,611	46,304	49,346	48,349	45,885
동물복지농가 입식 수평아리 마릿수(G)** =E/16	92	105	150	202	230	154
전체 암평아리 마릿수(H) =D-G	45,005	43,192	48,558	52,383	51,802	48,190
전체 수평아리 마릿수(I) =H*(51/49)***	46,842	44,955	50,540	54,521	53,916	50,157
수평아리 도태 추정 마릿수 =I-G	**46,751**	**44,849**	**50,389**	**54,318**	**53,686**	**50,003**

*2021년도 산란실용계 입식 마리수는 2023년 공개자료를 근거로 산정함.
** 유정란 생산시 일반적 암수 비율 15:1 적용
*** 암평아리 대비 수평아리 비율 51:49 적용

2) 국내 수평아리 도태 관련 법

가) 「동물보호법」 제13조

- 수평아리 도태와 관련된 법은 없으나 「동물보호법」 제13조에서 동물의 도살 방법을 규정하고 있어, 현행법상 「동물보호법」이 수평아리 도태를 제한할 수 있는 유일한 법령임.
- 「동물보호법」에서는 모든 동물이 잔인한 방법으로 도살되어서는 아니 되며, 불가피하게 죽여야 하는 경우에는 고통을 최소화할 수 있는 방법에 따라야 한다고 명시되어 있음. 그러나 산란계 수평아리 도태 과정은 고통 경감을 위한 최소한의 노력도 없이, 처리 비용의 절감과 작업자의 편의만 고려되고 있는 상황임.
- 또한 산란계 수평아리 도태의 경우 「축산물 위생관리법」이나 「가축전염병 예방법」에 해당 사

39) 통계청, 닭 용도별(산란계) 시도/사육규모별 가구수 및 마리수 통계자료(분기별 자료의 연평균치)
40) 농림축산식품부, 2022년 동물복지 축산농장 인증 현황 보고 (2023년도 별도 정보공개청구 자료)
41) 김재홍의 계란시황, 산란실용계 입식현황, 축산신문, 2022.-2024.

항은 아니나, 분쇄나 압사와 같이 의식이 있는 상태에서 도살하는 것은 동물복지와 생명 윤리적 가치를 상당히 훼손하는 행위임.

> **「동물보호법」 제13조(동물의 도살방법)**
> ① 누구든지 혐오감을 주거나 잔인한 방법으로 동물을 도살하여서는 아니 되며, 도살 과정에서 불필요한 공포, 스트레스를 주어서는 아니 된다.
>
> ② 「축산물 위생관리법」 또는 「가축전염병 예방법」에 따라 동물을 죽이는 경우에는 가스법·전살법(電殺法) 등 농림축산식품부령으로 정하는 방법을 이용하여 고통을 최소화하여야 하며, 반드시 의식이 없는 상태에서 다음 도살 단계로 넘어가야 한다. 매몰을 하는 경우에도 또한 같다.
>
> ③ 제1항 및 제2항의 경우 외에도 동물을 불가피하게 죽여야 하는 경우에는 고통을 최소화할 수 있는 방법에 따라야 한다.

나) 「축산법」 제22조 및 제26조

○ 「축산법」 제22조에 따르면 부화업이나 가축사육업을 하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 관할 지자체의 허가가 필요함. 농림축산식품부 축산정책과에서 공개한 자료에 따르면, 현재 「축산법」에 따라 허가받은 부화업 농가 중 닭을 취급하는 곳은 총 122개소로, 충청남도와 전북특별자치도에 각 31개소(25.4%)로 가장 많이 소재하고, 이어 경기도 22개소(18.0%), 경상북도 11개소(9.0%), 전라남도 10개소(8.2%), 충청북도 9개소(7.4%) 순임.

[표 4] 지역별 닭을 취급하는 부화업 농가 수

2024.05.03. 기준

지역	농가(개소)	비율(%)	지역	농가(개소)	비율(%)
경기도	22	18.0%	충청북도	9	7.4%
경상북도	11	9.0%	충청남도	31	25.4%
경상남도	3	2.5%	전북특별자치도	31	25.4%
대전광역시	1	0.8%	전라남도	10	8.2%
제주특별자치도	4	3.3%			

○ 「축산법」 제22조에 따른 부화업이 갖추어야 할 시설 및 장비에는 부화실과 병아리방에 대한 기준만 있을 뿐, 수평아리 도태 관련 시설에 대한 별도 기준은 없음. 또한 가축사육업에서 갖추어야 할 시설에서도 3주령 미만의 병아리는 4마리를 성계 1마리로 보아 면적을 산정해야 한다는 기준만 있을 뿐, 도태 관련 기준은 없음.

[표 5] 「축산법」 제22조에 따른 부화업이 갖추어야 할 시설 및 장비

구분	시설 및 장비
종란	종계육종회사·종오리육종회사 또는 원종계장·원종오리장에서 빌행한 계통보증서를 보유할 것
부화시설	(1) 부화장을 갖추고 부화기(발육기 및 발생기를 말한다)를 설치할 것 (가) 부화장에는 부화실과 병아리방을 설치할 것 (나) 부화실과 병아리방은 견고한 내구성 재료를 사용할 것 (다) 부화실과 병아리방에는 배수시설 및 환기시설을 설치할 것 (2) 부화업을 하는 자가 종계업 또는 종오리업을 함께하는 경우에는 부화장을 사육시설과 격리된 다른 건물에 설치하고 별도로 구획할 것 (3) 종란 보관시설을 별도로 설치할 것 (4) 종란 보관시설에 온도·습도를 유지할 수 있는 시설을 설치할 것
소독 및 방역시설	「가축전염병 예방법」 제17조제1항에 따른 소독설비 및 방역설비를 갖출 것
기타	(1) 「가축전염병 예방법」 제3조제5항에 따라 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 가축전염병 방역 요령에 따른 부화장의 시설 및 장비 기준을 준수할 것 (2) 종란 수급(입란, 부화, 판매 등을 말한다) 대장을 갖출 것

○ 「축산법」 제26조에 따르면 부화업이나 가축사육업의 등록을 한 자는 가축의 개량, 가축질병의 예방 등을 위하여 「축산법」 시행규칙 [별표3의3]의 사항을 준수해야 함. 부화업의 경우 부화가 되지 않은 알은 「폐기물관리법」에 따라 처리하라고 명시되어 있으나, 부화한 수평아리 처리 방법에 대한 별도 기준은 명시되지 않음.

「축산법」 시행규칙 [별표 3의3]

3. 부화업
   가. 다음의 어느 하나에 해당하는 알만 부화시킬 것
      1) 종계·종오리 및 메추리의 알
      2) 법 제22조제1항제1호에 따른 종축업 중 종오리업으로 허가받은 자의 종오리사육시설에서 육용 씨숫오리와 산란용 씨암오리 간의 교배에 의해 생산된 알
      3) 법 제22조제1항제4호에 따른 가축 사육업 중 양계업으로 허가받은 자의 가축사육시설에서 육용 씨수탉과 산란용 암탉 간의 교배에 의해 생산된 알
   나. 병아리·새끼오리를 판매(다른 사람에게 위탁하여 사육하게 하는 것을 포함한다)할 때에는 매수인에게 별지 제34호서식의 병아리·새끼오리 계통 보증서를 발급할 것
   다. 부화기에 들어간 이후 부화가 되지 않은 알은 「폐기물관리법」에 따라 처리해야 하며, 관리대장을 작성하여 그 기록을 1년 동안 보관할 것

○ 부화하지 못한 알의 경우 「축산물 위생관리법」 제2조에 따른 식육·포장육·원유·식용란·식육가

공품·유가공품·알가공품 등 가공하는 과정에서 발생하는 잔재물은 '축산물가공잔재물(51-17-02)'로 분류되어 처리됨. 반면 부화한 수평아리의 경우 「동물보호법」 제2조제1호에 따른 고통을 느낄 수 있는 신경계가 발달한 척추동물이 죽은 것은 '동물사체(51-17-01)'로 분류되어 「폐기물관리법」 시행규칙」[별표5] 제3호라목2)라)에 따라 소각하거나 관리형 매립시설에 매립하여야 함.

- 한편 「폐기물관리법」 시행령 제2조제7호 또는 제9호에 따라 폐기물을 일정량(배출시설의 설치·운영으로 인해 1일 평균 100kg, 배출시설이 없고 1일 평균 300kg, 일련의 작업으로 작업을 시작할 때부터 마칠 때까지 5톤 등) 이상 배출한다면 사업장폐기물 배출자 신고를 하여야 함. 따라서 부화업장의 규모에 따라 사업장폐기물 배출자 신고 여부는 달라질 수 있음.

다) 「축산물 위생관리법」 시행규칙

- 「축산물 위생관리법」 제4조제1항에 따른 가축의 도살·처리 및 집유 기준은 [별표1]과 같으며, 닭이나 오리, 칠면조 등 가금류의 도살은 전살법, 자격법 또는 CO_2 가스법을 이용해야 한다고 명시되어 있음.
- 하지만 산란계의 수평아리 도태 목적은 축산물의 용도 성격과는 차이가 있어, 고통을 줄이기 위한 화학요법이나 기타 방법도 고려될 수 있음. 단 처리 이후 가축의 사료로 사용될 경우에는 「사료관리법」의 사항들을 준수해야 함.

다. 해외 수평아리 도태 관련 정책 및 법령

1) 유럽연합

- 유럽에서는 매년 수백만 마리의 수평아리가 분쇄 또는 가스질식 방식으로 도태되고 있음. 유럽연합에서는 수평아리 도태 문제를 심각하게 바라보고, 이 문제를 유럽연합 차원에서 해결하기 위한 논의가 이루어지고 있으며, 수평아리 도태를 제한하는 국가들도 증가하는 추세임.

가) 유럽연합 이사회(Council of the European Union)[42]

- 2022년 10월 농수산위원회(Agriculture and Fisheries Council) 회의에서 독일과 프랑스 대표단은 일부 회원국(독일, 프랑스, 오스트리아, 벨기에, 키프로스, 핀란드, 아일랜드, 룩셈부르크, 포르투갈)을 대표하여 수평아리 도태 관행을 유럽연합 차원에서 금지할 것을 요구하였음. 이전에 2020년 독일과 프랑스는 2021년 말까지 수평아리 도태를 중단할 것을 약속[43]하

42) Other business, Agriculture and Fisheries Council, 17 October 2022, European Council, https://www.consilium.europa.eu/en/meetings/agrifish/2022/10/17/
43) 실제로 수평아리 도태 금지법을 독일은 2022년 1월 1일, 프랑스는 2022년 12월 31일 시행하였음.

였고, 2021년 7월에는 유럽연합 집행위원회에 수평아리 도태에 대한 영향평가를 요청한 바 있음.

[그림 14] 수평아리 도태에 관한 유럽연합 이사회 논의*

Ministers discussed the importance of close cooperation between member states when preparing the EU framework for forest monitoring and strategic plans. They were additionally informed about the joint declaration on EU carbon farming initiatives signed by the ministers of agriculture of the Visegrad Group countries, as well as Bulgaria, Croatia, Romania and Slovenia. Ministers furthermore argued for the need for an EU-wide end to the systematic killing of male chicks, as well as the importance of tackling co-financing constraints of phytosanitary and veterinary programmes. They also discussed the possibility of using RENURE (recovered nitrogen from manure) products, as an alternative to chemical fertilizers, as well as the issue of organic protein feed from Ukraine.

* EU 회원국 모두가 수평아리 도태 중단에 동참할 것을 요구함.

출처: Council of the European Union

나) 유럽연합 집행위원회(European Commission)

○ 위원회 회의에서 제출된 보고서와 관련하여 보건 및 식품 안전 국장(Health and Food Safety)은 수평아리 도태 금지의 단계적 폐지에 대한 의지를 표명하였음. 또한 산란업계에서 보다 윤리적이고 지속 가능한 생산 시스템의 개발을 촉구하고, 집행에 앞서 생산자가 직면할 비용 증가 문제를 고려하여 단기 및 장기적 영향 평가를 수행하겠다고 하였음.

다) 유럽의회(European Parilament)

○ 2009년 유럽의회는 수평아리 도태에 대한 추가적인 대안에 관한 연구를 제안한 바 있으나, 최종 문안에는 반영되지는 못했음. 최근에도 몇몇 국가들은 분쇄나 가스질식에 대한 문제점을 지적하면서, EU 집행위원회에 난 내 성 감별(*in-ovo* sexing)과 같은 대안 마련을 요청하였음.

[그림 15] 수평아리 도태에 대한 유럽연합 의회 입장

유럽의회

2009년, 유럽의회는 동물의 도살 시 동물보호에 관한 규정(EC 1099/2009)을 협의하는 과정에서, 수평아리 도태 중단을 위한 추가적인 연구를 제안하였으나, 최종 문건에는 반영되지 못하였음. 이후 최근 몇 년 동안에도 다양한 정치 그룹의 의회 구성원들은 유럽식품안전당국(European Food Safety Authority, EFSA)에서도 수평아리 분쇄와 관련된 위험성을 확인하였다고 언급하면서, 유럽연합 집행위원회에 달걀 성 감별과 같은 대안 마련을 요구하였음.

출처: European Parliament

2) 독일의 사례

가) 독일의 관련 법[44)]

(1) 개정 이전

- 독일의 「동물보호법」 제1조제1항에는 동물을 보호해야 한다고 규정하고 있으며, 제1조제2항에는 "누구든지 합리적인 이유 없이 동물에게 고통 또는 위해를 가할 수 없다"고 명시됨.
- 하지만 2016년 노르트라인-웨스트팔렌(Nordrhein-Westfalen) 고등 행정 법원은 산란계 수평아리 도태에 대해 합법이라고 판결하였음. (Az. 20 A 488/15 및 20 A 530/15의 판결, 2016.05.20.)[45)]

[그림 16] 2016년 노르트라인-웨스트팔렌 기소-판결 과정

[기소]
2013년 7월 뮌스터(Münster) 경찰청은 수평아리를 도태시킨 부화업자를 「동물보호법」제17조 위반 혐의로 기소. 2013년 9월 26일자 법령을 통해. 2015년 1월 1월부로 수평아리 도태 금지 명령

「동물보호법」제17조. 이를 위반한 사람은 3년 이하의 징역 또는 벌금에 처해진다.
1. 합리적인 이유 없이 척추동물을 죽이거나
2. 척추동물
a) 날것으로 인한 심각한 고통이나 괴로움
b) 장기간 또는 반복적으로 심각한 통증이나 괴로움을 유발

44) Dritter Abschnitt Töten von Tieren§ 4, Tierschutzgesetz, https://www.buzer.de/gesetz/5698/b15321.htm
45) Männliche Eintagsküken der Legehennenrassen werden derzeit mit vernünftigem Grund im Sinne von § 1 Satz 2 TierSchG getötet., Openjur, https://openjur.de/u/888106.html

[기소요지]

1. 「동물보호법」 제1조제2항은 합리적인 이유 없이 동물을 죽이는 행위를 금지하고 있으며, 수평아리 도태는 합리적 이유가 결여되었으므로 위법.
2. 경제적 이유(비육에 적합하지 않음)만으로 합리적이라 할 수 없음.
3. 시간이 지남에 따라 변하는 사회적 평가와 견해도 고려해야 하며, 동물복지에 대한 대중의 인식 변화로 수평아리 도태는 더 이상 정당화될 수 없음.
4. 당국이 병아리를 죽이는 행위를 금지하지 않았다는 것만으로 행위의 지속(수평아리 도태)에 대한 합법적인 기대를 기대할 수 없음.
5. 또한 도태 금지가 부화업자의 생계를 박탈하지 않을 것이며, 수평아리는 사육 후 사용 가능함.
6. 부화업자의 경제적 불이익은 구체적으로 입증되지 않았으며, 금지 기한은 사업전환까지 시간적으로 충분함.

(추가의견)

7. 병아리 도태 금지는 특별한 법적 근거를 필요로 하지 않으며, 「동물보호법」 제1조제2항은 동물 도태에 대한 조항만으로 충분함.
8. 과거 수평아리 도태는 당국에 의해서만 용인되었으며, 그것이 도태의 합법화를 의미하지 않음.
9. 병아리를 죽이는 것보다 달걀 상태에서 성을 감별하거나 이중 목적 닭의 사용이 더 나은 대안이 될 수 있음.
10. 특히 원고(부화업자)와 같은 소규모 농장의 경우 병아리 사육 및 판매에 대한 대안의 실행이 가능하며, 병아리 판매 시장을 만들려는 노력을 확인할 수 없음.
11. 원고는 기존 양계장에서 병아리를 사육할 수 있으며, 사업 포기의 필요성에 대한 진술의 증거는 불충분하고, 병아리를 죽일 권리를 얻고자 하는 상황에 대한 설명 및 입증의 의무가 있음.
12. 달걀 성 감별 기술이 확립되거나 이중 목적 품종이 사용되기 전까지 병아리를 사육하고 판매하기 위한 노력이 필요하며, 병아리 판매는 경제적 손실 보상 기회를 제공함. 설사 대안이 충분히 효과적이지 않더라도 병아리 도태는 「동물보호법」 제7a조제2항제4호에 비추어 볼 때 부적절함.
13. 죽이는 것은 병아리에게 발생 가능한 가장 큰 피해이며, 국민 다수의 공감대 형성과 「동물보호법」 제정 목적 등과 양립이 불가함.
14. 경제적인 이유만으로 합리적인 이유가 존재한다고 하면 「동물보호법」의 윤리적인 동물보호라는 기본 개념을 훼손함.
15. 동물의 중대한 이익에 대한 침해는 상대적으로 더 중요한 인간의 이익을 보호하기 위해서만 가능함. 인간이 아닌 생명을 죽이는 것은 생존에 필수적인 재화를 확보하고, 위험을 예방하는 것으로 제한되어야 함.
16. 다른 연방주와 연방 차원에서도 병아리 도태 금지를 위해 노력 중이며, 부화업자는 사업에 미치는 경제적 영향을 구체적인 방식으로 입증하지 못했으며, 왜 수평아리를 위한 대안이 없는지에 관해 설명하지 못함.

▼

[제소]

부화업자는 2014년 1월 14일 도태 금지 명령을 취소하도록 소송을 제기함.

[제소요지]

1. 「동물복지법」 제1조제2항의 합리적인 이유를 해석함에 있어 이해 관계의 균형이 요구되며, 여기에는 경제적 측면도 포함됨.
2. 달걀 상태의 성 감별 기술은 여전히 연구 단계에 있으며, 현실적으로 적용할 수 없음.
3. 수평아리는 비육에 부적합하며, 이에 대한 수요도 부재함.
4. 이로 인해 수평아리 사육은 과도한 재정적 지출과 사료, 에너지의 낭비를 초래함.
5. 수평아리 도태는 수요 중심의 달걀 생산의 일부이며, 국민의 식량 공급 보장에 있어 공익적 측면이 있으며, 동물 사료 생산에도 기여함(수평아리 사체를 사료 원료로 사용)
6. 지난 수십 년간 독일 연방 내 그리고 국제적으로 관행으로 허용되었으며, 다른 유럽 국가에서도 여전히 허용되며, 동물복지 도축 규정 및 의회규정(EC No.1099/2009)의 조항에 따라 병아리 도태는 허용되거나 최소한 허용된 것으로 간주 됨.
7. 합리적 이유에 해당하는지에 평가함에 있어 현재까지 실질적 현재까지 실질적 대안이 없다는 점을 반영해야 함.
8. 이러한 평가는 가축 사육자의 기본권에 대한 간섭으로 식량 생산에 상당한 영향을 미치는 정치적 결정인 동시에 입법부의 문제임.
9. 또한 소비자는 가격에 민감하며, 의미 있는 수요의 변화는 없음.
10. 병아리 도태 금지는 부화장의 국내외 경쟁력, 병아리 사육 비용이 달걀 가격에 포함될 경우 산란계 농장에 부정적인 영향을 미쳐 부화장을 다른 연방주나 국외로 이전하게 하는 결과를 초래함.
11. 검찰은 저렴한 동물성 제품에 대한 소비자의 관심뿐 아니라, 닭과 달걀 생산에 있어 경제적 상황과 분업마저 무시. 국제 가금류 생산시장에서 특수 육종 계통의 가용 여부를 잘못 판단함.
12. 부화업자는 수평아리를 사육할 재정적 여건 및 공간이 없으며, 이로 인한 추가 비용은 사업을 포기하도록 작용할 것임.
13. 따라서 검찰의 재량권 행사는 적합하지 않으며, 금지 명령에 따른 경제적 결과에 대해 제대로 인식하거나 고려하지 않고 있음.
14. 부여된 전환 기간도 너무 짧고, 위반 시 벌금 역시 과도함.

(추가의견)

15. 「동물보호법」 제1조제2항의 합리적 이유의 성립 요건은 동물복지를 위한 최적의 대안의 확인이나 적절성에 대한 포괄적인 평가가 아닌 합리적인 이유가 있는지 여부이며, 비육을 통한 판매 기회가 없어 실질적인 대안이 부재하고 경제적으로 다른 방법이 없으므로 도태는 합리적이라 할 수 있음.
16. 원고는 병아리 도태의 대안이 없으며, 금지 명령 준수를 위해서는 부화장을 포기해야 하는 상황이며, 수평아리 사육 비용은 다른 부화장과 경쟁 과정에서 보전이 불가함.
17. 노르트라인-웨스트팔랜으로 한정된 금지 명령과 부화장 이주가 예상된다는 점을 고려하면 동물복지적 측면에서 이익도 전무함.
18. 금지 명령의 효과가 정확하게 결정되고 평가되지 않음.
19. 산란 기간을 고려하면 부화를 중단하기 위해서는 약 21개월이 필요하며, 따라서 과도기가 너무 짧음.

▼

[1심 판단]

1. 「동물보호법」 제1조제2항 및 제16a조제1항제1호에 따른 일반조항은 수평아리 도태 금지를 정당화하기에 불충분함.
2. 도태금지는 부화업자의 직업의 자유를 과하게 침해하여 직업 선택의 자유를 제약함.
3. 수십 년 동안 허용되는 것으로 간주 된 부화 사업에 대한 법적 재평가는 의회 입법부의 책임이며, 부화업자에게 실제로 병아리를 도태시키는 것 외에 가능한 대안이 전무함.

출처: Openjur

- 독일 연방행정법원은 2019년 6월 13일 판결(BVerwG 3 C 28.16, BVerwG 3 C 29.16)을 통해 기본법(제20a조)에 포함된 동물복지의 국가 목표에 비추어 "경제적 이익은 산란계 번식계통에서 수평아리를 죽이는 것에 대한 「동물보호법」 제1조제2항의 합리적인 이유가 될 수 없다"고 판시함. 다만 부화업자들의 부담을 경감할 수 있는 대안(기술)이 확보되기 전까지 관행으로 허용한다며 피고의 항소를 기각하였음.[46] 독일에서도 수평아리 도태 금지 과정은 여러 시행착오를 거친 후, 사회적 합의를 끌어낼 수 있었음.

(2) 개정 내용

- 독일의 「동물보호법」 동물의 도살과 관련하여 수평아리 도태를 금지하는 조항이 2021년 통과되었으며, 2022년 1월 1일부터 시행되었음. 당시 초안(2021.03.17.)에는 산란 후 7일령부터의 배아 처리를 금지하였지만, 독일연방농식품부(Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 이하 BMEL)은 구체적인 법률적 근거 마련을 위해 뮌헨 공과대학교(Technische Universität München)에 의뢰하여 산란 후 13일령부터 통증을 느낄 수 있다는 사실을 밝혔음.[47]
- § 4c (1)에서는 Gallus gallus 종에 속하는 닭의 병아리를 도살하는 것을 금지하고 있으며, (3)에서는 성 감별의 기준을 13일 이내로 제한하고 있음.[48]
- 면책 사유로는 병아리가 사망하거나 부화할 수 없는 경우, 또는 조직이나 기관에서의 과학적인 목적이나 동물실험에 사용하는 경우가 있음.

46) Bundesverwaltungsgericht., Urteil vom 13.06.2019-BVerwG 3 C 28.16 https://www.bverwg.de/130619U3C28.16.0
47) Klinikum rechts der Isar, Technische Universität München Biotechnologie der Reproduktion, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Projektzusammenfassung: Schmerzempfinden bei Hühnerembryonen
48) Bundesministerium der Justiz, https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/__4c.html

[그림 17] 독일의 수평아리 도태 금지법

§ 4c

§ 4c에는 두 차례의 수정이 있었으며, 3개의 규정이 인용되어 있음.

(1) Gallus gallus 종의 가축 양계 병아리를 죽이는 것은 금지된다.

(2) 다만 다음의 경우에는 그러지 아니한다.

1. 병아리를 죽이는 경우로서
   a) 가축전염병 규정에 따라 요구되거나 명령된 경우 혹은
   b) 동물의 복지를 위해 특별히 필요한 경우
2. 부화할 수 없는 병아리의 경우
3. 2008년 6월 16일 위원회규정(EG)Nr.543/2008의 제1조제1호a)목[49]에 따른 병아리로 의회 마케팅 표준 위원회규정(EG)Nr.1234/2007에 대한 시행조항과 함께 규정(EU)Nr519/2013(ABI. L 158, 2013.06.10.,74p)에 의해 마지막으로 수정된 육계(ABI. L157, 2008.06.17.,46p; L8, 2009.01.13.,33p)
4. 다음의 병아리로
   a) 동물실험에 사용되는 경우
   b) 조직이나 장기가 과학적 목적으로 사용되도록 의도된 경우

(3) 산란 후 13일령부터의 닭 배아의 성 감별 및 이후 어떤 절차도 수행하는 것은 금지된다.

1. 달걀에 개입하여 난 내 배아의 죽음을 초래하는 행위
2. 부화 과정을 종료하여 난 내 배아를 사망케 한 경우

출처: 독일「동물보호법」

나) 독일의 연구지원

- 독일의 경우 수평아리 도태 금지와 관련하여「동물보호법」을 개정 근거 마련을 위한 연구를 진행하였음. 해당 연구 과제는 부화 전 수평아리가 통증을 느끼기 시작하는 시기를 밝히는 것으로 뮌헨 공과대학교 병원 전임상 연구센터 및 생명과학부에 의뢰하여 실시하였음. 뇌의 전기적 활동, 혈압, 심박수, 움직임을 기반으로 한 연구 결과 산란 후 13일째부터 통증을 느낄 수 있다는 사실을 밝혔음. 연구 결과를 통해 법률상 성 감별은 산란 후 7일이 아닌 13일로 규정되었음.
- 독일에서는 수평아리 도태 금지를 위한 세 가지 대안을 고려하였음. 첫 번째 대안으로 부화 전 성을 감별하여 수평아리의 부화를 방지하는 것, 두 번째 대안은 산란계 수평아리를 육계로 전환하여 판매하는 것, 세 번째 대안은 산란계와 육계 모두 활용할 수 있는 이중 목적 닭을 생산하는 것[50]임. BMEL은 첫 번째 대안인 난 내 성 감별을 위한 연구에 총 880만 유로(한화 약 131억원, 2024.04.기준)의 자금을 지원하였으며, 산란계 수평아리의 육계 전환과 이중 목적 닭의 연구 개발에 총 1,460만 유로(한화 약 217억원, 2024.04.기준)를 지원하였음.

49) 산란계(Gallus gallus 종)에 대한 정의
50) Verbot des Kükentötens, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023.12.04. https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tierschutz/tierwohl-forschung-in-ovo.html

이중 목적 닭과 관련하여 진행 중인 3가지 프로젝트는 각각 2025년, 2026년, 2028년 완료 예정임.

❍ 또한 독일 과학기술부는 수평아리 도태와 관련하여 소비자 인식 개선을 위한 연구를 지원하였음. 해당 연구는 배아 발달 및 병아리 도태의 다양한 단계의 사진 자료를 활용하여, 이것이 수평아리 도태에 대한 시민의 인식에 어떠한 영향을 미치는지를 평가하였음. 연구 결과, 산란일로부터 1일령과 4일령 배아의 사진과 병아리 사진을 활용하였을 때, 난 내 성 감별에 대한 선호도가 증가하는 것을 보여주었음. 독일의 경우 수평아리 도태와 관련하여 법의 개정에서부터 소비자 인식의 개선까지 과학적 연구를 통한 다양한 접근을 시도하고 있음.

[그림 18] 독일의 소비자 인식 개선 연구 사례*

Look at that!—the effect pictures have on consumer preferences for in ovo gender determination as an alternative to culling male chicks[1]

Corrina Reithmayer,[2] Michael Danne, and Oliver Mußhoff

Department of Agricultural Economics and Rural Development, Georg-August-Universität Göttingen, 37073 Göttingen, Germany

ABSTRACT Gender determination in incubated eggs (in ovo) has the potential to substitute the highly discussed practice of culling male layer chicks. The aim of this study was to investigate the effect pictures have on peoples' preferences toward in ovo sexing at different stages of embryonic development and chick culling. For this purpose, an online survey was conducted with a representative sample of 482 respondents in Germany. A within-subject design with 2 choice experiments was used to investigate the influence pictures have on respondents' preferences and willingness to pay. The first-choice experiment contained plain text only; the second contained also pictures of a chick or the incubated eggs at the corresponding stages of development. Findings reveal that in ovo gender determination at each proposed day of incubation (d1, d4, and d9) was preferred to chick culling. In ovo screening on d1 and d4 was significantly preferred to d9. This preference for early gender determination increased significantly as a consequence to the provision of pictures. Results furthermore reveal that a high error rate of gender determination or the lack of a meaningful utilization of incubated eggs can decrease approval for in ovo gender determination to an extent, where no positive willingness to pay remains. Findings of this study are useful for stakeholders in poultry production when considering the implementation of in ovo gender determination as a morally admissible substitute to chick culling.

*해당 연구는 사진 활용을 통한 달걀의 성 감별에 대한 소비자 선호도를 비교하고 분석함.

출처: Corrina Reithmayer et al.

다) 독일의 업계 추이

❍ 독일의 경우 2022년부터 수평아리 도태가 금지되어, 이후 산란업계의 변화를 살펴볼 필요가 있음. 독일 연방통계청에서 발표한 자료에 따르면 최소 1,000개 이상의 달걀을 생산할 수 있는 부화장의 수는 꾸준히 감소하는 추세를 감안하더라도, 2021년 22개소에서 2022년에는 15개소로 급격히 감소하였음. 또한 업계 통계에 따르면 2023년 부화장의 수는 10개소로 이는 2021년 19개소에 비하여 52.6%에 불과함.[51)]

[그림 19] 독일의 부화장 수

Tabelle 3: Anzahl Brütereien nach Geflügelarten und Jahren

Geflügelarten	Statistisches Bundesamt (Destatis)									Brütereistatistik		
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2021	2022	2023
Hühnerküken	45	45	45	42	41	40	38	37	32			
Legerassen	28	28	30	27	25	24	22	22	15	19	12	10
zur Zucht (번식용)	3	3	4	4	4	4	3	3	3	2	1	1
zum Gebrauch (사용목적)	25	25	27	24	24	23	21	**22**	**14**	17	**11**	**9**
Mastrassen	21	20	19	19	22	20	20	20	21	19	17	19
zur Zucht	5	3	3	3	2	3	4	3	4	3	2	3
zum Gebrauch	20	20	19	19	22	19	20	19	21	18	17	18
Aussortierte Hahnenküken	3	3	3	3	4	3	3	**4**	**13**	4	**9**	**9**
Truthahnküken zum Gebrauch	11	10	10	9	9	9	8	8	9			
Gänseküken zum Gebrauch	16	16	16	14	17	18	14	11	13			
Entenküken zum Gebrauch	10	10	10	7	8	8	6	4	6			
Perlhuhnküken zum Gebrauch	2	2	3	2	2	2	1	1	0			
Insgesamt	**69**	**68**	**68**	**64**	**63**	**61**	**58**	**54**	**51**			

Anm.: Daten der deutschen Brütereistatistik jeweils zum Jahresbeginn

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis). Stand März 2023; Deutsche Brütereistatistik. Stand März 2023

출처: 독일 연방 농식품부 사무소

○ 하지만 부화용 달걀의 수입과 수출에서는 큰 변동은 없음. 달걀의 수입과 수출 모두 2019년 이후 꾸준히 증가하여 2021년 약 1억 8,628만개의 달걀이 수입되었으며, 수출은 2021년도에 약 4억 7,570만개의 달걀이 수출되었음. 연방 농식품부 자료에 따르면 2022년도의 수입, 수출도 전년도와 비슷할 것으로 추정되고 있음.[52]

[그림 20] 독일의 부화용 달걀 수입, 수출량

Tabelle 4: Ein- und Ausfuhren von Bruteiern nach Jahren

(단위:백만)

Bruteier in Mio. Stück	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022v
Einfuhren (수입)	92.141	132.275	127.520	143.033	172.642	184.594	187.275	186.275	185.000
Ausfuhren (수출)	351.899	385.497	401.009	415.055	415.780	429.822	444.823	475.695	470.000

Anm.: Ausschließlich KN 04071 100 (Bruteier Gallus domesticus)

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis). Stand März 2023

출처: 독일 연방 농식품부 사무소

○ 달걀 수입(부화용 달걀 제외) 역시 2017년 이후 꾸준히 감소하였음. 2022년 수입량은 2020년 수입량에 비교하면 약 15% 적었으며, 이는 자국 생산물에 대한 수요 증가를 요인 중 하나로 해석할 수 있음.

51) Bericht zur Markt- und Versorgungslage mit Eiern 2022, 2023, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefertigt

52) Bericht zur Markt- und Versorgungslage mit Eiern 2022, 2023, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefertigt

[그림 21] 독일의 달걀(부화용 달걀 제외) 수입량

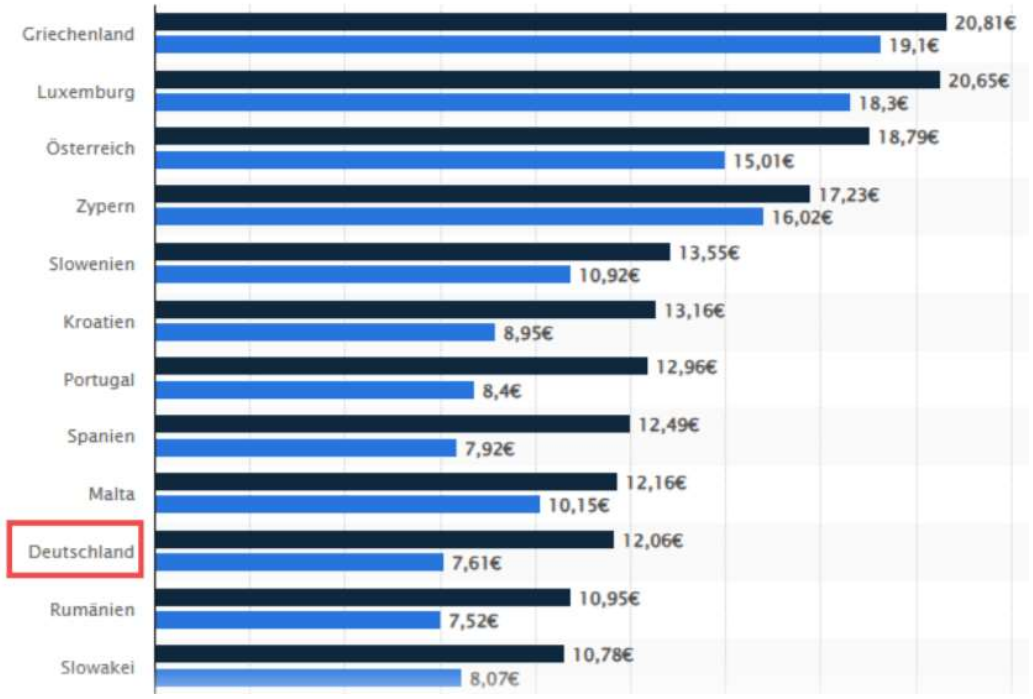
Tabelle 16: Einfuhren Schaleneier nach Versorgungsbilanz (ohne Bruteier) (단위:백만)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022v
Einfuhren(수입) in Mio. Stück	6.671	6.145	6.133	7.175	6.865	7.037	6 578	6.467	6.275	6.092	5.216	5.150

출처: 독일 연방 농식품부 사무소

○ 수평아리 도태 금지법의 시행 전인 2021년 달걀의 판매 가격은 100개당 7.61유로(한화 약 11,290원, 2024.04. 기준)이며, 시행 후인 2022년 달걀 판매 가격은 100개당 12.06유로(한화 약 17,900원)로 58%이상 올랐음. 하지만 다른 유럽 국가에서도 가격 상승이 컸던 만큼, 가격 상승의 요인이 수평아리 도태 금지의 시행이라고 단정할 수는 없음.

[그림 22] 유럽의 달걀 변동(2022/2021)



출처: statista

3) 프랑스의 사례

가) 프랑의 관련 법

○ 프랑스에서는 매년 약 5천만 마리의 수평아리가 도태되고 있었으며, 2019년 초, 당시 농수산

부 장관이었던 디디에 기욤(Didier Guillaume)은 이러한 관행을 2021년 말까지 금지하겠다고 약속했으나 기대만큼 빠르게 진행되지는 못했음.

- 이후 2022년 12월 31일 산란계 수평아리 도태는 금지되었음. 프랑스 농수산법(Code rural et de la pêche maritime)에 따르면 과학적 목적, 실험적 목적, 수의학적 진단, 장관의 명령을 제외하고, 부화장에서 소비용 알을 생산하기 위한 Gallus gallus 종의 병아리를 도살하는 것은 금지하고 있음.
- 독일과 다른 점은 프랑스의 경우 '동물 사료용'으로 사용되는 경우 해당 법의 적용이 되지 않는다는 점임. 일각에서는 이러한 면책 사유가 수평아리 도태 금지를 무력화시킬 수 있다는 비판이 있음.[53] 이에 대해 프랑스 국회에서는 '동물 사료용'의 수평아리 도태는 엄격히 제한(예: 파충류, 맹금류 등)될 것이고, 이 경우에도 분쇄 방법은 예외 없이 금지되어 있으며 가스 질식에 의한 처리만 승인될 수 있다고 설명하고 있음.[54]
- 독일과 또 다른 점은 배아의 성 감별은 산란 후 15일 이내에 이루어져야 한다는 것임. 사업자는 배아의 성 감별을 위한 장비를 설치하거나, 이에 준하는 기타 수단을 갖추어야 한다고 명시되어 있음. 이에 프랑스 부화장은 2022년 12월 31일까지 금지 조치를 준수해야 했으며, 3월 1일까지 난 내 성 감별 장치를 주문했다는 사실 입증이 필요했음.[55]

[그림 23] 프랑스의 수평아리 도태 금지법

Ⅱ.R.214-78조의 1항, 4항 및 5항에 언급된 경우를 제외하고, 부화장에서 산란계 Gallus gallus종의 병아리를 죽이는 것은 금지된다.

번식을 목적으로 하는 Gallus gallus종의 병아리의 겨우 산란계 병아리로 간주하지 않는다.

1° 과학적 목적, 특히 제약 산업 또는 수의학적 진단을 위한 경우
2° 제R.214-63조의 1항에 언급된 실험의 맥락에서;
3° **동물 사료용**, 농무부 장관은 이러한 맥락에서 허용되는 살처분 방법 및 관련 근거를 명시하는 법령을 제정할 수 있다.

운영자는 산란 후 15일 이내에 배아 성을 감별할 수 있는 장비를 설치하거나, 이와 동등한 보증을 제공하는 다른 방법을 통해 1항에 규정된 금지 사항의 이행을 입증해야 한다.

출처: 프랑스「농수산법」

나) 프랑의 관련 정책

53) L214, BROYAGE DES POUSSINS : L214 DÉNONCE LA TRAHISON DU GOUVERNEMENT, 2022.12.07. https://www.l214.com/communications/20221207-derogation-broyage-poussins/
54) Question N° 4180(Nicolas Thierry), 16ème législature Assemblée nationale, 2023.01.21., https://questions.assemblee-nationale.fr/q16/16-4180QE.htm
55) Le broyage des poussins mâles désormais interdit dans la filière des poules pondeuses, Le Monde & AFP, 2022.02.06., https://www.lemonde.fr/planete/article/2022/02/06/le-broyage-des-poussins-males-desormais-interdit-dans-la-filiere-des-poules-pondeuses_6112544_3244.html

- 2019년 10월 툴루즈에서 열린 독일-프랑스 장관 협의회에서 두 정부는 수평아리 도태 관행을 금지하기로 협의하였음. 이후 산업 관계자들과 전문가들은 추가적 논의를 하였으며, 관련 연구들을 공유하고 대체 방법을 구현하기 위한 프랑스-독일 컨소시엄을 출범시켰음. 컨소시엄은 대체 기술 시험과 모니터링 결과를 통해 실질적이고 지속 가능한 대안을 마련하고자 하였음. 또한 각 정부의 장관들은 유럽연합 집행위원회의 적극적 지원과 회원국의 동참을 요청하였음.[56)]
- 프랑스 내 관련 업계에서는 수평아리 도태 중단을 위한 두 가지 대안을 고려하고 있음. 하나는 산란 후 9일령~13일령 사이에 난 내 성별을 식별하는 것으로, 현 상황에서 실행할 수 있는 가장 빠른 해결 방법으로 보았음. 또 다른 하나는 이중 목적 닭의 품종 개발로 이는 중장기적 대안으로 보고 있음.[57)]
- 프랑스의 관련 법 개정으로 추가되는 비용은 연간 6,400만 유로(한화 약 950억, 2024.04. 기준)로 추산되며, 이는 해당 부문 매출액의 4%를 차지함. 프랑스 계란산업진흥위원회장(le Comité national pour la promotion de l'œuf, 이하 CNOP)은 정부가 1,500만 유로(한화 약 223억, 2024.04. 기준)의 초기 투자금 일부를 지원해야 한다고 주장하였음. 이에 정부는 부화장에 배아 성별을 감별할 수 있는 초기 투자 비용 1,550만 유로(한화 약 230억, 2024.04. 기준)를 지원하였음. 또한 업계에서도 향후 발생할 추가 비용에 대비하여 자체 조직을 구성하였음.
- 문제는 현재 기술로 성 감별이 불가한 수평아리는 전체의 15%를 차지하고 있으며, 프랑스에서는 이러한 수평아리에 대해서 도태를 허용하고 있다는 점임.[58)]

56) MINISTÈRE DE L'AGRICULTUREET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE, Fin du broyage des poussins mâles d'ici fin 2021 : les ministres allemand et français mobilisent les acteurs des filières avicoles pour accélérer la dynamique de développement et de déploiement d'alternatives, 2020.01.13., https://agriculture.gouv.fr/fin-du-broyage-des-poussins-males-julia-klockner-et-le-ministre-de-lagriculture-et-de-lalimentation

57) L'Usine Nouvelle, Comme le confirme un décret paru au Journal officiel dimanche 6 février, l'élimination des poussins mâles dans les couvoirs sera interdite en France à partir du 1er janvier 2023. En face, la filière œuf s'inquiète de la mise en œuvre et des coûts de cette mesure., 2021.07., https://www.usinenouvelle.com/article/les-inquietudes-de-la-filiere-oeuf-face-a-l-interdiction-de-l-elimination-des-poussins-males.N1147617

58) Question N° 4180(Nicolas Thierry), 16ème législature Assemblée nationale, 2023.01.21., https://questions.assemblee-nationale.fr/q16/16-4180QE.htm

[그림 24] 프랑스의 수평아리 도태 면책 사유 Q&A

- 번식을 목적으로 하는 Gallus gallus 종의 병아리 또는 푸아그라 생산을 위한 암컷 새끼 오리
- 동물 사료용 병아리(예: 맹금류, 뱀 등), 또는 달걀이 가축 사료에 사용되는 계통의 병아리
- 흰 달걀에서 나온 수평아리
- 성 감별 오류 또는 부상으로 생존이 불가능한 암평아리로 인해 발생한 갈색 병아리
- 과학적 목적, 특히 제약 산업 또는 수의학 진단 목적으로 사용되는 병아리

출처: 프랑스 동물복지의장

4) 기타 국가

가) 오스트리아의 관련 법

○ 오스트리아에서는 2021년 기준 매년 2,100만 마리의 산란계 병아리가 태어나고 있으며, 이 중 50%인 암평아리만 달걀 생산을 위해 이용되고 있음. 산란계 수평아리는 육용으로 전환되지 못할 경우 다른 동물의 먹이나 사체 상태로 비료, 화학 산업 등에 이용되고 있음.

[그림 25] 오스트리아의 병아리의 활용

출처: Land schafft Lenben

○ 2013년 유기농 브랜드 'Ja! Natürlich'의 출시와 함께 병아리를 잔인하게 죽이는 것에 대한 대안으로 살을 찌우거나, 이중 목적 닭의 품종 개발을 위한 실험적인 프로젝트 "Haushuhn und Gockelhahn"가 진행된 바 있음. 이후 2015년에도 부화장 2곳과 유기농업협회, 식품소매업은 수평아리 도태를 중단하기로 협의하였음. 이의 구체적 실행 방안으로 사육 품종의 전환(예: 로만 브라운(Lohmann Brown) → 로만 샌디(Lohmann Sandy))이 있음.[59]

○ 오스트리아 연방정부는 2022년 수평아리 도태를 금지 법안이 2022년 5월 19일 제안되었고, 2022년 7월 28일에 개정된 법이 공포되었음.[60] 오스트리아「동물보호법」§ 6 (2a)에서는 살아있는 병아리를 분쇄하는 것과 생존할 수 있는 병아리를 식용 목적 외로 죽이는 것도 금지하고 있음. 또한 이와 관련하여 지역 관할청에서 해당 업체의 법 준수 여부를 확인할 때 부화장은 증거를 제출해야 함. 동법 § 6 (2b)에서는 달걀의 성 감별은 산란 후 14일 이내에만 가능하며, 7일 이후부터는 마취 후에 성 감별이 가능하다고 명시되어 있음. 한편 동물의 먹이로 이용되는 경우, 오스트리아에서도 수평아리 도태의 예외적 상황으로 적용되고 있음.[61]

[그림 26] 오스트리아의 수평아리 도태 금지법

§ 6. 동물의 도살 금지 조항
(1) 합리적인 이유 없이 동물을 죽이는 행위는 금지된다.
(2) 음식이나 기타 제품을 위해 개나 고양이를 죽이는 행위는 금지된다.
(2a) 살아있는 병아리를 분쇄하는 행위는 금지된다. 생존 가능한 병아리를 죽이는 것도 식품생산 목적에 사용하지 않는 한 금지된다. 부화장은 관할 당국의 요청이 있을 경우 언제든지 관련 자료를 제출해야 한다.
(2b) 배아 단계의 병아리 성 감별은 14일 이후에는 금지되며, 7일령부터는 마취를 통해 성 감별이 허용된다.
(3) 교육, 훈련 및 추가 훈련을 목적으로 동물을 죽이는 것은 과학 기관의 과학적 목적에서만 허용되며, 대체할 만한 방법이 없는 경우에만 허용된다.
(4) 제1항 및 제2항의 금지에도 불구하고 척추동물의 임의 도살은 수의사에 의해서만 수행될 수 있으며, 다음의 경우에는 적용되지 않는다.
1. 농장 동물 및 사료용 동물의 전문적 살처분(§ 32)에는 적용되지 않는다.
<이하 생략>

출처: 오스트리아「동물보호법」

나) 이탈리아의 관련 법[62]

○ 이탈리아 정부는「유럽대표단법」(European Delegation Act 2021) 제18조에서 '동물의 도살 시 보호에 관한 유럽연합의 규정(EC n.1099/2009)'에 따라 수평아리 도태 금지에 관한 내용을 다루고 있음.

○ 유럽연합 EC n.1099/2009는 동물의 도살 시 동물 보호에 관한 내용을 규정하고 있음. 동물

59) VIER PFOTEN in Österreich, Pionierprojekt „Haushuhn und Gockelhahn", 2023.11.15., https://www.vier-pfoten.at/kampagnen-themen/themen/nutztiere/pionierprojekt-eintagskueken
60) Tierschutzgesetz, Tiertransportgesetz, Änderung (2586/A), Parlament Österreich https://www.parlament.gv.at/gegenstand/XXVII/A/2586?selectedStage=105
61) TSchG Verbot der Tötung, Tierschutzgesetz, Jusline, https://www.jusline.at/gesetz/tschg/paragraf/6
62) Legge di delegazione europea 2021. (22G00136), Presidenza del consiglio dei Ministri, https://www.normattiva.it/uri-res/N2Ls?urn:nir:stato:legge:2022-08-04;127

을 도살할 경우 이사회 지침 93/119/EC(3)에 따라 동물 보호를 위한 최소 사항들을 준수해야 함.

- 이에 이탈리아 정부는 법률로서 규정된 질병 등의 경우를 제외하고, 2026년 12월 31일까지 산란계 수평아리의 도태 금지를 목표로 구체적이고 점진적인 조치를 제공해야 함. 또한 부화업계의 기술 도입 등 현실적 상황을 고려하여 충분한 시간을 보장할 필요가 있다고 명시되어 있음.
- 법은 수평아리의 부화 전 난 내 성 감별을 할 수 있는 기술 개발과 도입, 수평아리 도태 관행을 대체할 만한 혁신적인 또 다른 기술의 연구를 장려해야 한다고 설명하고 있음. 이에 관할 보건 당국은 적절한 지원과 정책을 추진해야 함.
- 단 해당 법의 경우 병아리의 성별을 감별할 수 없는 상황이거나, 성별 오류가 발생한 경우, 기계 오작동으로 인해 중단된 긴급상황에는 적용되지 않음. 또한 사람의 건강과 안전을 위해 하는 상황이나 과학 실험 등도 면책 사유로 인정됨.

[그림 27] 이탈리아의 수평아리 도태 금지법

제18조

도살 시 동물 보호에 관한 규정 (EC) 제1099/2009호의 이행을 위한 정부에 대한 위임

1. 정부는 2012년 12월 24일 법률 제234호 제31조에 명시된 절차에 따라 관할 의회 위원회의 의견을 수렴하여 이 법의 발효일로부터 12개월 이내에 2009년 9월 24일의 이사회 규정(EC) 제1099/2009호를 이행하기 위해 하나 이상의 입법령을 채택하도록 위임받았다.
2. 제1항에 언급 된 권한 위임을 행사할 때 정부는 2012년 12월 24일 법률 제234호제32조에 명시된 일반적인 지침 원칙 및 기준 외에도 다음과 같은 구체적인 원칙 및 기준을 준수한다.

a) **2026년 12월 31일까지 산란계 산업에서 부화 목적이 아닌 수평아리의 선택적 도태를 금지하기 위해, 구체적이고 점진적인 조치를 마련한다.** 단, 병아리 도태가 현행법상 규정된 질병 또는 동물 보호와 관련된 특정 경우는 제외한다.

b) 본 조의 범위에 포함되는 병아리 생산업체(부화장)의 국가 무역 협회 동참과 a)에서 언급된 규정 준수를 위해, 이행 및 기술 확보에 필요한 충분한 시간을 보장한다.

c) 수평아리 도태 중단을 위해, 부화 전 성 감별을 할 수 있는 기술의 개발과 도입을 장려하고, 유효한 대안이 될 수 있는 혁신적 기술을 장려한다.

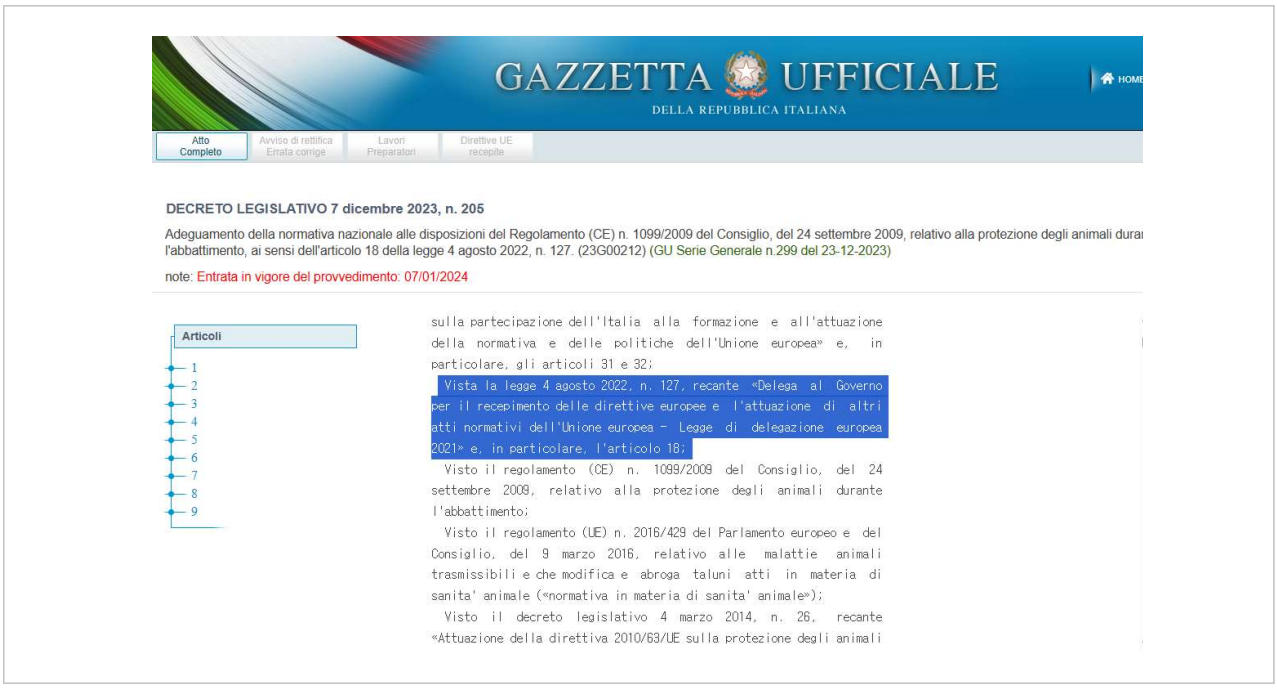
d) 동물복지 향상을 위해 c)에서 언급된 기술 개발의 장려, 도입 지원을 위한 적절한 정책을 추진한다.

e) 업체의 본 조 조항의 준수 여부를 확인하기 위해, 지역 관할 보건 당국이 점검 및 조사 수행에 필요한 조치를 마련한다.

출처: 이탈리아 각료회의 의장단

- 이후 「유럽대표단법」 제18조는 2023년 12월 7일자 입법령 제205호로 이탈리아 공화국 관보에 게재됨으로써 최종 결정되었음. 이탈리아의 경우 법제화가 되기까지 사회적 인식 개선을 위한 노력이 있었으며, 십만 명 이상의 서명이 수집되었음.

[그림 28] 이탈리아 관보에 게재된 「유럽대표단법」제18조


GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

Atto Completo | Avviso di rettifica Errata corrige | Lavori Preparatori | Direttive UE recepite

DECRETO LEGISLATIVO 7 dicembre 2023, n. 205

Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del Regolamento (CE) n. 1099/2009 del Consiglio, del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durai l'abbattimento, ai sensi dell'articolo 18 della legge 4 agosto 2022, n. 127. (23G00212) (GU Serie Generale n.299 del 23-12-2023)

note: Entrata in vigore del provvedimento: 07/01/2024

Articoli
1
2
3
4
5
6
7
8
9

sulla partecipazione dell'Italia alla formazione e all'attuazione della normativa e delle politiche dell'Unione europea» e, in particolare, gli articoli 31 e 32;

Vista la legge 4 agosto 2022, n. 127, recante «Delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti normativi dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2021» e, in particolare, l'articolo 18;

Visto il regolamento (CE) n. 1099/2009 del Consiglio, del 24 settembre 2009, relativo alla protezione degli animali durante l'abbattimento;

Visto il regolamento (UE) n. 2016/429 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2016, relativo alle malattie animali trasmissibili e che modifica e abroga taluni atti in materia di sanita' animale («normativa in materia di sanita' animale»);

Visto il decreto legislativo 4 marzo 2014, n. 26, recante «Attuazione della direttiva 2010/63/UE sulla protezione degli animali

출처: GAZZETA UFFICALE

- 한편 이탈리아 슈퍼마켓 체인인 쿠프(Coop)는 2019년 “오늘부터 우리 쿠프 브랜드의 신선한 달걀 공급망에서 수컷 병아리를 구할 것”이라고 설명하며, 수평아리를 죽이지 않는 농장에서 나온 달걀만을 유통할 것이라는 계획을 밝혔음.[63] 쿠프는 이전 2002년부터 이탈리아 최초의 유기농 달걀의 공급망으로, 케이지가 아닌 방목형 농장에서 생산된 달걀을 판매해 왔음.
- 이후 쿠프는 2021년 9월부터 실행에 옮겼음. 쿠프의 품질 이사인 Renata Pascarelli는 “Coop는 수평아리 도태를 피하기 위한 동물 평등 캠페인이 참여했습니다. 이 과정은 독일에서 이미 테스트되었으며, 우리가 사용하는 시스템은 전적으로 이탈리아에서 이루어지며, 우리 암탉은 모두 이탈리아산입니다. 현재 새끼들이 번식 중이며 9월 말부터 알을 낳기 시작할 예정입니다. 이러한 방식으로 동물 학대가 없는 농장의 달걀이 이탈리아 전체에 공급할 수 있을 것입니다.”라고 하였음. 이어 공급망에 대한 비용 상승과 소비자의 인식에 대해 언급하였음.[64]

63) IL POST, Cosa vuol dire che Coop “salva il pulcino maschio”, 2019.04.05. https://www.ilpost.it/2019/04/05/coop-salva-pulcino-maschio/
64) Maria Teresa Manuelli, Le uova Coop sono «cruelty free»: stop alla soppressione dei pulcini maschi, ,ItalyX, 2021.07.14., https://www.ilsole24ore.com/art/le-uova-coop-cruelty-free-stop-soppressione-pulcini-maschi-AEPiUvW

[그림 29] 이탈리아 쿠프(Coop)의 달걀 판매 홍보

수평아리를 구하는 쿠프(Coop)

출처: IL POST

라. 수평아리 도태 방지 연구 및 기술

○ 수평아리 도태는 동물 학대 문제와 비윤리적 문제를 야기하고 있어, 현재 여러 국가에서 수평아리 도태를 중단하기 위한 다양한 기술적 연구가 이루어지고 있음. 본 보고서는 독일연방농식품부(BMEL)의 자금 지원을 받아 독일 라이프치히 대학 외 기관에서 연구한 'Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods'의 내용을 토대로 작성하였음.

1) 관련 연구 및 기술

가) 산란계 수평아리의 용도 전환

(1) 수평아리 살찌우기[65]

○ 앞에서 살펴본 바와 같이 산란계와 육계의 유전적 선택에서 많은 차이를 보이고 있음. 사료 소비와 성장률, 영양 활용이나 식욕 조절 호르몬에서도 차이가 있으며, 성계의 지방 조직이나

65) Mirjam Koenig, Gisela Hahn, K. Damme and M. Schmutz, Utilization of laying-type cockerels as coquelets": Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition., Arch.Geflügelk., 76(3),197-201, 2010.11.25.,

근육 발달에도 차이가 있음. 이러한 차이가 있음에도 불구하고, 수평아리를 경제적 활용 가치를 높일 방안에 관한 연구는 필요함.

- Mirjam Koenig, Gisela Hahn(2010)는 독일의 산란품종인 Lohmann Brown(이하 LB)과 Lohmann Selected Leghorn(이하 LSL)을 대상으로 육계 표준 사료(standard diets for broilers, 이하 BD)와 산란계 표준 사료(standard diets for laying-hens, 이하 LHD)를 급여하여 49일간의 사육 이후 도체의 중량과 조직 구성에 대해 비교 분석하였음.
- 연구 결과 사료 BD가 LHD보다 비육 효과는 좋았음. BD그룹은 LHD보다 사료 섭취량이 약간 적었지만 체중은 더 증가하였음. 이는 사료 BD의 단백질 함량이 높고 대사 에너지가 높은 특수 사료 구성으로 설명될 수 있음. 또한 연구 결과는 BD를 공급함으로써 사료전환율(feed conversion rate, FCR)을 개선할 수 있다는 가능성도 보여주고 있음.

[그림 30] 품종과 사료에 따른 수평아리의 체중 증가 및 사료전환율

Parameter	Genotype (품종)			Diet (사료유형)			Genotype × Diet
	LB (SEM)	LSL (SEM)	P	BD (SEM)	LHD (SEM)	P	P
Feed intake (g)	1551 (16.1)	1564 (16.1)	0.581	1521 (16.1)	1594 (16.1)	0.05	0.553
Weight increase * (g)	640[a] (8.68)	579[b] (8.68)	< 0.001	647[a] (8.68)	572[b] (8.68)	< 0.001	0.152
FCR ** (g feed/g increase)	2.43[a] (0.03)	2.73[b] (0.03)	< 0.001	2.35[a] (0.03)	2.81[b] (0.03)	< 0.001	< 0.008

Data with no common superscripts are different with P < 0.05
LB = Lohmann Brown, LSL = Lohmann Selected Leghorn; BD = broiler diet, LHD = laying hen diet

* 품종과 사료유형에 따른 도체 중량의 증가 차이는 p-값 0.001 이하로 통계적으로 유의미함.
** 품종과 사료유형, 두 요인의 교호작용에 따른 사료전환율(FCR)의 차이는 통계적으로 유의미함.

출처: Mirjam Koenig et al.

- 한편 품종 LB가 LSL보다 육계로서 더 적합한 조직 구성을 보여주고 있어, 도체의 조직 구성은 사료보다 품종의 영향이 큰 것으로 나타남.

[그림 31] 품종과 사료에 따른 수평아리의 조직 구성 비율

Parameter	Genotype (품종)			Diet (사료유형)			Genotype × Diet
	LB (SEM)	LSL (SEM)	P	BD (SEM)	LHD (SEM)	P	P
Meat (%) *	66.4[b] (0.2)	67.3[a] (0.2)	< 0.001	66.9 (0.2)	66.7 (0.2)	0.40	0.63
Bones (%) *	19.6[b] (0,2)	18.1[a] (0.2)	< 0.001	18.7 (0.2)	19.0 (0.2)	0.16	0.86
Skin/fat (%)	8.35 (0.13)	8.49 (0.13)	0.43	8.67[b] (0.13)	8.18[a] (0.13)	0.008	0.76
Tendons (%) **	2.77 (0.07)	2.68 (0.07)	0.36	2.65[a] (0.07)	2.81[b] (0.07)	0.11	< 0.001

Data with no common superscripts are different with P < 0.05
For each group, 60 chicken are pooled in 5 replicate batches of 12 from separate compounds
LB = Lohmann Brown, LSL = Lohmann Selected Leghorn; BD = broiler diet, LHD = laying hen diet

* 품종에 따른 조직 구성(Meat, Bones)의 차이는 p-값 0.001 이하로 통계적으로 유의미함.
** 두 요인의 교호작용에 따른 힘줄(Tendon)의 차이는 p-값 0.001 이하로 통계적으로 유의미함.

출처: Mirjam Koenig1 et al.

❍ 현재까지는 산란계 수평아리를 육계로의 완전 전환에는 어려움이 있음. 산란계 수평아리는 육계보다 성장까지 더 많은 시간을 소요하고, 더 많은 사료가 필요하여, 아직은 동물복지제품 수요자를 대상으로 한 틈새시장의 일환으로 간주되고 있을 뿐임.[66] 그럼에도 불구하고 동물 생산에서 윤리적 문제 해결을 위해, 산란계 수평아리를 살찌우게 할 적합한 사육 방법을 하나의 대안으로 고려해야 함.

(2) 이중 목적 품종의 닭[67][68][69]

❍ 이중 목적의 닭은 산란계와 육계를 교배하여 상업적으로 판매되는 사육라인으로, 육용과 산란용 사이의 절충된 품종을 의미함. 대표적 품종으로 로만 듀얼(Lohmann Dual)이 있음.

❍ 이중 목적 품종의 닭은 일반 산란계 보다 사료 섭취량이 더 많아, 사료 비용이 일반 산란계 보다 최대 50%로 더 높은 것으로 계산됨.[70] 로만 듀얼의 경우 로만 브라운보다 하루 20g의

66) M.-E. Krautwald-Junghanns et al., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods, Poultry Science 0:1-9, 2018.06.17., http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex389
67) Mirjam Koenig1, Gisela Hahn1, K. Damme and M. Schmutz, Utilization of laying-type cockerels as coquelets“: Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition., Arch.Geflügelk., 76(3),197-201, 2010.11.25.,
68) LOHMANN, LOHMANN DUAL-Layer and Broiler at the very same time, Poultry News., 2013.02., https://lohmann-breeders.com/lohmann-dual-layer-and-broiler-at-the-very-same-time/
69) Icken, W., M. Schmutz, D. Cavero, and R. Preisinger. 2013. Dual purpose chicken: the breeder's answer to the culling of day-old male layers. Proc. 9th European Symposium on Poultry Welfare, Uppsala, Sweden.
70) M.-E. Krautwald-Junghanns et al., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods, Poultry

사료를 더 먹으며, 68주 동안 달걀 생산도 40개 적음. 이는 로만 브라운의 산란능력의 86.2%에 해당함. 또한 달걀 무게도 가벼워 전반적으로 로만 듀얼의 산란능력은 떨어짐.

- 암탉의 경제적 비용을 비교하면, 사료 100kg당 35유로(한화 약 51,940원, 2024.04.기준) 로 가정하였을 때 68주령까지 암탉의 사육 비용은 3유로(한화 약 4,450원, 2024.04.기준)가 더 높으며, 달걀 생산 능력까지 고려하면 수익의 차이는 한 마리당 6유로(한화 약 8,900원, 2024.04.기준)로 계산됨. 로만 듀얼 암탉의 경우 이와 같은 비용 차이로 인해 구매자의 달걀의 구매 비용은 상승할 수밖에 없음.

[표 6] 로만 듀얼의 암탉 경제성 비교(마리당)

	로만 브라운(암탉)	로만 듀얼(암탉)
달걀 생산 개수/ 68주	290	250
사료량/ 1일	120g	140g
생산 시 사료소비량	40kg	47kg
사육 시 사료소비량	6kg	8kg
수익	€24	€21
사료비 포함 사육비용	€16	€19
수익-사육비용	**€8**	**€2**

- 산란계에서 로만 듀얼 품종을 사육할 경우 어느 정도 비용 손실은 발생할 수밖에 없음. 하지만 산란 종료 이후 육계로 활용함으로써 어느 정도 손실을 상쇄시킬 수 있음.

[그림 32] 도체의 비교

로만 브라운 로만 듀얼 일반 육계

출처: LOHMANN

- 로만 듀얼 수평아리에 70일 동안 육계 사료를 먹일 경우, 수평아리의 도체 중량이나 고기 품질 면에서 양호한 결과를 보여줌. 비육 수준 또한 양호하여 70일령의 체중은 3.5kg에 달함. 한편 사료 소비량과 사료 비용은 로만 브라운보다 높지만, 로만 듀얼의 사료전환율은 1.6배 뛰어나고 단위 무게(kg)당 수익도 높아 육용으로의 활용 시 손실이 보완할 수 있음.

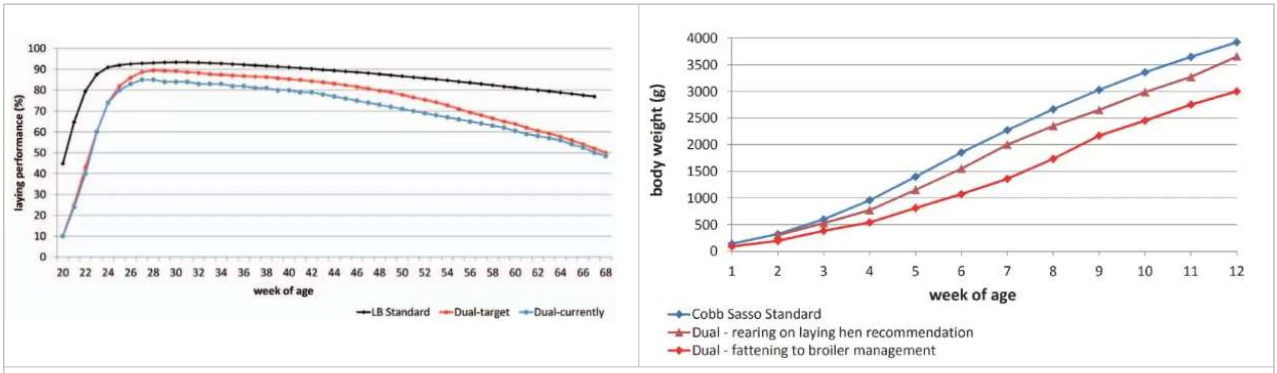
Science 0:1-9, 2018.06.17., http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex389

[표 7] 로만 듀얼의 수탉 경제성 비교(마리당)

	로만 브라운(수탉)	로만 듀얼(수탉)
70일령의 체중	1.4kg	3.5kg
사료전환율(FCR)	1:4	1:2.5
사료소비량	5.5kg	7.5kg
수익/kg	€0.7	€1.0
사료비용	€2.2	€3.0
수익/마리당	€1.0	€3.0
수익-사료비용	-€1.2	€0.0

○ 수평아리 도태 중단을 위해 독일 등 여러 국가에서 이중 목적 닭에 관한 연구는 중장기적으로 진행되고 있음. 사료나 사육환경뿐만 아니라, 비육에 영향을 줄 수 있는 요인도 다양하고 동물의 생애주기를 고려하면 단기간에 성과를 얻기는 어려움. 따라서 산란능력과 적절한 비육 수준을 확보할 수 있는 지속적 연구 개발이 필요함.

[그림 33] 로만 브라운의 산란능력*과 체중**



*왼쪽 그래프는 로만 브라운(산란계, 검은색)과 로만 듀얼(이중 목적 품종, 파란색)의 산란능력을 비교함.
**오른쪽 그래프는 코브(육계, 파란색)와 로만 듀얼(이중 목적 품종, 붉은색)의 체중을 비교함.

출처: LOHMANN

나) 비광학적 방법의 성 감별[71)]

○ 수평아리 도태 방지를 위한 방법으로, 부화 전 달걀 상태에서 성을 감별하여 처리하는 것이 있음. 단 이러한 기술들은 시장성을 확보하기 위해 아래의 조건을 충족해야 함.

71) M.E. Krautwald-Junghanns et al., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods, Poultry Science 0:1-9, 2018.06.17., http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex389

☑ 성 감별은 배아가 고통을 느낄 수 없는 시기에 이루어져야 함.
☑ 기술은 신속하고 정확해야 함.
☑ 기술 보급을 위해 경제적이어야 함.
☑ 기술 적용이 부화율이나 동물 건강에 부정적 영향을 미치지 않아야 함.

(1) 달걀 외형에 대한 형태 계측 연구

- Imholt(2010)는 달걀의 형태와 성별 사이에 연관성을 밝히기 위해, 1,223개의 표본을 대상으로 최대 길이와 최대 지름을 측정하였음. 측정 결과 달걀마다 형태적 차이가 있지만, 이것이 성별과의 연관성이 있다는 사실을 밝히지는 못했음.
- Yilmaz-Dikmen, S.Dikmen(2013)도 유사한 연구를 수행하였음. 총 300개의 산란계 달걀을 대상으로 난의 길이, 너비, 무게를 측정한 후, 부화 후 성별을 확인하였음. 연구 결과 달걀의 무게는 성별에 큰 영향을 미치지 못하였으나, 성별에 따라 형태지수나 달걀의 길이, 폭, 부피에는 유의미한 차이를 보였음.[72]
- 아래 그림에서는 달걀의 형태지수와 달걀의 너비가 클수록 암평아리일 가능성이 높음을 보여주고 있음. 형태지수 SI=(W/L, W=달걀의 너비, L=달걀의 길이) × 100으로, 이는 모양이 둥글고 넓은 알이 암평아리로 부화할 가능성이 높다는 것을 의미함. 형태지수의 경우 p-값 0.001로 매우 유의미함.

[그림 34] 달걀의 형태지수, 너비와 성별

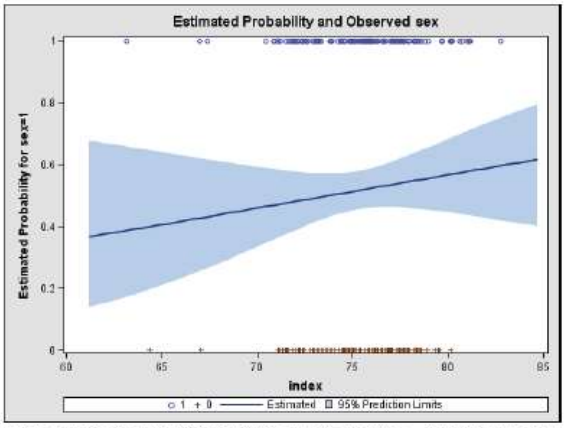


Figure 1: Estimated probability of hatching Female chick (sex = 1) versus shape index of the hatching egg.

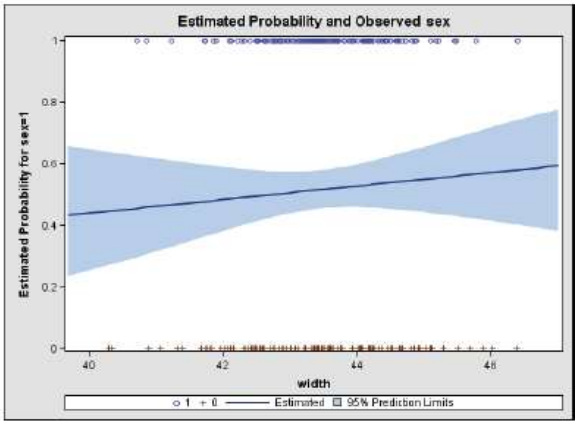


Figure 2: Estimated probability of female chick sex versus width of the hatching egg (0= male; 1= female).

출처: Yilmaz-Dikmen et al.

72) Yilmaz-Dikmen, B., and S. Dikmen. A morphometric methodof sexing white layer eggs. Braz. J. Poult. Sci. 15:203-210. 2013.

○ 반면 달걀의 길이가 길수록 암평아리일 가능성은 작음. 이는 p-값 0.05 수준에서 통계적으로 유의미함.

[그림 35] 달걀의 길이와 성별

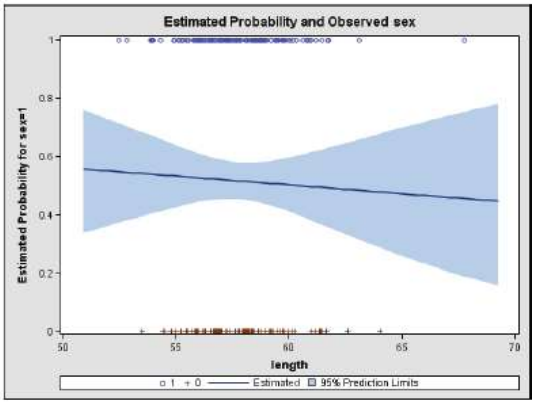


Figure 3: Estimated probability of female chick sex versus length of the hatching egg (0= male; 1= female).

출처: Yilmaz-Dikmen et al.

○ 아래 그림은 달걀의 무게, 부피와 성별의 연관성에 대해 보여주고 있음. 달걀의 무게는 성별과 연관성이 낮으나, 부피가 증가함에 따라서는 암평아리일 가능성이 약간은 높아졌음. 오즈비(odds ratio, OR)는 1.005이며, 부피에 따른 성별의 차이는 p-값 0.004로 통계적으로 유의미함.

[그림 36] 달걀의 무게, 부피와 성별

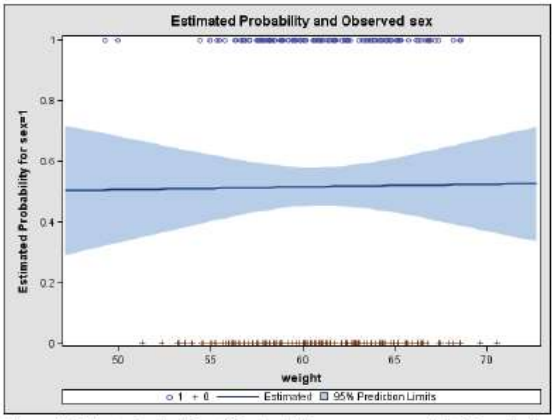


Figure 4: Estimated probability of female chick sex versus egg weight (0= male; 1= female).

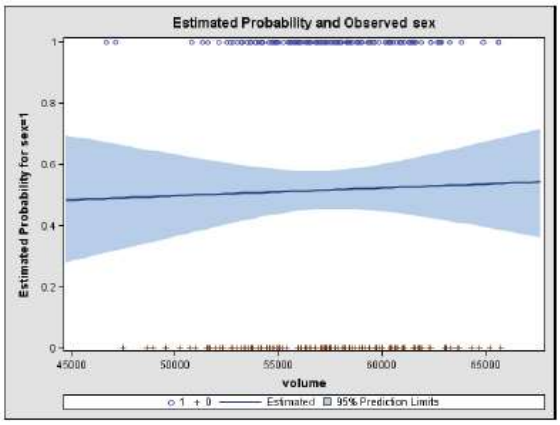


Figure 5: Estimated probability of female chick sex versus egg volume (0= male; 1= female).

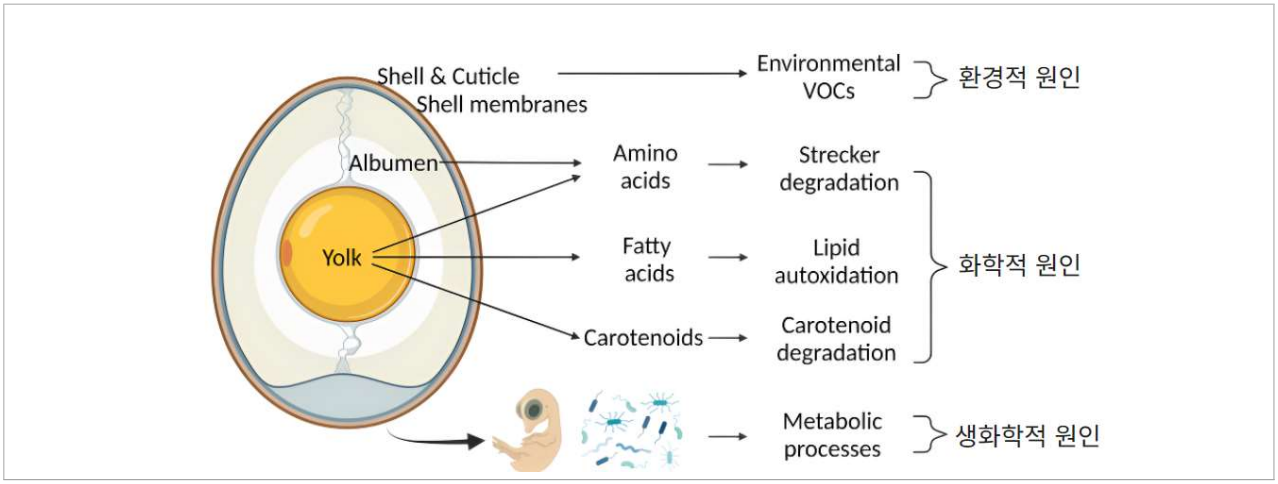
출처: Yilmaz-Dikmen et al.

○ 연구 결과 성별에 따라 달걀의 형태적 특징에 차이가 있다고 볼 수 있으나 경향성만으로는 성별을 정확하게 판단할 수는 없어, 실질적 기술 적용에는 어려움이 있음.

(2) 달걀의 휘발성 물질

- Webster 외(2013)는 달걀의 휘발성 물질(Volatile organic compound, VOC)은 가임란과 불임란에 따라 다를 뿐 아니라, 성별을 예측할 수 있는 기준이 될 수 있다고 하였음. 또한 Whittaker 외(2011)도 조류 악취 호르몬 관련 성분인 2-운데칸온(2-Undecanone)은 수컷과 암컷 배아에서 차이가 있다고 하였음.
- 이러한 휘발성 물질은 환경(예: 달걀 껍데기), 화학적(예: 아미노산, 지방산 등의 분해), 생화학적(예: 배아의 대사 과정에서 발생) 원인에 의해 발생할 수 있음. 휘발성 물질을 측정하기 위해서는 특정 시간 동안 배양 후, 헤드스페이스(Headspace)[73] 분석을 수행함.[74]

[그림 37] 달걀의 휘발성 물질



출처: BioRender.com

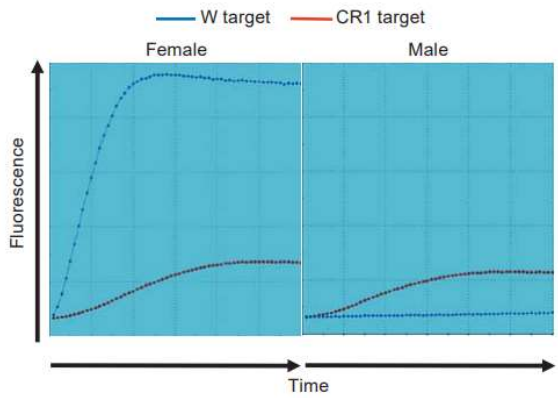
- 하지만 M.E. Krautwald-Junghanns은 현재까지 냄새를 가지고 달걀의 성을 감별하기에는 데이터가 부족하다고 하였음.

(3) 분자 성별 분석

- Clinton 외(2016)는 소량의 원료를 사용하여 배아의 성별을 신속하게 감별할 수 있는 방법을 개발하였음. 이 기술은 열 안정성의 구조 특이적인 고세균(archaebacteria)의 FEN(flap endonuclease)을 활용하여, 특정 부위의 핵산 분자를 절단하여 성을 감별하는 기술임. 소량의 전혈 또는 세포를 이용하여 5분~15분 만에 성을 감별할 수 있음.[75]

73) 헤드스페이스: 고체 또는 액체 샘플과 관련된 휘발성 물질을 샘플링하고 검사하는 기술 (K.Cadwallader et al.)
74) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1
75) Clinton, M., S. Nandi, D. Zhao, S. Olson, P. Peterson, T. Burdon, and D. McBride. Real-time sexing of chicken embryos and compatibility with in ovo protocols. Sex. Dev. 10:210-216. 2016.

[그림 38] 분자 성별 분석



* 암컷 또는 수컷 샘플에서 생성된 형광 신호를 보여주는 플레이트 판독기의 스크린샷. 암컷 특정 프로브(W 표적)에서는 파란색으로 표시되고, 양 성별에 공통 반복 서열(CR1 target)의 신호는 빨간색으로 표시됨.

출처: Micheal Clinton et al.

○ 하지만 해당 연구는 척추동물 배아에 특정 실험 처리를 하였을 때, 발달에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험으로, 높은 전문성을 필요로 함. 따라서 이 기술을 산업에서 실질적으로 활용하기에는 어려움이 있음.

(4) 요막액의 추출[76]

(가) A. Weissmann 외의 연구

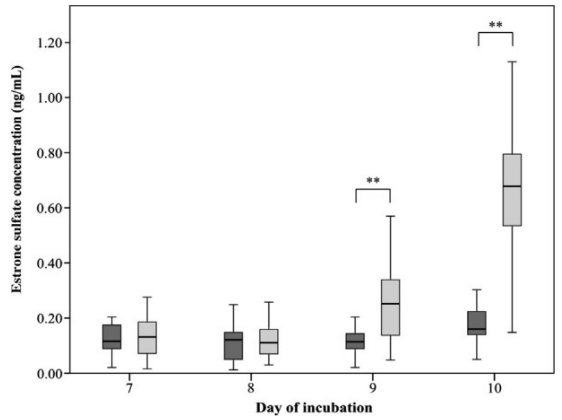
○ A. Weissmann 외(2013)는 산란 후 9일째 요막액에서 에스트론 설페이트(estrone sulfate, 이하 E1S)의 농도를 측정하여 성을 감별하는 방법을 개발하였음. 수평아리의 배아는 암평아리에 비해 호르몬의 수치가 현저히 낮은 것으로 관찰되었으며, 결과의 정확도는 98%이었음.

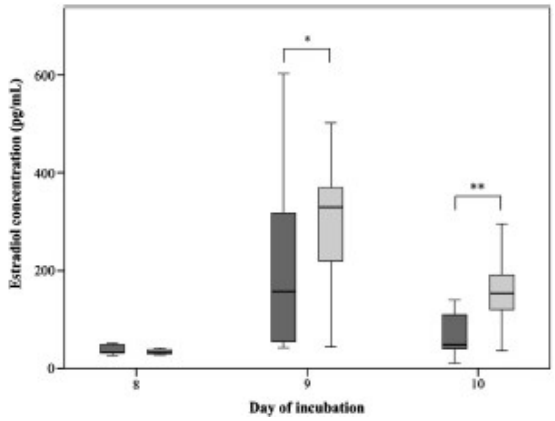
○ 아래 결과를 보면, 7일령과 8일령의 요막액 E1S의 농도는 성별에 따라 유의미한 차이를 보이고 있지 않지만, 9일령 수평아리(중앙값=0.110)와 암평아리(중앙값=0.312)의 에스트로젠 설페이트 농도는 p-값 0.001이하의 수준으로 분명한 차이를 보임.

○ 에스트라디올(estradiol)의 농도의 경우 사분위값의 범위가 넓어 9일령까지는 성별을 감별하기에는 무리가 있음. 하지만 10일령부터 수평아리(중앙값=104.4)와 암평아리(중앙값=156.7)의 농도 차이가 p-값 0.001이하의 수준으로 통계적으로 유의미한 결과를 보여줌. 반면 테스토스테론(testosterone)의 경우 7일령~10일령의 수컷과 암컷의 호르몬 농도 차이는 유의미한 결과를 보이지 않았음.

76) A. Weissmann, S. Reitemeier, A. Hahn, J. Gottschalk, and A. Einspanier. Sexing domestic chicken before hatch: a new method for in ovo gender identification. Theriogenology 80: 199-205., 2013.

[그림 39] 성별에 따른 요막액의 에스트론 설페이트(E1S), 에스트라디올 농도





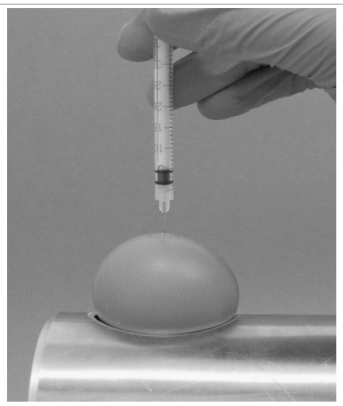
에스트론 설페이트(E1S) 농도	에스트라디올 농도

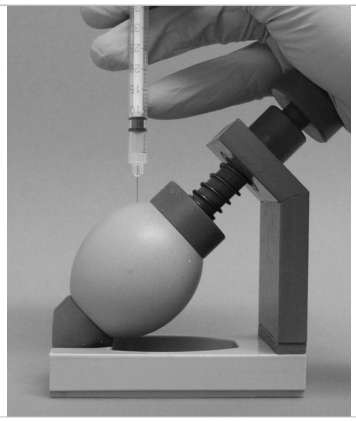
* 수컷의 호르몬 농도(어두운 회색)와 암컷의 호르몬 농도(밝은 회색)를 나타낸 박스플롯
** 성별에 따라 통계적으로 유의미한 차이를 보이는 경우

출처: A.weissmann et al.

○ 결과적으로 E1S는 에스트라디올보다 성 감별에 더 신뢰할 수 있는 표지자이며, 샘플 채취와 분석 과정에서 시간이 덜 소요되어 가장 활용 가능성이 높은 호르몬 바이오 마커로 평가되고 있음.[77] 문제는 처리한 실험군은 대조군에 비해 부화율이 감소하였다는 점임. 아래 그림 위치 A의 경우 9일령에는 19%p(실험군 54%, 대조군 73%), 10일령에도 19%p(실험군 64%, 대조군 83%)의 차이를 보이고 있으며, 위치 B의 경우 A와 유사한 정확도를 가지고, 비교적 높은 부화율(실험군 80%, 대조군 81%)을 보였음.

[그림 40] 요막액의 표본 추출 방법





요막액의 표본을 추출하는 방법 A	요막액의 표본을 추출하는 방법 B

출처: A.weissmann et al.

77) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1

○ 독일 Seleggt사의 기술 개발은 해당 연구를 바탕으로 함.

(나) Seleggt사(Seleggt GmbH, Cologne, Germany)[78]

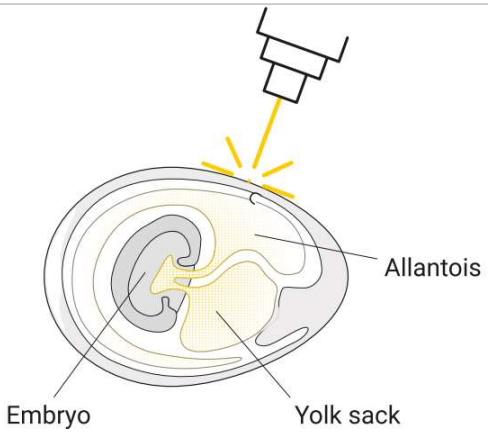
○ 식품생산 기술 분야의 HatchTech와 유통·판매 분야의 REWE 그룹은 Seleggt(2017)와 Respeggt(2019)를 공동으로 설립하여 수평아리 도태 중단을 위한 기술 개발을 하였음.

Circuit	→	The Lab	→	The sorter
요막액의 추출		PCR 검사		암평아리만 부화시킴

○ 장비 회로(Circuit)는 산란 후 9일째 달걀껍데기에 0.3mm(0.1인치) 구멍을 만드는 레이저를 작동시킴. 그런 다음 알에서 최소량의 요막액을 추출하여 특허받은 마커(Marker)에 떨어뜨리고, 구멍은 밀폐시킴. 이 과정은 달걀 내부가 손상되지 않도록 최소 침습적인 방법으로 수행되어야 함.

[그림 41] Seleggt사의 요막액의 추출 방법

요막액 추출 모습



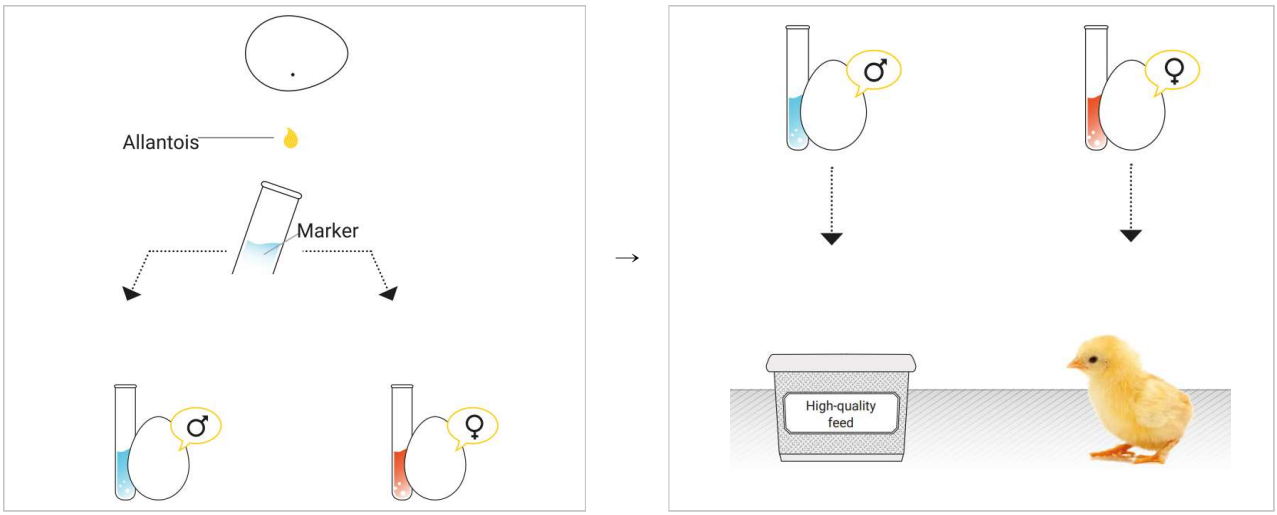
요막액 추출 모식도

출처: Respeggt

○ 추출액을 PCR 검사로 성을 감별한 후 자동으로 분류하여, 수평아리 달걀은 사료로 활용되며 암평아리 달걀만 부화시킴. Matthias Corion 외(2023)의 연구에 따르면, 해당 기술은 97%의 정확도를 보이고 있으며, 시간당 3,000개의 처리가 가능한 모듈식 시스템임.

78) Respeggt group, Let's end chick culling together, 2024.

[그림 42] Seleggt사의 난 내 성 감별 모식도



출처: Respeggt

(다) PLANTegg사(PLANTegg GmbH, Kiel, Germany)[79]

- 2020년 PLANTegg는 EW그룹의 자회사인 Ter Heerdt(네덜란드의 부화장)와 협력을 통해 PCR 성 감별 기술 프로세스를 확립하였고, 2022년 독일 킬(Kiel)에서 2025년까지 연장계약을 체결하였음.

Access to the Egg		Processing		DNA Analysis		Sorting
레이저로 달걀에 작은 구멍을 냄	→	유전 정보가 포함된 요막액 추출	→	PCR 검사를 통해 성 감별	→	암평아리만 부화시킴

- 레이저로 달걀에 작은 구멍을 내어 요막액 몇 방울을 채취한 후 시험관에 옮김. 요막액에는 유전자 검사에 필요한 DNA가 포함되어 있음. 반응성 매질과 결합된 요막액은 PCR 검사를 통해 성을 감별할 수 있음. 감별된 암평아리는 부화시키고, 수평아리 일부는 사료와 같은 다른 목적으로 사용됨.
- 해당 기술은 활용하는 유전 정보는 쉽게 손상되지 않으며, 검사 결과는 99% 이상의 정확도를 보이고 있음. 또한 시간당 3,000개의 성 감별이 가능하여, 한 주에 360,000개의 달걀을 처리할 수 있음.[80] 하지만 60분 이상 소요되는 긴 공정시간과 소모품 비용으로 인해 시장성이 다소 떨어진다는 평가가 있음.[81]

79) The PLANTegg process, https://www.plantegg.de/en/#our-feature
80) Pressemitteilung der Plantegg GmbH vom, 2021.10.15., https://www.plantegg.de/media/plantegg_pm_pcr_test_gegen_das_kuekentoeten_v02-1.pdf
81) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1

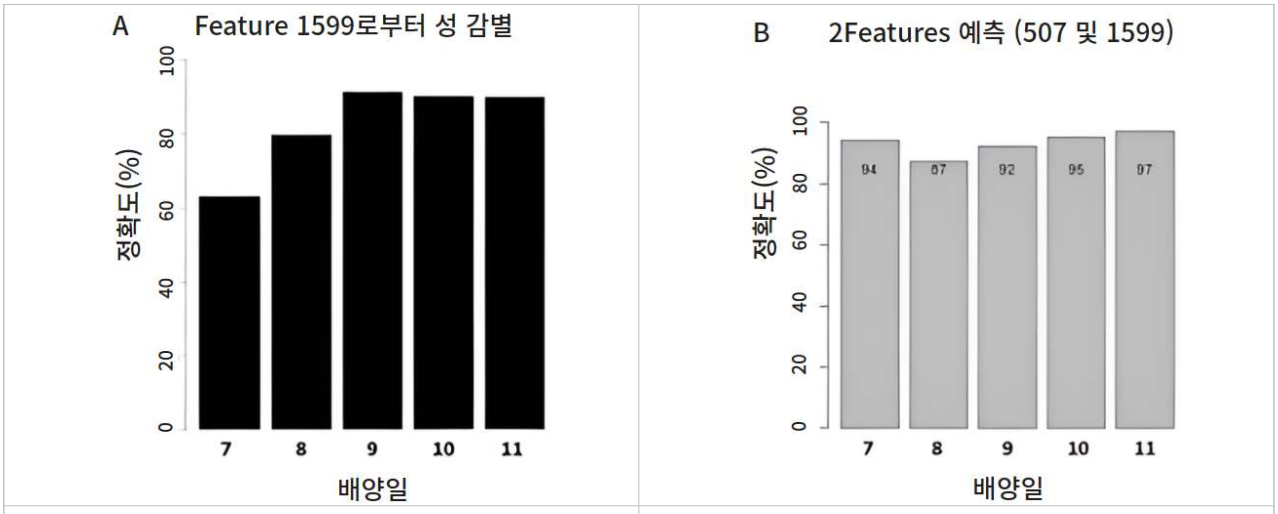
(라) In Ovo사(In Ovo BV, Leiden, Te Holland)[82]

- In Ovo사는 네덜란드 기업가 Wil Stutterheim와 Wouter Bruins의 연구 개발을 시작으로 2013년 설립되었음. 2020년 첫 수평아리 도태 없는 생산을 시작으로 2022년에는 완전 자동화된 인라인 솔루션인 'Ella'가 개발되었음.

Biomarker		Sampling		Mass Spectrometry
발달 초기 단계의 암수를 구분할 수 있는 바이오마커	→	샘플의 추출	→	질량분석법을 이용하여 암평아리만 분류, 부화시킴

- 연구자들은 비단백질성 대사산물인 3-[(2-aminoethyl) sulfanyl] butanoic acid가 암평아리에서 더 높은 농도를 보이고 있음을 확인하였고, 산란 후 9일령에는 정확도가 90% 이상임. 또한 이를 불특정 바이오마커(non-specified)를 조합하여 사용하면 정확도는 산란 후 10일령에 95% 이상으로 향상시킬 수 있음.
- 아래 왼쪽 그림에서는 단일 피처(feature)에 대한 로지스틱 회귀 모델(Logistic Regression Classification Model)[83]을 나타내며 3-[(2-aminoethyl) sulfanyl] butanoic acid 농도로 성별 예측 정확도가 95% 이상임을 보여주고 있으며, 오른쪽 그림은 두 바이오마커에 로지스틱 회귀 모델을 적용하는 경우 10일령 이후에는 95% 이상의 정확도를 보이고 있음을 나타냄.

[그림 43] In Ovo사의 '로지스틱 회귀 분류 모델'에 의한 성별 예측 정확도



단일 피처에 대한 로지스틱 회귀 분류 모델 | 2 피처의 로지스틱 회귀 모델

출처: 인 오보 홀딩 비.브이, 특허정보검색서비스 키프리스

- In Ovo사의 질량분석법(Mass spectrometry)는 정확도도 높고 DNA 분석이나 다른 기술에 비해 시료 준비나 배양이 필요하지 않아 시간당 6,500개의 빠른 처리가 가능하나, 비교적 비

82) A Groundbreaking Technology, In Ovo, https://inovo.nl/ella/
83) 로지스틱 회귀: 범주형의 종속 변수와 독립 변수의 관계를 함수로 나타내어 향후 예측이나 분류에 이용함(D.R. Cox, 1958)

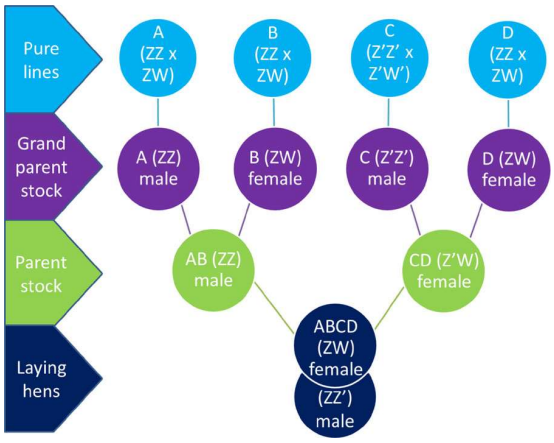
싼 운영 비용의 문제가 있음. 해당 기술은 ELISA(Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay)와 DNA 분석과 함께 산란 후 9일령에서 난 내 성 감별을 할 수 있는 상용 기술 중 하나로 평가되고 있음.[84)]

(5) 유전공학[85)]

(가) 녹색 형광 단백질의 이용

❍ 다음의 유전자 변형(Genetically Modified Oraganism) 기술은 크리스탈 해파리(Aequorea Victoria)의 녹색 형광 단백질(enhanced green fluorscent protein, 이하 eGFP)을 성염색체에 결합하여 부화 전에 수평아리를 감별하는 방법임. 아래 그림과 같이 eGFP는 외할아버지에 해당하는 'C'의 성염색체에 부착하여 다음 세대로 전달됨. 그러면 자녀 세대인 'ABCD'에서 수컷인 경우 녹색 형광 단백질이 발현될 수 있음. 참고로 아래 모식도의 경우 eGFP의 기술을 증명하기 위해 결과에 영향을 미칠 수 다른 요인들을 배제하기 위하여 순수 품종 계열로 제한되었음.

[그림 44] 유전 공학 기술의 모식도



* ZZ(수컷 닭), ZW(암컷 닭), Z' 또는 W' 염색체는 유전적으로 변형되었음.

출처: Bruijns, M. et al.

❍ 해당 기술은 달걀에 비침습적으로 부화율이 영향을 미치지 않는다는 장점이 있음. 하지만 기술 비용 등에 대해 알려진 바 없으며, 동물복지를 훼손하지 않는다고 하더라도 자연스러움(Naturalness)을 거스른다는 윤리적 문제가 있음. 동물 이용 산업에서 유전적 변형이라는 시

84) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1

85) Bruijns, M. R. N., V. Blok, E. N. Stassen, and H. G. J. Gremmen. 2Moral "lock-in" in responsible innovation: the ethical and social aspects of killing day-old chicks and its alternatives. J. Agric. Environ. Ethics 28:939-960. 2015.

도 자체만으로도 본질적 가치를 훼손한다는 비판이 있음.

[그림 45] eGFP 기술을 활용한 마우스

출처: leefilters.com

(나) eggXYt(eggXYt Ltd., Jerusalem, Israel)

- 앞의 모식도에서 설명한 바와 같이 조류의 경우 암컷은 이형 ZW, 수컷은 ZZ의 염색체를 가지고 있음. 수컷(ZZ)와 마커 유전자가 포함된 암컷(Z*W)를 교배할 경우 ZW(f), Z*Z(m)의 자손을 생산함. 따라서 마커 유전자를 보유한 수평아리와 마커 유전자가 없는 암평아리가 발생해 형광 검출 시스템으로 난 내 성 감별을 할 수 있음.
- T.J.Doran 등은 전이인자(transposon)[86] 기술을 사용하여 Z* 마커 유전자를 가진 닭을 생산함. 마커 유전자를 가진 수평아리는 형광 단백질을 통해 식별되어 부화를 중단시킬 수 있음. Offen은 형광 표지의 유전자를 이용하여 원시생식세포(Primordial germ cells, 이하 PGCs)의 형질주입(transfection) 기술을 도입하였고, 이스라엘의 eggXYt사는 유럽연합의 자금을 지원받아 해당 기술을 상용화시켰음.[87][88]

(다) 수평아리 배아의 사망 유도[89]

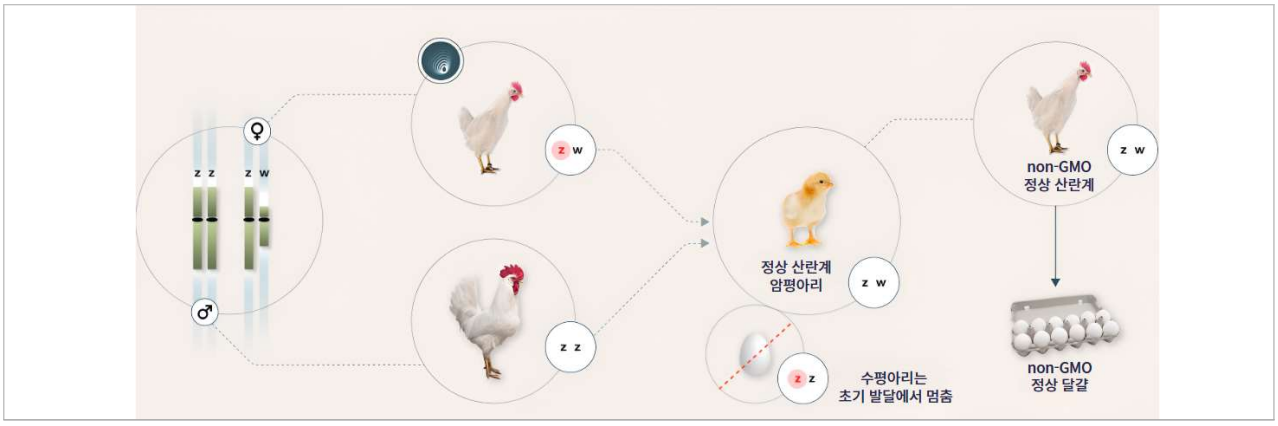
- 이스라엘 Volcani Center Agricultural Research Farming는 영국의 동물복지단체 Compassion in World Farming와의 협력으로 암탉만을 부화하는 닭을 개발하였음.[90]
- Yuval Cinnamon과 연구진은 암평아리는 유전적 영향을 받지 않으면서, 초기 수컷 배아는

86) 전이인자: 세포의 유전체상 어떤 위치에서 다른 위치로 자유로이 이동하는 DNA 단위, 이동 유전자, 전이가 일어나면 돌연변이가 생기거나 DNA의 변화가 생김.(한국식품과학회, 식품과학사전)
87) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1
88) eggXYt, https://www.eggxyt.com/
89) Poultry by Huminn, https://www.huminnpoultry.com/sexing-solution/
90) Abigail Klein Leichman,Golda, the Israeli hen that lays only female eggs, Israel21c, 2022.12.28., https://www.israel21c.org/golda-the-israeli-hen-that-lays-only-female-eggs/

발생을 멈추게 하는 암탉 '골다(Golda)'를 탄생시켰음. 이 연구는 모계의 Z 염색체는 수컷에만 전달되어 암평아리의 경우 영향을 받지 않는다는 사실을 이용하여, 달걀을 청색광에 몇 시간 동안 노출시키면 조작된 DNA가 활성화되어, 암평아리 배아는 유지하면서 수컷의 배아의 발달만 중지시킴. '골다'는 사전 시험에서도 암평아리만 부화시킨다는 사실이 확인되었었음.

- '골다'는 2021년 부화를 시작하였으며, 이 기술을 상용화하기 위해 Poultry by Huminn을 설립하였음. 업체의 설명에 따르면, 암평아리의 경우 유전적 영향을 받지 않아 유전자변형식품(Genetically modified organism, 이하 GMO)이 아닌 축산물로 유통·판매될 수 있으며, 부화하지 않은 수컷 배아의 경우 GMO가 포함되어 있지만, 현지 규정에 따라 동물 사료 등으로 활용될 수 있음.

[그림 46] 암평아리만 부화하는 암탉 '골다'



출처: Poultry by Huminn

(라) GMO 식품 금지 현황[91]

- GMO에 대한 각국의 입장은 관련 기술 보급에 영향을 끼칠 수밖에 없음. GMO의 안전성은 확보되지 못한 상황으로, 다수의 국가가 GMO 식품에 제한을 두고 있음.
- 2024년 현재 유럽연합 회원국을 비롯하여, 호주, 일본 등 64개국에서는 GMO 식품에 대한 표시를 의무화하고 있으며, 유럽연합 회원국 중 프랑스, 독일, 오스트리아, 그리스, 헝가리, 네덜란드, 라트비아, 리투아니아, 룩셈부르크, 불가리아, 폴란드, 덴마크, 몰타, 슬로베니아, 이탈리아, 크로아티아 등의 국가에서는 GMO 식품을 금지하고 있음. 또한 일부 아프리카와 아시아, 아메리카 국가에서도 GMO 식품을 금지하고 있음. 따라서 수평아리 도태 방지 기술에서 유전공학적 방법은 신중히 선택되어야 함.

다) 광학적 방법의 성 감별

91) Countries that Ban GMOs 2024, World Population Review, https://worldpopulationreview.com/country-rankings/countries-that-ban-gmos

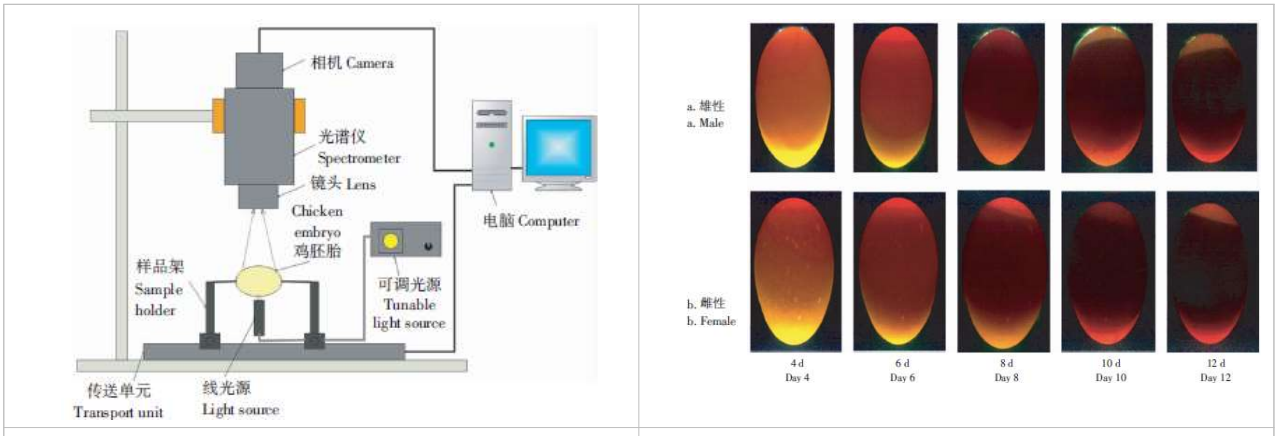
○ 형태 계측, 냄새, 호르몬, 분자나 유전공학적 방법 외에도 다양한 광학적 방법이 개발되고 있음. 광학적 방법의 가장 큰 장점은 성별을 감별할 때 달걀에 비침습적인 적용이 가능하다는 것임.

(1) 반사 분광학 및 초분광 영상(Reflectance Spectroscopy & Hyperspectral Imaging)

○ Rozenboim과 Ben Dor(2011)는 24주령의 화이트 레그혼이 낳은 450개의 달걀을 대상으로 언스크램블러 플랫폼(unscrambler platform)과 신경망 분류 모델을 활용하여 수행한 결과 10일령의 반사 분광법이 배아 중반기 성 감별에 적합하다고 하였음.[92]

○ Lei-qing Pan 외(2016)는 밀접하게 분포된 다수의 파장을 감지할 수 있는 시스템을 사용하여, 수평아리의 성 감별 기술을 연구하였음. Support vector machine(이하 SVM), Partial least square discriminant analysis(이하 PLSDA), Artifical neural network(이하 ANN)의 세 가지 모델을 활용하였으며, 결과는 산란 후 10일령의 배아에서 가장 높은 정확도를 보였음, 연구 결과 600nm~900nm의 스펙트럼 영역에서 SVM과 PLSDA의 전반적인 예측 확률이 75.00%, ANN은 82.86%로 ANN의 성별 예측 확률이 더 높았지만, 전반적으로 정확도가 떨어져 실질적인 기술 활용을 위해서는 추가적인 연구가 필요한 상황임.[93]

[그림 47] Lei-qing, P.외(2016)의 초분광 영상



Leiqing, P.외 초분광 영상 시스템 개략도 | 배아 일령에 따른 도해(diagram)

출처: Lei-qing pan et al.

(2) G¨ohler 외의 초분광 영상(Hyperspectral Imaging)

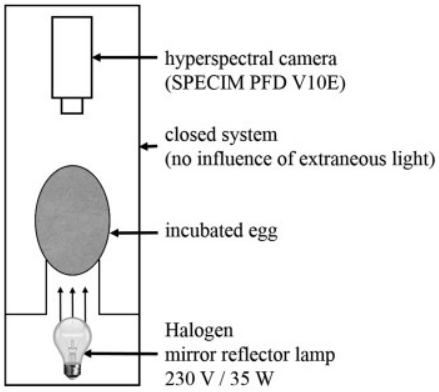
○ G¨ohler 외(2017)는 성 특이적인 솜깃털(down feather)의 색상으로 산란계의 난 내 성 감별을 할 수 있는 초분광학 기술을 연구하였음. 갓 부화한 암평아리는 갈색 깃털을 가지고 있지

92) Rozenboim, I., and E. Ben Dor. The use of reflectance spectroscopy for fertility detection in freshly laid egg and gender sorting in mid incubation period. Poult. Sci. 90(E-suppl. 1):98. (Abstr.)., 2011.
93) Leiqing, P., Z. Wei, Y. Minli, S. Ye, G. Xinzhe, M. Long, L. Zijun, H. Pengcheng, and T. Kang. Gender determination of early chicken hatching eggs embryos by hyperspectral imaging. Trans. Chin. Soc. Agric. Engin. 32:181-186. 2016.

만 수평아리는 노란색 깃털을 가지고 있음. 할로겐램프로 달걀을 비추어, 400nm~1,000nm (단일 스펙트럼에서 600nm~950nm로 범위를 좁혀짐) 스펙트럼의 초분광 카메라로 투과된 빛을 수집함. 이를 주성분 분석(principal component analysis)[94]이나 선형 판별 분석(linear discriminant analysis)[95]을 사용하여 성을 감별함. 기술의 정확도는 산란 후 11일령~14일령의 배아를 대상으로 평가되었으며, 14일령에는 약 97%의 정확도를 보이고 있음.[96]

- 하지만 해당 기술은 배아가 통증을 느낄 수 있는 비교적 늦은 시기에 성 감별을 할 수 있다는 단점을 가지고 있음. 배아는 산란 후 12일령~13일령 사이에 솜깃털을 가지게 되어, 적용 시기를 앞당기기에 어려움이 있음.

[그림 48] G¨ohler 외(2017)의 초분광 영상



G¨ohler 외(2017)의 초분광 영상 시스템 개략도

Table 4. Overview of classification success in %.

Incubation Time	female *Training*	female *Validation*	male *Training*	male *Validation*
11 d	66.35	61.16	62.60	58.33
12 d	75.55	72.29	71.71	70.43
13 d	87.81	86.89	90.72	90.32
14 d	97.21	96.72	97.48	97.46

난 내 성 감별 결과

출처: G¨ohler et al.

- 독일 Agri Advanced Technologies(이하 AAT사)의 기술 개발은 해당 연구를 바탕으로 하고 있음.

(3) AAT사(Agri Advanced Technologies GmbH, Visbek, Germany)[97]

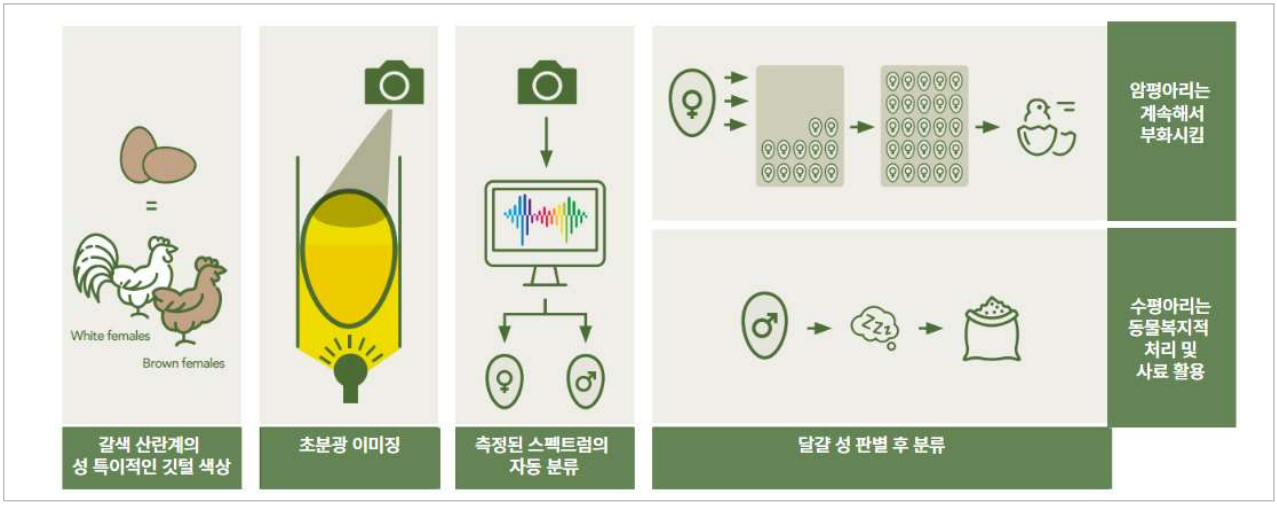
- 2015년에 설립된 이하 AAT사는 독일 비스베크(Visbek)에 본사를 두고 있는 EW GROUP의 자회사로, 가금류 사육 관련 기술 개발 회사임.
- AAT사에서 개발한 'CHEEGY'는 갈색 산란계 배아의 첫 번째 깃털을 기준으로 성별을 결정

94) 주성분분석: 변수 간의 상관관계가 있는 다차원의 데이터를 효율적으로 저차원의 데이터로 요약하는 방법 중 하나로, 분석화학이나 화학 공정 시스템, 오믹스 분석에서 널리 사용됨. (생화학분자생물학회, 네이버 생화학백과)
95) 선형판별분석: 입력 변수들의 선형 결합인 판별 함수를 구하여, 판별 함수값에 따라 범주형 타깃 변수의 값을 예측하는 것(서울대학교 AI연구원, 네이버 AI용어사전)
96) G¨ohler, D., B. Fischer, and S. Meissner. In-ovo sexing of 14-day-old chicken embryos by pattern analysis in hyperspectral images (VIS/NIR spectra): A non-destructive method for layer lines with gender-specific down feather color. Poult. Sci. 96:1-4., 2017.
97) CHEGGY Automated sex determination in the hatching egg of layer chicks, Agri Advanced Technologies GmbH, https://www.agri-at.com/images/flyer/2023/aat_broschuere_cheggy_ENGL_230426web-NEU.pdf

함. 달걀 아래에서 할로겐램프를 비추어 측정된 빛의 스펙트럼을 이용하여 산란 후 13일령 배아의 성을 감별할 수 있음.

- 이 기술은 샘플의 각 픽셀에서 복사 강도를 측정하여 3차원의 사진을 캡처함. 2차원은 공간 정보를 나타내고 1차원은 전체 스펙트럼 정보를 나타냄. 갈색 산란계의 유전 정보에 의해 암컷만 갈색(gold factor) 깃털이 발현됨. 첫 번째 깃털이 발현되면 초분광 영상을 통해 수집된 정보를 근거로 난 내 성 감별을 할 수 있음.

[그림 49] AAT사 초분광 영상



출처: AAT

- 프랑스 투르(Tours)에서 열린 제14회 가금류 연구의 날에 발표된 연구 결과에 의하면, 49개의 부화 데이터를 분석하였을 때, 평균 성 감별 오류 4.1%로 약 96%의 정확도를 가지며, 부화율도 39.6%로 암평아리의 평균 부화율(41.9%) 대비 비교적 높은 결과치를 보여주고 있음.[98]

98) Anke Förster, Laura Zumbrink, Jörg HurlinAAT's CHEGGY as a tool for in ovo sex determination of layer chicken embryo, Agri Advanced Technologies GmbH, https://www.agri-at.com/images/flyer/aat-cheggy-study-2022-03-zootecnica.pdf

[표 8] AAT사 CHEGGY 총 부화율 및 성 감별 오류

품종	부화 횟수(N)	달걀 수(개)	총 부화율(%)*	성 감별 오류(%)**
Lohmann Brown	22	657,939	39.1%	4.4%
Hy-Line Brown	18	726,472	40.6%	3.8%
Brown Nick	4	158,400	43.2%	4.3%
ISA Brown	4	62,541	35.1%	3.5%
Novogen Brown	1	3,300	38.6%	4.1%
Total	**49**	**1,608,652**	**39.6%**	**4.1%**

* 총 부화율: 총 병아리 수/ 달걀 수

** 성 감별 오류(정확도 평가): 부화한 수평아리 수/ 부화한 총 병아리 수

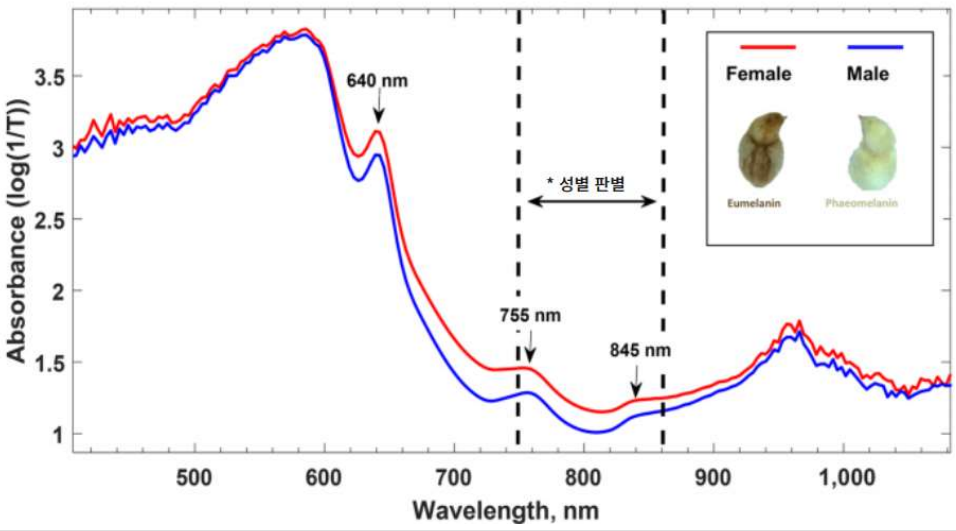
- 또한 시간당 최대 20,000개 처리로 다른 기술(3,000개~4,000개/시간)에 비하여 신속하며, 성 감별과 동시에 미수정란의 식별도 가능하여 경제적이며, 상대적으로 저비용의 기술이라는 장점을 가지고 있음.
- 하지만 난 내 성 감별 시기가 산란 후 13일로 비교적 늦고, 기술 적용이 갈색 산란계 품종에 제한적이라는 단점을 가지고 있음. AAT사는 이러한 기술적 단점을 보완하고자 전류를 이용한 수평아리 배아의 인도적인 처리 방법도 함께 개발하였음.[99]

(4) 가시광근적외선 분광법(Visible-near-infrared)

- 가시광근적외선 분광법(Visible-near-infrared, 이하 VIS-NIR)은 가장 넓은 범위에서 활용가능함. 탄소, 산소, 질소와 수소 사이의 결합이 늘어나고 구부러지면서 발생하는 진동을 측정하는 기술로, 경제적이고 정확도가 높아 다양한 분야에서 활용되고 있음. 일반적으로 VIS-NIR 분광법은 단일 스펙트럼으로, 2차원의 공간(X,Y)에서 확장되어 3차원의 초분광 이미지를 생성함.
- 달걀의 성 감별에서도 VIS-NIR은 다양한 측면에서 활용될 수 있음. 대표적으로 AAT사의 산란 후 13일령 배아의 솜깃털 색상에 따라 암수를 구분하는 기술은 이미 상용화되어 있음. 이와 유사하게 13일령 배아의 색소 침착이나 정강이 색으로도 성을 감별할 수 있음. 아래 그림은 산란 후 14일령 배아의 성별에 따른 색소 침착의 차이를 설명하고 있음. 유멜라닌(eumelanin) 색소 침착이 있는 암컷(빨간색 선)이 파오멜라닌(phaeomelanin) 색소 침착이 있는 수컷보다 더 높은 빛의 흡수를 보이고 있음.

99) Zumbrink, L. et al. (2020). Electrical anaesthesia of male chicken embryos in the second third of the incubation period in compliance with animal welfare. European Poultry Science, 84.

[그림 50] 배아 14일령의 VIS_NIR



* 선택된 파장의 범위는 성 감별 가능 구간을 나타냄.

출처: Matthias Corion et al.

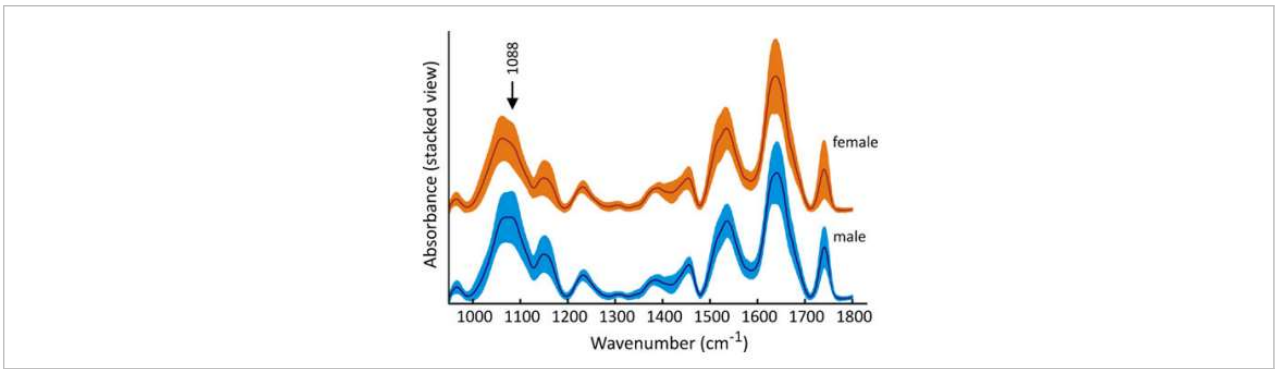
- VIS-NIR은 초기 배아에서도 적용할 수 있음. 라만 등의 연구 결과에 따르면 3일령 수컷 배아의 헤모글로빈 흡광도가 상당히 높으며, 7일령에는 암컷 배아의 헤모글로빈 흡광도가 더 높은 것으로 나타남.
- VIS-NIR의 주요 장점은 비침습적으로 비교적 빠른 처리가 가능하며, 별도의 소모품이 필요 없다는 것임. 또한 과학과 산업 분야에서 균형이 잘 잡혀 있어 실용성이 높음.

(5) 푸리에 변환 적외선 분광법(Fourier transform infrared spectroscopy)

- 푸리에 변환 적외선 분광법(Fourier transform infrared spectroscopy, 이하 FTIR)은 40,000개~60,000개의 배반엽 세포로 구성된 배아의 유전 정보를 이용하여 성을 감별함. 이전에도 유사한 연구가 있었으나, 달걀껍데기 때문에 광학적 접근에 어려움이 있었음. FTIR은 달걀 뾰족한 부분에 CO_2 레이저를 사용하여 달걀껍데기의 석회화된 부분만 정밀하게 절제할 수 있음. 수평아리의 배반엽 세포가 암평아리의 배반엽 세포보다 DNA 함량이 약 2% 정도 높은 것으로 알려져 있으며. 샘플의 PCR 분석에 따라 평균 스펙트럼과 표준편차를 계산하면 아래 그림과 같은 결과가 나옴. 스펙트럼은 전반적으로 매우 유사하지만, 핵산의 인산기의 진동을 나타내는 스펙트럼 위치 1,088cm^{-1}에서 뚜렷한 차이를 보이고 있음.[100)]

100) Gerald Steiner et al., Gender determination of fertilized unincubated chicken eggs by infrared spectroscopic imaging, Anal Bioanal Chem 400:2775-2782, DOI 10.1007/s00216-011-4941-3, 2011.

[그림 51] FTIR에 의한 배반엽 세포 스펙트럼



출처: Gerald Steiner et al.

- FTIR 방법에서 가장 우려되는 점은 난각의 일부 절제가 부화율을 떨어뜨릴 수 있다는 것임. Bartels 외(2018)는 총 4,736개의 달걀을 여러 그룹(대조군(n=2,211), 0시간(n=515), 24시간(n=801), 72시간(n=1,209))으로 나누어 달걀껍데기 천공이 부화율이 미치는 영향을 관찰하였음. 연구 결과 0시간 그룹의 경우 부화율은 급격한 감소를 보였지만(6.6%), 72시간 동안 배양한 난자의 경우 동일한 작업을 수행해도 부화율이 80.9%로 대조군과 차이가 상당히 작았음. 이러한 결과를 바탕으로 FTIR 기술을 적용할 시 안정적이고 성공적인 부화율에 달성하기 위한 적절한 천공 시기를 찾아내는 것이 필요함.

(6) 라만 분광법(Raman Spectroscopy)[101][102]

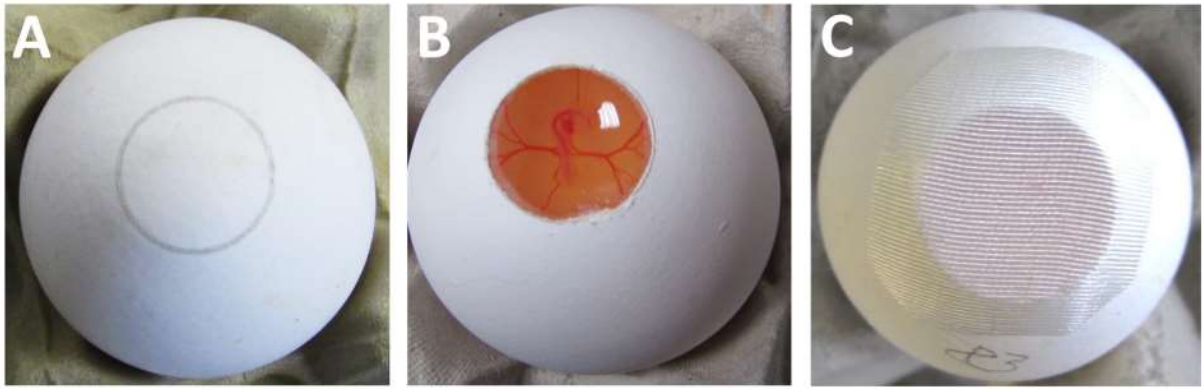
- 빛은 어떤 매질을 통과할 때 일부는 진행 방향에서 이탈해 다른 방향으로 진행하는 현상을 산란이라고 하며, 이때 빛의 파장을 변화시키는 현상을 라만 산란이라고 함. 라만 분광법(Raman spectroscopy)은 라만 효과를 이용하여 분자의 진동 스펙트럼을 측정하여 분자의 진동 구조를 연구하거나 물질의 정성, 정량 분석에 이용되어 왔음. 최근에는 생체조직의 세포 내 혹은 세포 외의 생화학적, 형태학적 정보 분석을 위한 연구에도 적용되고 있음.[103]
- 라만 스펙트럼은 각 분자마다 고유하여 종종 “분자 지문”(molecular fingerprints)이라고도 함. 수평아리와 암평아리는 다른 생화학적 구성을 하고 있어, 라만 분광법을 사용하여 배아 또는 혈액 세포 스펙트럼의 특성을 기반으로 성별 식별이 가능함.
- Robert Galli 외(2016)는 배아 밖 혈관계가 확립될 때까지 달걀을 80시간~88시간 동안 배양한 후, CO_2 레이저로 달걀의 뾰족한 끝부분을 열었음. 이때 달걀껍데기가 열린 후 뭉툭한 부

101) Krautwald-Junghanns ME et al., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. Poult Sci. 1:97(3):749-757. doi:10.3382/ps/pex389. PMID: 29294120.,2018.03.
102) Roberta Galli et al. In ovo sexing of domestic chicken by Raman spectroscopy. Anal. Chem. 88:8657-8663. 2016.
103) 라만 분광학의 이해, 대한소화기내시경학회지 2004:28(Suppl. 1):120-125

위에 존재하는 공기주머니는 점차 감소하고, 배아의 위치는 몇 분 이내에 약 5mm 정도 아래쪽으로 이동하는 것을 발견하였음.

- 반면 배아의 혈관화 된 부분은 노른자 위에 계속 떠서 표면에 남아 있음. 이 때문에 조리개 내에서 자동으로 혈관을 선택하고 레이저 빔의 초점을 맞출 수 있는 카메라 시스템이 개발되어 일관된 혈액 추출이 가능해졌음.

[그림 52] 라만 분광법의 달걀 처리 방법

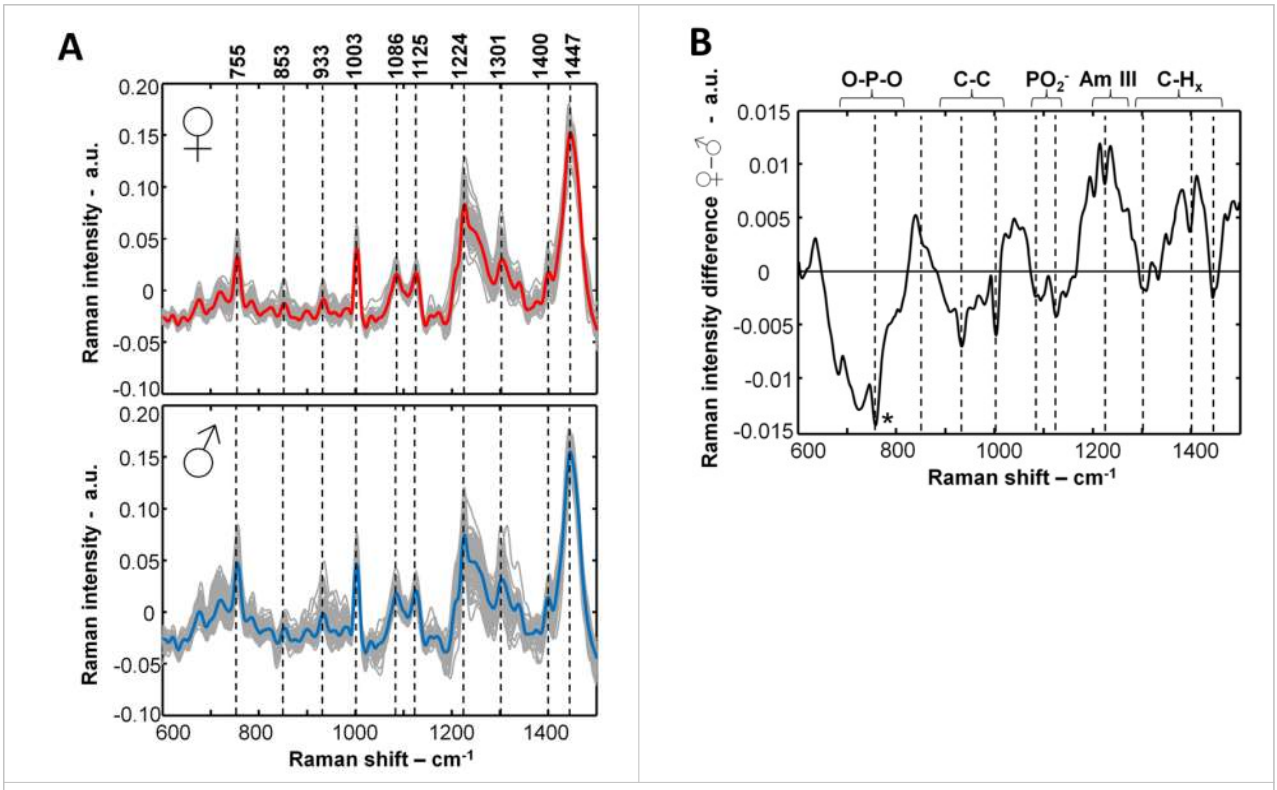


(A) CO_2 레이저로 부화기에 넣기 전 달걀껍데기에 절단될 부분을 미리 생성함.
(B) 배아 3.5일령에 달걀껍데기를 열면, 배아 밖 혈관의 양쪽으로 갈라진 패턴을 볼 수 있음.
(C) 측정 후 부화 실험을 위해 달걀껍데기를 생체용(biocompatible) 테이프로 덮어줌.

출처: Roberta Galli et al.

- 아래 왼쪽 그림 A는 수평아리와 암평아리의 $600cm^{-1}$~$1500cm^{-1}$범위의 기준선에 대한 벡터 정규화 후의 스펙트럼을 평균 스펙트럼과 함께 보여주고 있음. 언뜻 보면 매우 유사해 보이나, 오른쪽 그림 B를 통해 성별에 따른 스펙트럼 차이(암평아리 결과치-수평아리 결과치)를 확인할 수 있음. 수평아리 배아의 스펙트럼은 핵산의 포스포다이에스터(phosphodiester)와 C-C에서 더 강한 진동을 나타내며, 암평아리의 스펙트럼은 아마이드 III와 $C-H_x$에서 더 강한 진동을 보여줌.
- 한편 라만 분광법에서 근적외선(near-infrafed, 이하 NIR) 파장(예: 785nm)을 선택하면 NIR의 광자가 분자 변화를 유도할 만큼 충분한 에너지를 전달하지 않기 때문에, 살아있는 세포의 손상을 피할 수 있음.

[그림 53] 3.5일령 배아 혈액의 라만 스펙트럼



* 755cm^{-1}에서 가장 큰 차이가 나며, 이는 수평아리의 헤모글로빈 농도가 더 높다는 것을 의미함.

출처: Roberta Galli et al.

- 결과적으로 배아 혈액을 이용한 라만 분광법은 달걀 성 감별을 위한 비침습적 기술로 사용될 수 있음. 해당 기술은 배아의 성적 분화에 의존하지 않아 배아 초기에 적용될 수 있음. 전혈의 생화학적 지문을 몇 초 만에 검색하고 수학적인 처리로 성 감별이 가능함. 또한 혈액 추출 과정에서 분류까지 정교하고 자동화된 시스템의 개발로 실질적 산업현장에서 대규모 작업도 가능함.
- 하지만 해당 기술은 상대적으로 측정 결과치의 범위가 넓고 상당 부분이 겹치다 보니, 이와 같은 스펙트럼 기반의 분류는 정확도가 떨어질 수밖에 없는 문제점을 가지고 있음. 또한 10mm 크기의 천공을 가진 달걀의 부화율은 처리하지 않은 달걀의 95%로 측정되었으나 혈관 샘플링을 위한 직경 12mm의 천공에서는 부화율이 91%로 떨어짐. 해당 기술은 독일 AAT사에 인수되어 추가 개발되었으나 아직 상용화되지는 못하고 있음.[104]

라) 자기공명영상

104) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1

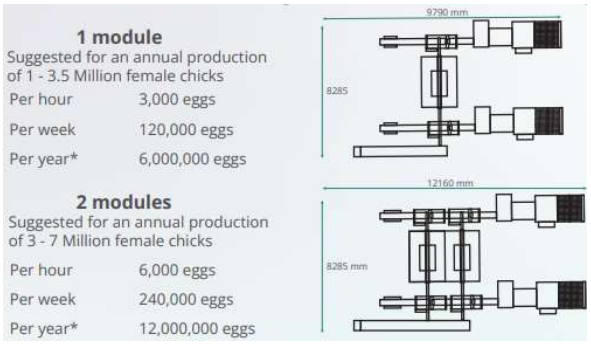
(1) Davenelet 외의 자기공명영상

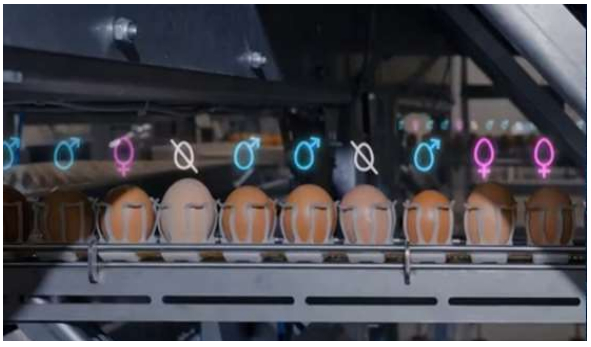
- 빛은 개체의 물 분자를 구성하는 수소 분자는 세차운동을 하게 되는데, 여기에 같은 주파수의 전자기파를 가하게 되면 수소 분자는 공명을 하면서 에너지를 흡수하게 됨. 이렇게 흡수된 에너지가 방출되면서 나오는 신호를 자기공명 신호라고 하며, 이를 영상화시켰을 때 밝게 나오는 부분은 고신호역, 어두운 부분은 저신호역을 의미함. T1 강조영상에서 물은 어둡게 보이고 지방은 밝게 보이지만, T2 강조영상에서는 물이 밝게 보이고 지방은 어둡게 보임[105].
- Davenel 외(2015)는 자기공명영상(magnetic resonance imaging, 이하 MRI)을 기반으로 비침습적인 난 내 성 감별 기술을 연구하였음. 자기공명영상을 이용할 시, T1 강조 영상을 통해 배아와 흰자, 난황낭, 요막강 및 양막강을 명확하게 구분할 수 있음. 하지만 측정 결과, 성별에 따른 유의미한 차이는 나타나지 않았음.

(2) Orbem사(Orbem GmbH, Munich, Germany)

- 독일 Orbem사의 Genus Focus는 MRI(Magnetic Resonance Imaging)와 딥 러닝[106] 알고리즘 및 자동화 기술을 결합하여 난 내 성 감별을 하고 분류함. 딥 러닝은 MRI로 수집한 달걀의 이미지를 분석하고 해부학적 차이에 따라 성별을 분류함. 이러한 해부학적 차이는 닭의 품종과 무관하여 모든 품종에서 적용할 수 있음.
- 해당 기술의 정확도는 98%이며, 시간당 3,000개의 달걀을 처리할 수 있음. 또한 산란 후 12일령 이전에 난 내 성 감별을 할 수 있으며, 비침습적인 방법으로 부화율에 영향을 미치지 않는다는 장점을 가지고 있음.

[그림 54] Orbem사의 자기공명영상





출처: Orbem

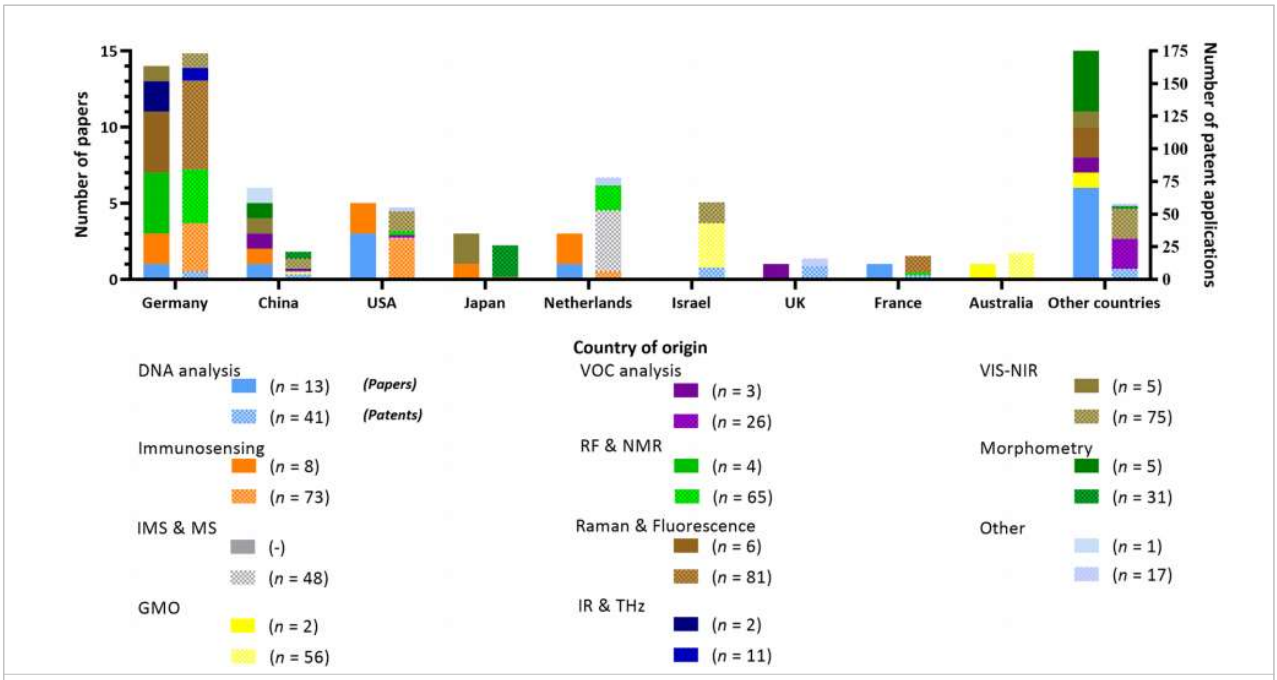
2) 최근 기술 동향

105) T1과 T2의 차이, 해부 병태생리로 이해하는 SIM 통합내과학 10: 신경, 2013.05.30.
106) 컴퓨터가 여러 데이터를 이용해 마치 사람처럼 스스로 학습할 수 있게 하기 위해 인공 신경망(ANN: artificial neural network)을 이용해 머신러닝을 수행하는 기술. (한경 경제용어사전, 한국경제신문/한경닷컴)

가) 기술 및 특허 보유 현황

- 지금까지 수평아리 도태 중단을 위한 연구 및 기술에 대해 알아보았음. 하지만 현재 시장을 주도적으로 이끌만한 기술이 없는 상황임. 따라서 향후 연구 방향성을 설정하기 위한 기술 동향을 파악할 필요가 있음. 관련 내용은 2023년 동물과학과 생명공학 저널(Journal of Animal Science and Biotechnology)에 발표된 Corionet 외(2023) 연구진의 'Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents'을 토대로 작성하였음.
- 수평아리 도태 중단을 위한 관련 논문 및 특허 현황은 아래 그림과 같음. 수평아리 도태 관행을 법으로 금지한 독일이 지금까지 가장 많은 논문(n=14)과 특허(n=173)를 보유하고 있음. 이어서 네덜란드(n=78)와 미국의 특허(n=73) 출원이 많으며, 결과적으로 독일과 네덜란드 미국이 324개의 특허를 보유하고 있어, 전 세계 시장의 62%를 차지하고 있음.
- 한편 현재 대부분의 국가에서 논문보다 특허 출원이 많은 경향을 보이고 있음. 특히 이스라엘의 경우 59개의 특허 출원을 보유하고 있지만, 발표된 논문은 없음.
- 기타 국가 중 단일 논문을 발표한 국가는 인도, 이탈리아, 스웨덴, 벨기에, 폴란드가 있으며, 제한된 수 이하의 특허를 보유한 국가는 한국, 아일랜드, 스위스, 몰타, 캐나다, 루마니아, 러시아, 벨로루사가 있음.

[그림 55] 국가별 관련 논문 및 특허 현황



* 국가별 왼쪽 막대는 논문의 수, 오른쪽 막대는 특허 출원 수를 의미함.

출처: Matthias Corion et al.

나) 상용화된 기술 현황

- 현재 상용화된 기술을 5가지로, 비광학적인 방법 3가지와 광학적인 방법 2가지가 있음. 비광학적인 방법은 모두 요막액의 추출이 필요하며, 산란 후 9일령에 수행할 수 있음. 반면 광학적 기술 방법은 비침습적이나 산란 후 12일령~13일령으로 비교적 늦게 수행할 수 있음.
- 기술을 보유한 사업체는 한 곳을 제외한 4곳이 독일 회사이며, 다른 한 곳(In Ovo)은 네덜란드 회사임. 현재 관련 논문이나 특허, 산업 전반에서 독일이 우위를 차지하고 있음.

[표 9] 상용화된 성 감별 기술 비교

	비광학적 방법			광학적 방법	
사업체 (본사)	PLANTegg (독일)	Seleggt (독일)	In Ovo (네덜란드)	Orbem (독일)	AAT (독일)
분류	DNA 분석	면역학+PCR	질량분석	핵자기공명	VIS-NIR
수행시기(일령)	9	9	9	12	13
수행방법	요막액 추출	요막액 추출	요막액 추출	비접촉	비접촉
감별정확도(%)	99%	97%	~95%	~98%	96%*
작업량/시간	3,000	3,000	6,500	3,000	20,000
가격상승분**		1~3ct/1개		1ct/1개	

*제14회 가금류 연구의 날에 발표된 연구 결과에 따른 AAT의 정확도는 96%
** 가격상승분은 달걀의 개당 상승분을 의미함. 1유로센트(ct)는 14.84원(2024.04.기준)임.

- 관련 업체의 기술이 보급된 지리적 현황은 아래와 같음. 2023년 기준 AAT사 제품은 독일, 프랑스, 이탈리아, 벨기에, 오스트리아, 스페인, 네덜란드에 보급되었으며, Seleggt사 제품은 독일과 네덜란드에 보급되었음. PLANTegg는 네덜란드 제베나르, Orbem사의 경우 프랑스와 독일에 보급되었으며 네덜란드에도 설치 예정이라고 함.

[그림 56] 상용화된 성 감별 기술 보급 현황

*위 지도의 경우 작성 시점의 차이로 실제 현황과 차이가 있을 수 있음.

출처: Matthias Corion et al.

마. 국내 산란계 수평아리 도태 대안

1) 관련 연구 추진

○ 유럽을 비롯한 세계 곳곳에서 수평아리 도태의 잔인성에 대한 문제가 제기되고 이를 개선하기 위한 연구들이 수행되고 있음. 앞서 언급된 Corionet 외(2023)의 보고에 따르면 1994년부터 2023년 5월까지 달걀 성 감별 기술과 관련하여 총 49건의 논문이 발표되었고, 797건의 인용 사례가 있음. 또한 총 524개의 특허 출원 번호가 등록(하나의 특허에 대해 여러 지역에 특허 출원 번호를 등록한 경우 포함)되었음.[107] 국내에서도 이를 대체할 만한 기술 개발과 연구가 추진되어야 함.

가) 이중 목적 품종의 닭

○ 앞서 설명하였듯이 산란계 수평아리를 육계로 전환하는 것은 경제성이 떨어짐. 따라서 이중

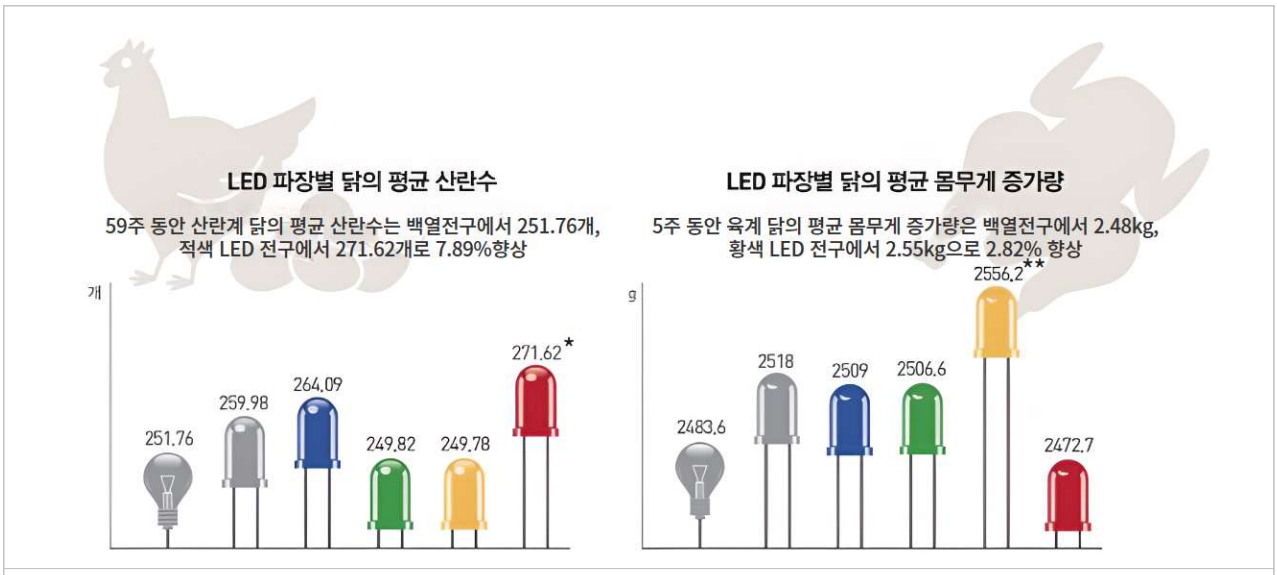
107) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1

목적 품종의 닭을 개발하는 것이 실질적 대안이 될 수 있음. 이중 목적의 닭은 산란계와 육계를 교배하여 개량된 품종으로, 육용과 산란용 사이의 절충 품종을 의미함. 현재 우리나라에서 이용되는 육계 품종은 로스(Ross), 코브(Cobb), 허바드(Hubbard) 등이 있으며, 산란계 품종으로는 하이라인 브라운(Hy-Line Brown), 로만 브라운(Lohmann Brown), 이사 브라운(Isa Brown) 등이 있음.[108)]

- 독일은 이중 목적 닭의 연구 개발에 총 1,460만 유로(한화 약 217억원, 2024.04.기준)를 지원하였고, 오스트리아에서도 이중 목적 닭의 품종 개발을 위한 실험적인 프로젝트 "Haushuhn und Gockelhahn"가 진행된 바 있음. 프랑스에서도 중장기적 해결 방안으로 보고 있음.
- 단, 이중 목적의 닭에 대한 품종 개발은 중장기적인 연구 과제임. 암평아리가 산란을 시작하여 최고 시기의 산란능력을 평가하고, 이후 산란능력이 저하되어 생산성이 떨어지는 시기를 관찰하기 위해서는 한 세대당 20개월 이상의 시간이 요구됨.
- 또한 품종 개발과 함께 적절한 사육 방식을 찾아가는 것도 중요함. 예를 들어 빛의 파장에 따라 산란능력과 비육의 정도에 차이가 발생함. 국립축산과학원의 보고에 따르면 59주 동안 빛의 색에 따른 닭의 생산성을 관찰한 결과, 산란계는 빨간색 전구에서 알을 가장 많이 낳았고, 육계는 노란색 전구에서 체중 증가가 가장 컸음. 또한 양계장 온도가 30℃가 넘으면, 땀샘이 없어 열에 취약한 닭의 산란능력은 저하될 수밖에 없음.[109)] 따라서 이중 목적 품종에 맞는 사육환경 연구 조사도 수반되어야 함.

108) 황인선, [푸드 talk] 육계와 산란계 차이 아세요?, 푸드투데이, 2017.08.30.
http://foodtoday.or.kr/news/article.html?no=150757
109) 염지현, [2017 신년기획_그것이 알고싶닭] ① 산란계? 육계? 무엇이 다른가요?, 동아사이언스, 2016.12.30.,
https://www.dongascience.com/news.php?idx=15672

[그림 57] LED 파장별 닭의 생산성



*산란계는 빨간색 전구에서 알을 가장 많이 낳음.
**육계는 노란색 전구에서 체중 증가가 가장 컸음.

출처: (주)동아사이언스(국립축산과학원 제공)

나) 달걀 성 감별 기술

○ 부화 전 성별을 감별하는 기술이 업계의 실질적 보급을 위해서는 Corionet 외(2023)는 아래의 특징들을 갖추어야 한다고 설명하고 있음.

- ☑ 모든 품종의 달걀에서 적용할 수 있어야 함.(예: 흰색 달걀 및 갈색 달걀)
- ☑ 98.5%보다 높은 정확도(성 감별사와 유사한 정확도)
- ☑ 가능한 배아 초기에 성 감별(통증을 느끼기 전)
- ☑ 높은 처리량(20,000개~30,000개/시간)
- ☑ 높은 부화율
- ☑ 비용 상승의 최소화

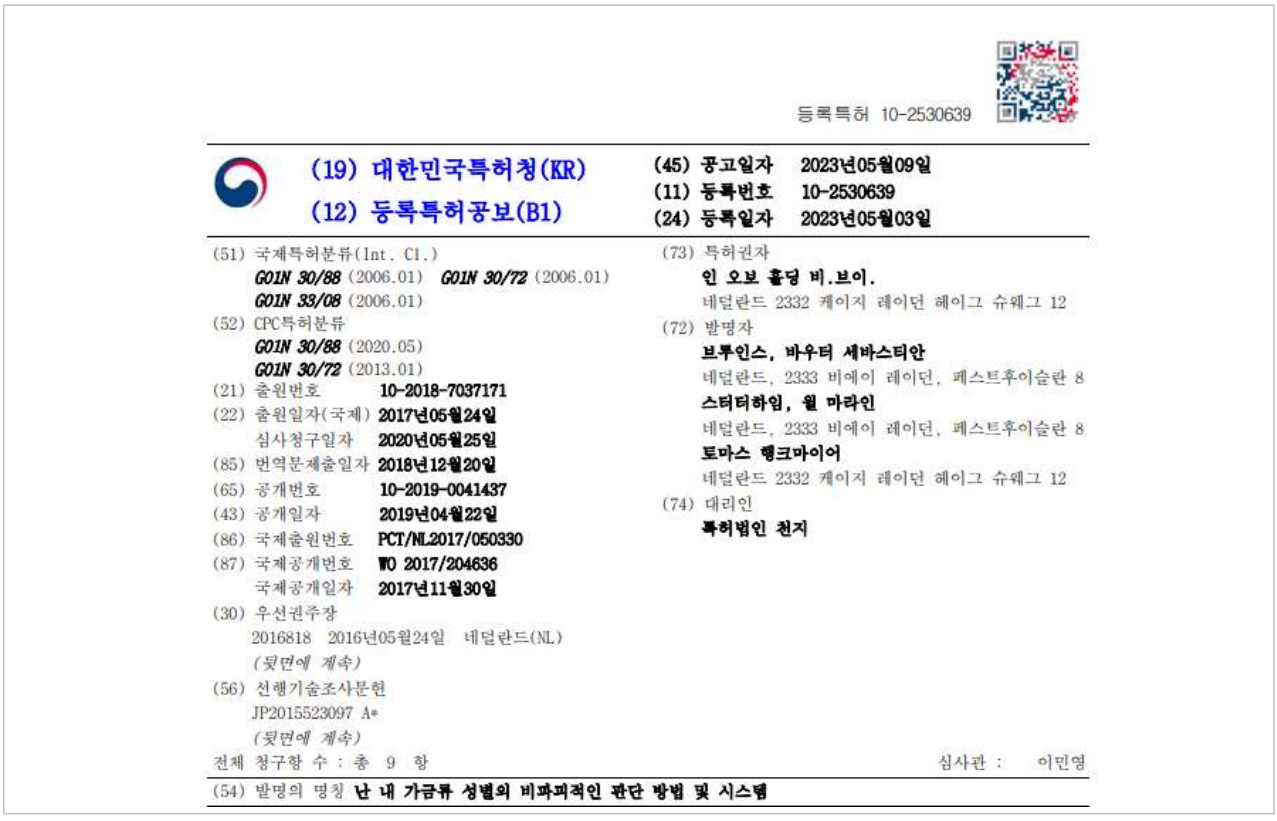
○ 현재 우리나라의 경우 부화 전 난 내 성 감별 기술과 관련한 논문은 확인되지 않고 있으며, 특허정보검색서비스로 검색하였을 때 1개의 특허 소멸과, 2개의 등록된 특허가 확인되었음. 2개의 등록된 특허 출원인은 국내 연구진이 아닌, 모두 '인 오보 홀딩 비.브이.'로 확인되고 있음.[110)]

○ 엠브렉스 엘엘씨는 1997년 10월 3일 요막액에 포함된 에스트로젠의 농도로 성별을 감별하는 '알 상태에서 조류의 성별을 분류하는 방법'에 관한 특허를 출원하였으나 현재는 소멸 상태임.

110) 특허정보검색서비스 키프리스, http://kportal.kipris.or.kr/kportal/search/search_patent.do

- 네덜란드 In Ovo사는 2013년 7월 30일 난(egg)의 배양 초기부터 부화 때까지 당류 및 아미노산의 전구체 또는 대사물질로부터 제1 발달 마커 화합물을 검출하여, 생존능력과 성별을 결정하는 '난 내 조류 배아의 성별, 생존능 및/ 또는 발달 단계 결정 방법'에 관한 특허를 출원하였고, 2020년 10월 30일 등록되었음.
- 또한 2017년 5월 24일 '난 내 가금류 성별의 비파괴적인 판단 방법 및 시스템'에 관한 특허를 출원하였고 2023년 5월 3일 등록되었음. 해당 내용은 (a) 배아를 포함하는 난과 관련된 물질(요막액)의 시료를 얻는 단계 (b) 배아의 특성을 나타내는 상기 시료 중 적어도 제1 바이오마커의 존재 및 농도에 대한 점숫값을 측정하는 단계 (c) 앞의 단계에서 얻은 결과치에 임곗값을 적용하여 배아의 특성을 확인하는 단계에서 요구되는 기술과 방법들을 포함하고 있음. 해당 기술의 심사는 A. Weissmann 외(2013)의 'Sexing domestic chicken before hatch: a new method for in ovo gender identification'을 인용하고 있음.

[그림 58] In Ovo사 '난 내 가금류 성별의 비파괴적인 판단 방법 및 시스템' 국내 특허



등록특허 10-2530639

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년05월09일
(11) 등록번호 10-2530639
(24) 등록일자 2023년05월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 30/88 (2006.01) *G01N 30/72* (2006.01)
G01N 33/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 30/88 (2020.05)
G01N 30/72 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7037171
(22) 출원일자(국제) 2017년05월24일
심사청구일자 2020년05월25일
(85) 번역문제출일자 2018년12월20일
(65) 공개번호 10-2019-0041437
(43) 공개일자 2019년04월22일
(86) 국제출원번호 PCT/NL2017/050330
(87) 국제공개번호 WO 2017/204636
국제공개일자 2017년11월30일
(30) 우선권주장
2016818 2016년05월24일 네덜란드(NL)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2015523097 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
인 오보 홀딩 비.브이.
네덜란드 2332 케이지 레이던 헤이그 슈웨그 12
(72) 발명자
브루인스, 바우터 세바스티안
네덜란드, 2333 비에이 레이던, 페스트후이슬란 8
스터터하임, 월 마라인
네덜란드, 2333 비에이 레이던, 페스트후이슬란 8
토마스 행크마이어
네덜란드 2332 케이지 레이던 헤이그 슈웨그 12
(74) 대리인
특허법인 천지

전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 이민영

(54) 발명의 명칭 **난 내 가금류 성별의 비파괴적인 판단 방법 및 시스템**

출처: 인 오보 홀딩 비.브이, 특허정보검색서비스 키프리스

- 비광학적인 방법으로 부화 전 난 내 성 감별하는 상용화된 기술은 요막액을 추출하여 필요한 정보를 분석하고 있음. 따라서 비광학적인 기술 개발에 앞서, 시료 채취에 관한 특허 침해 여부를 우선으로 확인할 필요가 있음.
- 한편 이스라엘의 유전공학 기술 도입은 GMO 식품 거래 제한에 걸릴 수 있으며, 임의로 한쪽

성만 선택하여 생산한다는 사실 자체만으로도 또 다른 윤리적 문제의 소지가 될 수 있음.

- G¨ohler 외(2017)의 배아 솜깃털의 색을 이용한 성 감별 기술은 AAT사의 상용화로 가장 많이 보급된 광학적인 방법이라 할 수 있음. VIS-NIR 외에도 DNA 함량의 차이를 이용한 FTIR이나 배아의 혈액을 이용한 라만 분광법도 성 감별의 유용한 도구로 활용될 수 있음.
- 현재 상용화된 기술 도입은 단순히 설비를 구매하여 설치하는 것이 아니라, 회사가 직접 관리하여 처리하는 서비스 이용 방식으로 비용이 지속해서 발생할 수밖에 없음. 따라서 장기적으로 봤을 때, 비용 절감을 위해 국내 연구 기술 개발이 필요함.

2) 관련 법 및 정책

- 현행법상 부화업은「축산법」제22조에 따라 관할 지자체의 허가가 필요함. 하지만 관리나 시설 기준에서 수평아리 도태와 관련된 내용이 없음. 다만「동물보호법」제13조에서 동물의 도살 방법을 규정하고 있으나, 농장 내에서 발생하는 일들이 외부로 공개되기 어렵고, 산업동물 복지에 대한 사회적 인식 부족으로 기존 관행을 당장 제재하기는 어려움. 하지만 수평아리 도태 문제를 해결하려는 세계적 흐름에 맞춰 국내에서도 이와 관련하여 법률적 제재가 단계적으로 논의되어야 함.
- 또한 독일 사례를 보았듯이 수평아리 도태 중단을 위한 연구 지원 방안이 마련되어야 함. 이 중 목적 닭의 품종 개발을 위한 중장기적 연구나, 난 내 성 감별을 위한 기술 개발을 위한 지원이 필요함. 장기적으로 수평아리 도태 중단으로 인한 비용 발생을 최소화하기 위해서는 국내 연구진들의 기술 개발이 수행되어야 함.
- 한편 부화업계 관련자들은 기술 도입으로 인해 상당한 비용을 부담할 수밖에 없는 상황임. 프랑스 정부는 농장 대상으로 초기 시설 비용 1,550만 유로(한화 약 230억, 2024.04.기준)를 지원하였음. 우리 정부도 업계 부담을 완화하기 위한 지원 방안을 모색해야 함.

3) 시민 대상 교육 및 홍보

- 국내 수평아리 도태 문제에 관한 사회적 인식은 매우 저조함. 중국의 경우 관련 논문이 6개가 발표되었으나 우리나라의 경우 관련 논문도 없으며, 국내 연구진에 의한 특허도 없는 상황임. 또한 2023년부터 2024년까지 전국일간지와 경제일간지 기사에서 수평아리 도태 문제는 단 한 차례 일부 언급되었음.[111)]

111) 김화빈, 값싼 돼지고기 뒤 새끼돼지 내려쳐 죽이는 도태가 있다[헬프! 애니멀], 이데일리, 2023.03.20., https://www.kinds.or.kr/v2/news/newsDetailView.do?newsId=04101008.20230320170722001

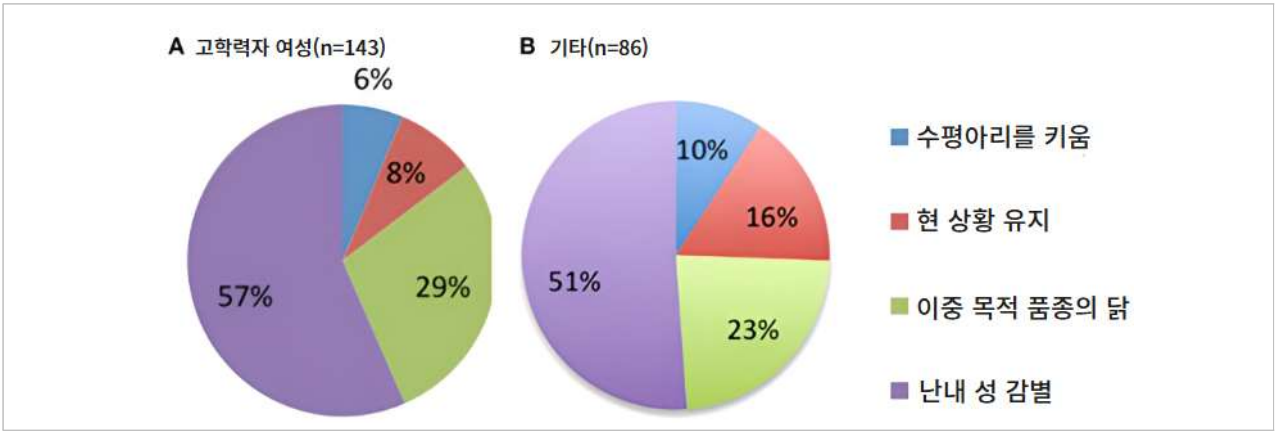
○ 관련 문제에 대한 시민의 공감대 형성을 위해서는 우선 도태 관행에 대한 시민 인식 조사가 이뤄져야 하며, 이후 시민 인식 개선을 위한 다양한 교육 활동이나 홍보 방법에 대한 논의가 이루어져야 함. 독일과 네덜란드 정부는 수평아리 도태 문제에 대한 시민 인식 조사에서부터, 대안적 기술 도입으로 발생하는 비용의 지불 의지 등에 관한 연구 조사를 실시하였음. 해외 사례를 참고하여 인식 조사와 국내 실정에 맞는 전략이 필요함.

가) 네덜란드의 사례[112)]

○ 네덜란드 동물복지부와 위트레흐트 수의과대학은 수평아리 도태와 관련하여 시민 인식을 조사하였음. 조사는 대학 졸업 이상의 고학력자 여성 143명과 기타 86명을 대상으로 가금류 산업에 대한 일반적 지식, 도태 관행에 대한 인식, 도태 중단을 위한 대안, 기술 도입으로 인한 발생 비용의 지불 의사를 조사하였음.

○ 조사 결과 수평아리 도태 문제에 대한 인지도는 52%였으며, 응답자 대부분은 수평아리 도태 중단을 위한 대안이 필요하다고 응답하였음(고학력자 여성: 90%, 기타: 84%). 또한 두 그룹 모두 50% 이상(고학력자 여성: 57%, 기타: 51%)이 난 내 성 감별 기술을 선호하였음.

[그림 59] 네덜란드 '난 내 성 감별 기술 선호도' 조사



출처: Elske N. de Haas et al.

○ 비용 지불 의사와 관련하여 응답자 대다수는 달걀 구매 시 두 배 이상의 가격을 지불할 의향이 있다고 하였음. 소득 수준과 비용 지불 의사는 관계는 없었으며, '도태 없이 생산됨'과 같은 라벨 표식은 유의수준 0.05하에서 영향을 주는 것으로 조사되었음.

○ 한편 제품 구매 시 가장 중요한 요소는 식품의 안전성, 동물 친화성(복지) 및 환경으로 가격이나 맛보다 우선순위를 차지함.

112) de Haas EN, Oliemans E, van Gerwen MAAM. The Need for an Alternative to Culling Day-Old Male Layer Chicks: A Survey on Awareness, Alternatives, and the Willingness to Pay for Alternatives in a Selected Population of Dutch Citizens. Front Vet Sci. 17:8:662197. doi:10.3389/fvets.2021.662197., 2021.06. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34222395/

[그림 60] 네덜란드 소비자의 가금육, 달걀 구매 영향 요소

Table 5 | Ranking of determining factors when buying eggs or poultry meat (rated on Likert scale 1–5).

	Highly educated women (n = 143)	Rest (n = 86)
Food safety	5.86	5.84
Animal friendliness	5.62	5.48
Environment	5.18	4.87
Naturalness	4.76	4.76
Taste	4.43	4.70
Feasibility	4.17	4.48
Availability of the product	3.15	3.25
Price	2.83	2.62

Factors were not explicitly defined. Highly educated women Friedman's test: X^2 = 273.769, df = 7, P = 0.000; Rest Friedman's test: X^2 = 152.024, df = 7, P = 0.000. Post hoc analysis with Wilcoxon signed-rank tests. The higher the value, the more important respondents find this factor.

출처: Elske N. de Haas et al.

나) 독일의 사례[113)]

❍ 독일 과학기술부는 2020년 수평아리 도태와 관련하여 소비자 인식 개선을 위한 연구 결과를 발표하였음. 병아리 부화까지 다양한 단계의 사진 자료를 활용하여, 이것이 수평아리 도태에 대한 시민의 인식에 어떠한 영향을 미치는지를 평가하였음. 연구 결과, 산란 후 1일령과 4일령 배아의 사진을 활용하였을 때, 난 내 성 감별에 대한 선호도가 증가하는 것을 보여주고 있음.

113) Corrina Reithmayer, Michael Danne, Oliver Mußhoff, Look at that! —The effect pictures have on consumer preferences for in ovo gender determination as an alternative to culling male chicks Department of Agricultural Economics and Rural Development, Georg-August-Universität Germany Poultry Science, 2020.09., https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.092

[그림 61] 독일 ‘난 내 성 감별에 대한 인식조사’의 예

ATTITUDES FOR IN OVO GENDER DETERMINATION

	Alternative 1	Alternative 2	I do not support any of the given alternatives
Day of gender determination	Day 4	Day 1	
Price increase per 10 eggs	€1,00	€1,00	
Usage of screened out eggs or chicks	Processing in the chemical industry	Pet food	
Percentage of wrongly sorted eggs or chicks	10%	5%	
Which alternative do you choose?			

문장만 있는 경우

ATTITUDES FOR IN OVO GENDER DETERMINATION

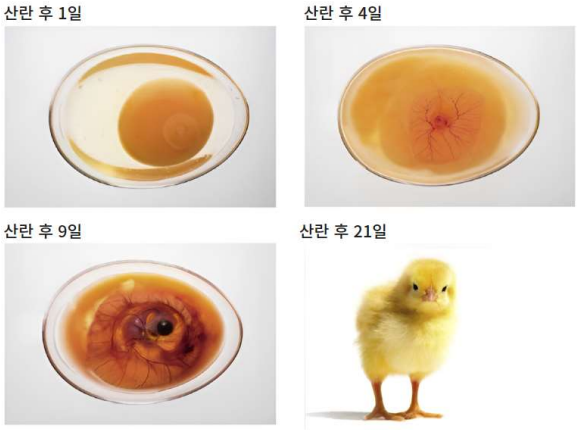
	Alternative 1	Alternative 2	I do not support any of the given alternatives
Day of gender determination	Day 4	Day 1	
Price increase per 10 eggs	€1,00	€1,00	
Usage of screened out eggs or chicks	Processing in the chemical industry	Pet food	
Percentage of wrongly sorted eggs or chicks	10%	5%	
Which alternative do you choose?			

사진을 활용한 경우

출처: Corrina Reithmayer et al.

○ 하지만 9일령 배아 사진이 있는 경우에는 난 내 성 감별 기술에 대하여 오히려 부정적 인식의 경향을 보이고 있음. 이는 9일령의 배아의 경우 눈도 어느 정도 발달해 있고, 병아리 이미지에 대한 구체적 상상을 불러일으킬 만한 외형적 변화가 있기 때문임. 독일의 이와 같은 연구 조사는 시민의 동참을 효과적으로 높일 수 있는 구체적 방법을 제시하고 있음.

[그림 62] 독일 ‘난 내 성 감별에 대한 인식조사’에 활용된 사진 및 조사 결과



설문조사에 활용된 배아 및 병아리 사진

Table 3. Model 1: RPL[1] model in the WTP space with interaction terms between attribute levels and the variable “treatment”[2] (N = 482)[3].

Variables	Mean
ASC[4] × treatment	−0.40***
d1 × treatment	0.85***
d4 × treatment	0.19**
d9 × treatment	−0.36***
d21 × treatment	[−0.68]
Error rate × treatment	−0.01
Chemical industry × treatment	0.11
Pet food × treatment	−0.03
Waste × treatment	0.02
Fodder × treatment	[−0.10]

사진을 활용했을 때 조사 결과

*유의수준 P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001
평균(Mean)에서 사진이 포함되지 않은 DCE(discrete-choice experiments)=-1, 사진이 포함된 DCE=1

출처: Corrina Reithmayer et al.

○ 연구 결과 잠재적 소비자는 기술 도입으로 발생할 추가 비용에 대해 지불 의사가 있음을 보여주었음. 또한 이중 목적 닭의 생산보다 난 내 성 감별 제품에 대한 WTP(willingness to pay) 결과치가 더 높았음.

4) 유통·판매 시장의 형성

○ 장기적으로 수평아리 도태 없는 달걀의 시장이 유지되기 위해서는 제품의 유통·판매처가 확보되어야 함. Respeggt는 자체 기술이나, PLANTegg, In Ovo사의 기술로 처리되고 있는 공급망을 확보하고 관리함. 이 경우 Respeggt는 공급처에 달걀 당 5유로센트(ct)를 보상(한화 약 74.2원, 2024.04. 기준)하고 있음.[114]

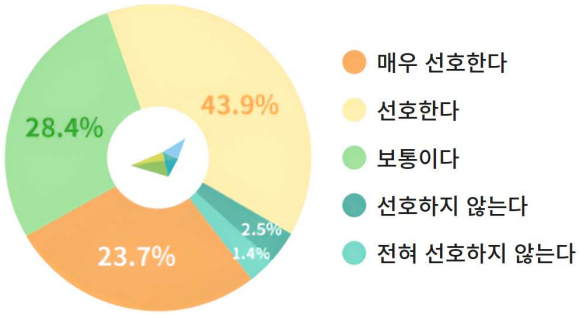
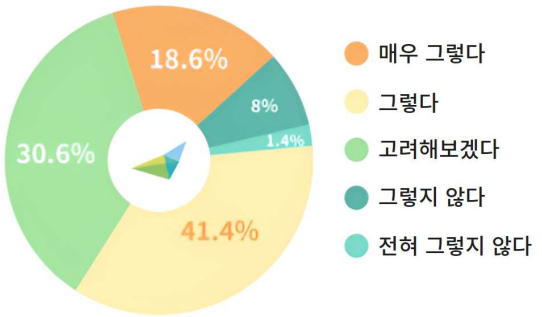
○ 검증된 공급망에서 생산된 달걀은 포장 또는 가공업체로 유통되고, 슈퍼마켓 등 판매처를 통해 소비자에게 판매됨. Respeggt는 유통·판매 과정까지도 제어하고 있으며, 이렇게 판매되는 달걀은 Respeggt의 인증이 표시됨. Respeggt는 2018년 10월 독일 베를린에서 공식적인 판매를 시작하였고 2019년 시장을 확대하여 REWE, EDEKA, PENNY, famila, MARKTKAUF에서 판매를 시작하였음.

○ 프랑스의 경우 유통업체 까르푸는(Carrefour)는 2020년 수평아리 도태를 하지 않은 달걀 판매를 시작하였음. 분광법을 이용해 산란 후 13일령 배아의 솜깃털로 성별을 구분한 기술을 수용하여, 달걀 하나당 약 2유로센트(ct)의 가격이 상승하였음. 달걀 6개 한 상자의 가격이 기존 1.78유로(한화 약 2,640원, 2024.04.기준)에서 1.89유로(한화 약 2,800원, 2024.04.기준)로 인상되었음.[115]

○ 국내 시장도 동물복지에 대한 관심이 증가하고 있어, 어느 정도 비용을 더 지불하더라도 동물복지 축산물을 구매하고자 하는 소비자들이 늘어나고 있음. 2022년 10월부터 2023년 1월 '굴리점퍼'이용자 510명 대상으로 조사한 결과, 67.6%가 동물복지 축산물을 선호한다고 응답하였으며, 60.0%가 "비싸도 동물복지 축산물을 사겠다"고 응답하였음.[116]

114) Respeggt System Manual, respeggt GmbH, Hildeboldplatz 15-17, 50672 Cologne, Germany, 2023.05. https://www.respeggt.com/wp-content/uploads/2023/05/Lay_respeggt-group-Systemhandbuch_7.0_EN_040523.pdf
115) François Geffrier, Pauline Rouquette, Carrefour et Loué s'associent pour en finir avec le broyage des poussins, Europe1, 2020.02.10.,https://www.europe1.fr/technologies/carrefour-et-loue-sassocient-pour-en-finir-avec-le-broyage-des-poussins-3948653
116) 한국축산데이터, [보도자료]소비자 67%, 동물복지 축산물 선호, 2023.02.23., https://blog.naver.com/prologue/PrologueList.naver?blogId=aidkr

[그림 63] 2023년 국내 동물복지 축산물의 소비자 선호도

동물복지 축산물을 선호하는가?	일반 축산물 대신 동물복지 축산물 구입에 더 많은 비용을 쓸 의향이 있는가?
	

출처: 한국축산데이터

❍ 국내 동물복지란의 수요도 증가하였음. 이마트에서 판매되는 동물복지 달걀 중 자유방목 달걀(난각번호 1번)의 경우 2023년 1월 매출이 작년 동기 113%, 판매량은 35% 증가하였고, 평사 달걀(난각번호 2번)은 매출이 47%, 판매량은 59% 증가하였음.[117] 이러한 결과는 국내에서도 판로가 형성이 되면, 수평아리 도태 없는 달걀의 수요가 어느 정도 확보될 수 있음을 보여주고 있음.

117) 헤럴드경제, "어차피 비싼 거"…고물가 속 인기 끄는 '동물복지 달걀', 2023.02.25., https://news.heraldcorp.com/view.php?ud=20230224000647&pos=naver

3. 조사 및 평가의 한계

- 국내에서는 산란계 수평아리 도태와 관련하여 공개된 정보가 없는 상황임. 이에 해외 사례를 토대로 도태 및 처리 방법을 추정하였으며, 전체 산란계 마릿수와 산란실용계 마릿수, 동물복지 산란계 마릿수를 근거로 매년 도태되는 수평아리 마릿수를 추산하여, 실질적 현황과는 차이가 있을 수 있음.
- 해외 사례의 경우, 온라인으로 조사를 진행하다 보니 법률 및 정책의 집행 과정을 이해하는데 한계가 있음. 이러한 이유로 법률적 해석에 어려움이 있어, 보수적으로 조사를 진행하였지만 일부 내용의 오류 가능성을 완전히 배제할 수는 없음. 또한 조사 진행 시점 이후 변동사항에 대해서는 반영할 수 없었음.
- 산란계 수평아리의 경제성과 관련하여 사료 소비 및 성장률, 영양 효율성, 호르몬, 지방 조직과 근육의 발달에 대한 설명은 가금류 과학 논문을 근거로 작성하였음. 그 과정에서 우리말로 번역이 불가한 경우는 전문용어를 그대로 인용할 수밖에 없었음. 또한 수평아리 도태 방지를 위한 기술 중 일부 내용도 과학기술 논문을 근거로 작성하여 전문용어 그대로 인용하였으며, 경우에 따라 각주로 추가적 설명을 하였음.
- 이중 목적 품종의 닭의 연구 개발 사례로 작성한 '로만 듀얼'의 경우 업체 자료를 바탕으로 보고서를 작성하였음. 또한 상용화된 난 내 성 감별 기술 중 Seleggt사와 AAT사를 제외한 업체들은 기술 관련 논문을 확인할 수 없어, 각 업체에서 공개된 자료를 근거로 보고서를 작성하였음. 따라서 이와 관련된 내용은 객관성이 다소 떨어질 수 있어, 기술 소개 정도로만 이해해야 함.
- 수평아리 도태 방지 기술 도입으로 인한 달걀 가격의 상승은 예측의 어려움이 있음. 보고서에는 일부 업체로부터 받은 정보에 근거해 가격이 기술되어, 소비자의 실질 구매 비용 상승과는 차이가 있을 수 있음. 또한 독일의 경우 관련 기술의 연구 개발 수준과 이를 수용할 만한 사회적 분위기는 우리나라 상황과 다름. 다만 향후 국내 도입 시 비용 상승의 충격을 완화하기 위한 전략적 계획 수립의 모델로 이해해야 함.

4. 결론 및 제언

가. 결론

1) 수평아리 도태 방법과 문제점

가) 산란계 수평아리의 경제성

- 산란계로 부화한 수평아리 중 일부는 유정란 농장 등에서 활용되기도 하지만, 사료 소비 및 성장률, 영양분의 이용 효율성, 호르몬, 근육과 지방 조직의 발달이 육계와는 차이가 있어 경제적 활용 가치가 떨어짐
- 육계는 산란계보다 생후 첫 3주 동안 사료전환율이 높으며, 4주~20주 사이 성장률도 좋음. 육계의 경우 더 왕성한 먹이 활동을 하여 42일령의 육계 무게는 산란계의 4배~5배임. 육계와 산란계 소화기관의 모양과 기능에도 차이가 있으며, 소장의 효소 활성에도 차이가 있음. 또한 육계와 산란계의 식욕 조절 호르몬에도 차이가 있음. 식욕을 억제하는 인슐린과 부신피질자극호르몬에 대한 반응은 산란계 병아리에서 더 강하게 나타남.
- 산란계 배아는 체중 대비 체내 지방 비율이 높지만, 5주령의 육계의 근육 내 지방 침착률은 산란계 대비 4배 더 높음. 또한 지방량 및 비만 관련 유전자의 발현도 산란계와 육계에 차이가 있음. 육계는 근육 단백질의 분해 속도가 상대적으로 느려, 가슴 근육의 단백질 합성 속도가 빠른 반면, 산란계의 다리 근육은 산화 스트레스에 더 취약함. 이러한 근육 발달의 차이는 고기 품질에 영향을 미침.

나) 도태 방법과 문제점

(1) 도태 방법

- 경제성이 떨어지는 산란계 수평아리의 경우 성 감별 직후 산 채로 분쇄기에 갈리거나, 가스 질식 또는 익사, 압사 등의 방법으로 도태되는 것으로 알려짐.
- 분쇄는 양계산업에서 흔히 사용되는 관행으로, 수평아리들은 컨베이어 벨트를 타고 이동하여 대형 분쇄기에 떨어져 갈림. AVMA에서는 인도적인 안락사 방법으로 간주하고 있지만, 의식 있는 상태에서 찢어지고 부러지는 고통에 대한 비판을 피할 수 없음.
- 이산화탄소를 이용한 살처분은 두 가지 방법이 있음. 하나는 안락사 상자에 CO_2를 천천히 채우는 것이고, 다른 하나는 미리 채워진 고농도의 CO_2상자에 수평아리를 넣는 방법임. AVMA에서는 CO_2를 이용한 도태 방법을 안락사 방법의 하나로 허용하고 있음.

(2) 병아리의 고통 문제

- 배아의 일부 능동적 움직임은 4일령부터 가능하며, 다시냅스 반사궁이 닫히는 7일령 이후에 통증 인식이 시작된다는 연구 보고가 있음.
- 독일은 7일령부터 19일령까지의 병아리 배아를 대상으로 통증을 느끼는 시기를 조사하였음. 뇌파 분석 결과 13일령 이후부터 통각 수용이 이뤄졌음.
- 갓 부화한 병아리는 통증을 느끼지 못한다는 일부 주장이 있으나, 부리자르기 연구 결과에서는 생후 1일령에서도 섭식 행동도 줄어들고, 비활동적인 행동 양상을 보였음.

2) 국내 수평아리 도태 현황

- 통계청과 농림축산식품부, 축산신문의 관련 집계 내용을 토대로 추산한 결과, 지난 5년간 한 해 약 5,000만 마리의 수평아리가 도태되고 있음. 현재 국내에는 「축산법」에 따라 닭을 취급하는 허가받은 부화장은 총 122개소로, 경기도와 충청남도, 전북특별자치도에 집중되어 있음.
- 현행 「축산법」과 「축산물 위생관리법」에는 수평아리 도태와 관련된 규정이 없는 상황이나, 「동물보호법」 제13조에 따르면 '모든 동물이 잔인한 방법으로 도살되어서는 아니 되며, 불가피하게 죽여야 하는 경우에는 고통을 최소화할 수 있는 방법에 따라야 한다'고 명시되어 있음.
- 「폐기물관리법」상 부화하지 못한 달걀의 경우 '축산물가공잔재물'로 분류되나, 신경계가 발달한 척추동물의 경우 '동물사체'로 분류되어 소각하거나 관리형 매립시설을 이용해야 함.

3) 해외 수평아리 도태 관련 정책 및 법령

- 2022년 10월 유럽연합 농수산위원회에서 독일과 프랑스 대표단은 일부 회원국을 대표하여 유럽연합 차원에서 수평아리 도태 관행을 금지할 것을 요구하였으며, 유럽연합 집행위원회에서는 산란업계에서 보다 윤리적이고 지속 가능한 생산 시스템 개발을 촉구하였음.
- 독일의 경우 2022년 1월 1일부터 산란 후 13일령 이상의 배아 도태를 금지하는 법이 시행되었음. 독일은 이와 관련한 「동물보호법」 개정 근거 마련을 위해 연구를 진행하였으며, 난 내성 감별을 위한 연구 개발과 이중 목적 닭의 품종 개발을 위한 연구를 지원하였음. 이 밖에도 독일 과학기술부는 시민 인식 개선을 위한 방법적 연구도 지원하였음.
- 독일의 1,000개 이상의 달걀을 생산하는 부화장의 수는 2021년 22개소에서 법 시행 이후 2022년에는 15개소로 급격히 감소하였음. 하지만 부화용 달걀의 수입과 수출에는 큰 변동이 없는 것으로 조사되었음. 한편 달걀 판매 가격은 2021년 100개당 7.61유로에서 2022년 12.06유로로 58% 이상 상승하였음. 하지만 이는 다른 국가에서도 마찬가지 상황으로 수평아

리 도태 금지의 영향이라고 단정하기는 어려움.

- 프랑스는 2022년 12월 31일 산란계 수평아리 도태가 금지가 시행되었음. 독일과 달리 산란 후 15일 이전의 난 내 성 감별 후 처리가 가능하며 '동물 사료용' 목적의 수평아리 도태는 허용되고 있음. 단 이 경우에도 가스질식에 의한 처리만 인정되고 있음. 프랑스 정부는 부화장의 초기 설치 비용 1,550만 유로를 지원하였음.
- 오스트리아는 2022년 7월 28일 수평아리 도태를 금지하는 법을 공포하였음. 난 내 성 감별은 산란 후 14일 이내로 가능하며, 프랑스와 마찬가지로 '동물 사료용'의 경우 제외됨.
- 이탈리아의 경우 2026년 12월 31일까지 산란계 수평아리 도태 금지를 목표로 하고 있음. 관련 법에서는 수평아리의 난 내 성 감별 기술 개발과 관행을 대체할 만한 혁신적인 기술 연구를 장려해야 한다고 명시되어 있음.

4) 수평아리 도태 방지 연구 및 기술

가) 관련 연구 및 기술

- 산란계 수평아리 용도 전환을 위한 방법으로 수평아리 살찌우기와, 이중 목적 닭의 품종 개발이 있음. 산란계 수평아리는 육계보다 성장까지 더 많은 시간과 더 많은 사료가 필요하다 보니 경제성이 떨어져 틈새시장의 일환으로만 간주되고 있음. 한편 개발된 이중 목적 닭인 로만 듀얼은 달걀 생산 능력이 산란계보다 떨어지나, 도체 중량이나 고기 품질 면에서 양호한 결과를 보여주고 있음.
- 수평아리 도태 방지 방법으로, 비광학적 또는 광학적인 방법으로 부화 전 난 내 성 감별을 하는 것이 있음. 단 이러한 기술은 배아가 고통을 느낄 수 없는 시기에 이루어져야 하며, 결과는 신속하고 정확해야 함. 또한 시장성을 갖추기 위해 경제적이어야 하며, 부화율이나 동물 건강에 부정적 영향을 미치지 않아야 함.
- 비광학적인 방법으로 달걀의 외형적 형태로 성을 감별하는 방법이 있음. 성별에 따라 형태지수나 달걀의 길이, 폭, 부피에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이고 있으나, 정확한 성 감별은 어려움. 또한 배아의 대사 과정에서 발생하는 휘발성 물질로 성을 감별하는 방법이 연구되었으나 현재까지는 관련 데이터가 부족함. 배아 소량의 전혈 또는 세포를 이용하여, '핵산 분자'를 절단해 성을 감별할 수 있으나 높은 전문성을 필요로 하여, 현재 산업에서 실질적 활용은 어려움.
- A. Weissmann 외(2013)는 산란 후 9일령의 달걀 요막액에서 E1S의 농도를 측정하여 성별을 감별하는 기술을 개발하였음. 정확도는 98%이며, 독일 Seleggt사는 해당 연구를 바탕으로 기술을 개발하였음. PLANTegg사도 요막액을 추출하여 PCR검사를 통해 성을 감별하는 기술을 개발하였음. 검사 결과는 99% 이상의 높은 정확도를 보이나, 공정시간과 비용 문제로 시

장성이 다소 떨어진다는 평가가 있음. 네덜란드 In Ovo사는 불특정 바이오마커를 조합한 후, 질량분석법으로 10일령의 달걀에서 95% 이상의 정확도를 가진 난 내 성 감별 기술을 개발하였음.

- 이 밖에 비광학적인 방법으로 난 내 성 감별을 할 수 있는 유전공학적 기술이 있음. 이스라엘의 eggXYt는 녹색 형광 단백질을 성염색체에 결합하여 수평아리를 감별할 수 있는 기술을 개발하였음. 또 Yuval Cinnamon외는 암평아리는 유전적 영향을 받지 않으면서, 초기 수컷 배아는 발생을 멈추게 하는 암탉 '골다(Golda)'를 탄생시켰음. 하지만 유전자변형식품을 제한하는 다수의 국가가 있어 유전공학 기술의 선택은 신중해야 함.
- 광학적 방법으로는 반사 분광학 및 초분광 영상을 활용하는 방법 등이 있음. G¨ohler 외(2017)는 성 특이적인 솜깃털 색상으로 산란계 병아리의 성별을 감별할 수 있는 기술을 연구개발함. 연구 결과 14일령의 달걀을 할로겐램프로 달걀을 비추어 빛의 스펙트럼을 분석하면 97%의 정확도로 성을 감별할 수 있음. 독일의 AAT사는 해당 연구를 바탕으로 13일령 배아의 난 내 성 감별 기술을 개발하였음. 이와 유사하게 배아의 색소 침착이나 정강이 색으로도 성을 감별할 수 있음. 이는 유멜라닌 색소 침착이 있는 암컷이 파오멜라닌 색소 침착이 있는 수컷보다 더 높은 빛을 흡수하는 원리를 이용하였음.
- 한편 수평아리의 배반엽 세포가 암평아리보다 DAN 함량이 약 2% 정도 높은 것으로 알려져 있음. FTIR은 40,000개~60,000개의 배반엽 세포에서 유전 정보를 이용하여 난 내 성 감별을 하는 기술임.
- 라만 분광법은 빛이 매질을 통과할 때 산란되는 현상을 이용하여, 분자의 진동 스펙트럼을 측정하여 물질의 정성 또는 정량 분석함. 이를 이용하여 성별에 따라 다른 생화학적 구성을 갖고 있는 병아리의 고유한 분자 지문을 통해 성별을 감별할 수 있음. 이때 NIR(예: 785nm) 파장을 선택하면 세포 손상을 피하면서 빠른 처리가 가능함. 해당 기술은 AAT사에서 추가 연구 중이나 아직 상용화되지는 못하였음.
- 기타 자기공명영상을 이용하여 배아와 흰자, 난황낭, 요막강 및 양막강을 명확하게 구분하는 방법이 연구되었으나, 당시 성별에 따른 유의미한 차이는 나타나지 않음. 독일 Orbem사는 자기공명영상과 딥 러닝 알고리즘을 결합하여 달걀의 이미지를 분석하고, 해부학적 차이에 따라 성별을 분류하는 기술을 개발하였음. 해당 기술은 산란 후 12일령 이전에도 적용할 수 있고, 비침습적인 방법으로 정확도는 98%임.

나) 최근 기술 동향

- 수평아리 도태 방지 기술과 관련하여 독일이 지금까지 가장 많은 논문(n=14)과 특허(n=173)를 보유하고 있음. 이어서 네덜란드와 미국의 특허 출원이 많으며, 이 세 국가가 324개의 특허를 보유하고 있어 전 세계 시장의 62%를 차지하고 있음. 한편 이스라엘의 경우 59개의 특허 출원을 보유하고 있지만 발표된 논문은 없음.

- 현재 상용화된 기술은 5가지로 비광학적 방법 3가지와 광학적인 방법 2가지가 있음. 비광학적인 방법은 요막액의 추출이 필요하며, 광학적인 방법은 비침습적이나 비교적 늦은 12일령~13일령에 수행이 가능하다는 단점을 가지고 있음. 상용화된 기술을 가진 업체 5곳 중 4곳이 독일업체로, 수평아리 도태 방지 기술에서 현재 독일이 절대적 우위를 차지하고 있음.

5) 국내 산란계 수평아리 도태 대안

- 현재 우리나라의 경우 달걀 성 감별 기술 관련 논문이 확인되지 않고 있음. 반면 2개의 특허가 등록되었으나, 국내 연구진이 아닌 '인 오보 홀딩 비.브이'가 출원자로 확인됨.
- In Ovo사는 2017년 5월에 '난 내 가금류 성별의 비파괴적인 판단 방법 및 시스템'에 관한 특허를 출원하였고, 해당 내용은 달걀 내 물질의 시료를 얻는 단계와 시료의 제1 바이오마커 존재 및 농도를 측정하는 단계, 결과치를 이용해 배아의 특성을 확인하는 방법들이 포함되어 있음. 이에 국내 관련 기술 개발에 앞서 특허 침해 여부를 확인해야 함.
- 상용화된 기술 도입은 서비스를 이용하는 방식으로 지속적인 비용이 발생할 수밖에 없음. 장기적인 비용 절감을 위해서는 국내 연구 기술 개발이 요구됨. 또한 중장기적인 과제로 이중목적 닭의 품종 개발이 필요하며, 이에 맞는 적절한 사육 방식에 관한 연구도 수반되어야 함.
- 현재 유럽을 비롯한 세계 곳곳에서 수평아리 도태의 잔인성에 대한 문제가 제기되고 있음. 하지만 우리나라의 경우 「동물보호법」 제13조에서 동물의 도살 방법을 규정하고 있으나, 사회적 인식 부족으로 기존 관행을 당장 제재하기는 어려움. 따라서 기술 개발과 정책적 지원 방안을 함께 모색해야 함.
- 국내 수평아리 도태 문제에 관한 사회적 인식 향상을 위해, 네덜란드와 독일의 시민 인식 조사 사례를 참고하여 국내 실정에 맞는 전략이 필요함. 네덜란드 시민은 식품의 가격보다는 식품의 안전성, 동물 친화성(복지)를 우선하고 있어, 값이 비싸더라도 '수평아리 도태 없는 달걀'을 선호하는 것으로 조사됨. 독일의 경우 1일령과 4일령의 배아 사진을 활용하였을 때, 도태 방지 기술을 도입한 달걀 구매 의지가 높았음.
- 또한 수평아리 도태 없는 달걀 판매를 위한 유통 및 판로 개척이 필요함. 독일의 경우 REWE, EDEKA, PENNY 등 슈퍼마켓에서 판매되고 있고, 프랑스의 경우 까르푸가 시장에 참여하고 있음. 국내 시장도 동물복지란의 수요가 증가하고 있어, 향후 시장성을 기대할 수 있음.

나. 제언

1) 실태조사의 필요성

❍ 수평아리 도태 문제를 해결하기 위해서는 관련 법의 개정과 정책적 지원이 마련되어야 함. 하지만 현재 국내 부화장에서 도태되고 있는 수평아리에 관한 정보는 전혀 없는 상황으로, 현황 파악이 선행되어야 함. 정부는 관할 지자체와 협력하여, 「축산법」에 따라 허가된 부화장을 대상으로 해마다 도태되고 있는 수평아리의 규모에 대한 조사가 필요함. 또한 분쇄기나 가스질식 장치과 같은 각 부화장에서 갖추고 있는 도태 관련 설비, 도태 방법, 도태된 수평아리의 처리 등에 대한 전반적인 실태조사가 수행되어야 함.

2) 연구 개발 및 지원

❍ 수평아리 도태 중단으로 발생하는 업계 관계자와 소비자의 장기적 비용 부담을 완화하기 위해서는 정부의 연구 및 기술 개발 지원이 필요함. 독일과 프랑스는 도태 대안 기술 마련을 위해 컨소시엄을 출범시켰으며, 이탈리아에서도 기술 연구 장려에 대한 지원과 정책을 법으로 명시하고 있음. 현재 달걀 생산 부분에서 상당한 비중을 차지고 하고 있는 중국에서도 관련 연구가 이루어지고 있으며, 다수의 논문도 발표되었음.[118] 따라서 미래 국내 산란업계의 보호를 위해서는 광학적, 비광학적 방법의 난 내 성 감별 기술의 연구 및 개발을 위한 다각적인 지원이 필요하며, 중장기적인 계획으로 이중 목적 닭의 품종 개발도 이루어져야 함.

3) 기술 보급의 지원

❍ 수평아리 도태 관련 정책 및 기술 도입 과정에서 업계 관계자는 상당한 비용 부담을 가질 수밖에 없음. 수평아리 도태 금지에 대한 업계의 반발을 최소화하기 위해서는 기술 보급을 위한 정부의 노력이 필요함. 프랑스 정부는 계란산업진흥위원회장의 의견을 수렴하여 부화장의 초기 투자 비용으로 1,550만 유로(한화 약 230억, 2024.04. 기준)를 지원하였음. 해외 사례를 통해 우리 정부도 전문가들의 객관적 데이터를 근거로 업계 손실을 예측하고, 기술 보급을 위한 정책적, 경제적 지원 방안이 마련되어야 함.

118) Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023., https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1

4) 사회적 공감대 형성

- 현재 국내 수평아리 도태 문제는 사회적 관심을 거의 받지 못하고 있는 상황임. 수평아리 도태는 오랫동안 농장에서 업계 관행으로 행해져 왔고, 폐쇄적인 업계 시스템으로 외부인이 쉽게 접할 수 있는 문제가 아님. 하지만 수평아리 도태 문제 해결을 위해서는 근본적으로 사회적 인식 개선이 필요함. 동물보호단체는 SNS나 언론 등 매체를 통해 수평아리 도태의 잔인성을 대중에게 적극적으로 알리고, 시민 대상 교육을 통해 사회적 이슈화를 이끌어야 함. 또한 입법기관과 관계부처와 구체적 문제 해결 방안 마련을 위한 논의가 필요함.

5) 도태 관련 법령의 정비

- 국내의 경우 가축의 도태에 대해서는 축산법과 가축전염병 예방법 등에서 규정하고 있으나 이는 질병에 감염된 경우에만 해당. 그 외에는 도태 대상, 목적, 방법 등에 대한 규정은 전무함. 현행 「동물보호법」 제10조제1항제4호와 그 시행규칙에서는 1. 사람의 생명·신체에 대한 직접적인 위협이나 재산상의 피해를 방지하기 위하여 다른 방법이 없는 경우, 2. 허가, 면허 등에 따른 행위를 하는 경우, 3. 동물의 처리에 관한 명령, 처분 등을 이행하기 위한 경우와 같은 정당한 사유 없이 동물을 죽이거나 죽음에 이르게 하는 행위를 금지하고 있음. 법률에서 정한 바 없는 도태 행위의 경우 「동물보호법」 위반 행위로도 해석이 가능함. 수평아리만 하더라도 관련 법의 부재 속에 국내에서만 매년 5천만 마리 정도가 죽임을 당하고 있으며, 그 방법 또한 매우 잔혹함.
- 이는 관련업에 종사하는 이들을 사실상 불법행위로 내몰거나 「동물보호법」을 형해화하는 결과로 나타나고 있음. 따라서 도태와 관련된 정비가 시급하며, 여기에는 허용되는 도태의 목적과 범위, 대상, 방법 등이 담겨야 함.
- 그러나 장기적으로는 불필요한 도태를 줄이기 위한 노력도 병행되어야 함. 특히 수평아리 도태와 같이 기술적 대안이 존재하는 경우 시장 수용 가능성 등을 고려하여 기술개발과 함께 단계적 도입을 검토하고 예외적인 상황에서만(예: 기술적 한계로 병아리 성별을 감별할 수 없거나 기계 오작동 또는 공중보건 상의 위해적 상황인 경우 등) 허용하는 방향으로 제도 정비가 필요함.

5. 참고문헌

가. 국내문헌

- 농림축산식품부, 2022년 동물복지 축산농장 인증 현황 보고
- 법제처 국가법령정보센터,「동물보호법」
- 법제처 국가법령정보센터,「축산법」
- 법제처 국가법령정보센터,「축산물 위생관리법」
- 법제처 국가법령정보센터,「폐기물관리법」
- 통계청, 닭 용도별(산란계) 시도/사육규모별 가구수 및 마리수 통계자료
- 특허정보검색서비스 키프리스
- 가금연구소, 닭 무게가 보인다! 육계 체중 예측 기술 개발, 농촌진흥청 보도자료, 2020.06.11.
- 김재홍의 계란시황, 산란실용계 입식현황, 축산신문 2022.~2024.
- 김화빈, 값싼 돼지고기 뒤 새끼돼지 내려쳐 죽이는 도태가 있다[헬프! 애니멀], 이데일리, 2023.03.20.
- 나만채, 산란계육성기 사양관리, 월간양계 1992.9월호, 99-103.
- 라만 분광학의 이해, 대한소화기내시경학회지 2004:28(Suppl.1):120-125.
- 송신욱, 닭 부리 자르기 금지 국가 늘고 있다...동물복지 강화 일환, 데일리원헬스, 2022.04.01.
- 염지현, [2017 신년기획_그것이 알고싶닭] ① 산란계? 육계? 무엇이 다른가요?, 동아사이언스, 2016.12.30.
- 한국축산데이터, [보도자료]소비자 67%, 동물복지 축산물 선호, 2023.02.23.
- 헤럴드경제, “어차피 비싼 거”…고물가 속 인기 끄는 ‘동물복지 달걀’, 2023.02.25.
- 황인선, [푸드 talk] 육계와 산란계 차이 아세요?, 푸드투데이, 2017.08.30.

나. 해외문헌

- Abigail Klein Leichman,Golda, the Israeli hen that lays only female eggs, Israel21c, 2022.12.28.
- A Groundbreaking Technology, In Ovo, https://inovo.nl/ella/

- Alice Di Concetto et la., Chick and Duckling Killing: Achieving an EU-Wide Prohibition, European Institute for Animal Law&Policy, 2023.01.
- Anke Förster, Laura Zumbrink, Jörg HurlinAAT's CHEGGY as a tool for in ovo sex determination of layer chicken embryo, Agri Advanced Technologies GmbH.
- AVMA, AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition.
- A. Weissmann, S. Reitemeier, A. Hahn, J. Gottschalk, and A. Einspanier. Sexing domestic chicken before hatch: a new method for in ovo gender identification. Theriogenology 80: 199-205., 2013.
- Bericht zur Markt- und Versorgungslage mit Eiern 2022, 2023, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung gefertigt.
- Bruijns, M. R. N., V. Blok, E. N. Stassen, and H. G. J. Gremmen. 2Moral "lock-in" in responsible innovation: the ethical and social aspects of killing day-old chicks and its alternatives. J. Agric. Environ. Ethics 28:939-960. 2015.
- Buzala M, Janicki B. Review: Effects of different growth rates in broiler breeder and layer hens on some productive traits. Poult Sci. 1;95(9):2151-9. doi: 10.3382/ps/pew173. Epub 2016 May 18. PMID: 27194733., 2016.09.
- Bundesministerium der Justiz
- Bundesverwaltungsgericht., Urteil vom 13.06.2019-BVerwG 3 C 28.16.
- CHEGGY Automated sex determination in the hatching egg of layer chicks, Agri Advanced Technologies GmbH.
- Chen, P. et al., Developmental regulation of adipose tissue growth through hyperplasia and hypertrophy in the embryonic Leghorn and broiler. Poult. Sci. 93:1809-1817., 2014.
- Clinton, M., S. Nandi, D. Zhao, S. Olson, P. Peterson, T. Burdon, and D. McBride. Real-time sexing of chicken embryos and compatibility with in ovo protocols. Sex. Dev. 10:210-216. 2016.
- Corrina Reithmayer, Michael Danne, Oliver Mußhoff, Look at that! —The effect pictures have on consumer preferences for in ovo gender determination as an alternative to culling male chicks Department of Agricultural Economics and Rural Development, Georg-August-Universität Germany Poultry Science, 2020.09., https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.09.092
- Countries that Ban GMOs 2024, World Population Review.
- de Haas EN, Oliemans E, van Gerwen MAAM. The Need for an Alternative to

Culling Day-Old Male Layer Chicks: A Survey on Awareness, Alternatives, and the Willingness to Pay for Alternatives in a Selected Population of Dutch Citizens. Front Vet Sci. 17;8:662197. doi:10.3389/fvets.2021.662197.

- Donnelly et al., Comparison of the rates of proliferation of adipocyte precursor cells derived from two lines of chicken which differ in their rates of adipose tissue development. Br. Poult. Sci. 31:187-193., 1993.
- Dritter Abschnitt Töten von Tieren§ 4, Tierschutzgesetz
- dynamique de développement et de déploiement d'alternatives, 2020.01.13.
- eggXYt, https://www.eggxyt.com/
- FARMFOWARD, Chick culling: What is it, what are the methods & is it cruel?.
- Francois Geffrier, Pauline Rouquette, Carrefour et Loue s'associent pour en finir avec le broyage des poussins, Europe1, 2020.02.10.
- Freeman, B.M and Vince, M. A.Development of the Avian Embryo. London Chapman and Hall., 1974. 31) Rosenbruch M. The sensitivity of chicken embryos in incubated eggs. Altex. 1997;14(3):111-3.
- Gerald Steiner et al., Gender determination of fertilized unincubated chicken eggs by infrared spectroscopic imaging, Anal Bioanal Chem 400:2775-2782, DOI 10.1007/s00216-011-4941-3, 2011.
- G¨ohler, D., B. Fischer, and S. Meissner. In-ovo sexing of 14-day-old chicken embryos by pattern analysis in hyperspectral images (VIS/NIR spectra): A non-destructive method for layer lines with gender-specific down feather color. Poult. Sci. 96:1-4., 2017.
- Griffin, H. D. et al., Why are young broiler chickens fatter than layer strain chicks ? Comp. Biochem. Physiol. Part A 100:205-210. 1991.
- Gurung S et al., Depopulation of Caged Layer Hens with a Compressed Air Foam System. Animals (Basel). 2018 Jan 11;8(1):11. doi: 10.3390/ani8010011. PMID: 29324639; PMCID: PMC5789306. 2018.01.
- HAMBURGER, V. & NARAYANAN, C. H. (1969). Effects of the deafferentation of the trigeminal area on the motility of the chick embryo. J. expo Zoo!., 170: 411-426., 1969.
- Icken, W., M. Schmutz, D. Cavero, and R. Preisinger. 2013. Dual purpose chicken: the breeder's answer to the culling of day-old male layers. Proc. 9th European Symposium on Poultry Welfare, Uppsala, Sweden.

- IL POST, Cosa vuol dire che Coop “salva il pulcino maschio”, 2019.04.05.
- Jones et al., Skeletal muscle protein turnover in broiler and layer chicks. J.Anim.Sci. 62:1576-1583., 1986.
- Jung et al., Comparisons of chicken muscles between layer and broiler breeds using proteomics. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 20:307-312., 2007.
- Oda et al., Quantitative differential expression of alpha and beta ryanodine receptor genes in PSE(Pale, Soft, Exudative) meat from two chicken lines: broiler and layer. Braz. Arch. Biol. Technol. 52:1519-1525., 2009.
- KH, Luxembourg Supports EU-Wide Ban on Male Chick Culling, 2022.10.18.
- Klinikum rechts der Isar Technische Universität München, Projektzusammenfassung: Schmerzempfinden bei Hühnerembryonen, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
- Krautwald-Junghanns ME et la., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods. Poult Sci. 2018.03. 1;97(3):749-757. doi: 10.3382/ps/pex389. PMID: 29294120.
- Le broyage des poussins mâles désormais interdit dans la filière des poules pondeuses, Le Monde & AFP, 2022.02.06.
- Legge di delegazione europea 2021. (22G00136), Presidenza del consiglio dei Ministri.
- Leiqing, P., Z. Wei, Y. Minli, S. Ye, G. Xinzhe, M. Long, L. Zijun, H. Pengcheng, and T. Kang. Gender determination of early chicken hatching eggs embryos by hyperspectral imaging. Trans. Chin. Soc. Agric. Engin. 32:181-186. 2016.
- LOHMANN, LOHMANN DUAL-Layer and Broiler at the very same time, Poultry News., 2013.02.
- L'Usine Nouvelle, Comme le confirme un décret paru au Journal officiel dimanche 6 février, l'élimination des poussins mâles dans les couvoirs sera interdite en France à partir du 1er janvier. 2023. En face, la filière œuf s'inquiète de la mise en œuvre et des coûts de cette mesure., 2021.07.
- L214, BROYAGE DES POUSSINS : L214 DÉNONCE LA TRAHISON DU GOUVERNEMENT, 2022.12.07.
- Mahagna, M., and I. Nir., Comparative development of digestive organs, intestinal disaccharidases and some blood metabolites in broiler and layer-type chicks after

hatching. Br. Poult. Sci. 37:359-371. 1996.

- Männliche Eintagsküken der Legehennenrassen werden derzeit mit vernünftigem Grund im Sinne von § 1 Satz 2 TierSchG getötet., Openjur.
- Maria Teresa Manuelli, Le uova Coop sono «cruelty free»: stop alla soppressione dei pulcini maschi, ItalyX, 2021.07.14.
- Martin Rosenbruch, Zur Sensitivitat des Embryos im bebruteten Huhnerei, ALTEX14, 111-113.
- Matthias Corion et al., Trends in in ovo sexing technologies: insights and interpretation from papers and patents, Journal of Animal Science and Biotechnology, 2023.,https://doi.org/10.1186/s40104-023-00898-1
- M.E. Krautwald-Junghanns et al., Current approaches to avoid the culling of day-old male chicks in the layer industry, with special reference to spectroscopic methods, Poultry Science 0:1-9, 2018.06.17., http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex389
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTUREET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE, Fin du broyage des poussins mâles d'ici fin 2021 : les ministres allemand et français mobilisent les acteurs des filières avicoles pour accélérer la.
- Mirjam Koenig, Gisela Hahn, K. Damme and M. Schmutz, Utilization of laying-type cockerels as coquelets“: Influence of genotype and diet characteristics on growth performance and carcass composition., Arch.Geflügelk., 76(3),197-201, 2010.11.25.
- M. J. Gentle et al., Behavioural and anatomical consequences of two beak trimming methods in 1-and 10-d-old domestic chicks, British Poultry Science, 2007.11.08.
- Muramatsu et al., Contribution of whole-body protein synthesis to basal metabolism in layer and broiler chickens. Br. J. Nutr. 57:269-277., 1987.
- Rathnayaka Mudiyanselage Amila Subhashinie Bandara, Assessment of Methods for On-Farm Euthanasia of Layer Chickens,Guelph, Ontario, Canada, 2019.06.
- Orcutt, M. W., and R. B. Young. Cell differentiation, protein synthesis rate and protein accumulation in muscle cell cultures isolated from embryos of layer and broiler chickens. J. Anim. Sci. 54:769-776., 1982.
- Other business, Agriculture and Fisheries Council, 17 October 2022, European Council
- Poultry by Huminn, https://www.huminnpoultry.com/sexing-solution/
- Pressemitteilung der Plantegg GmbH vom, 2021.10.15.

- Question N° 4180(Nicolas Thierry), 16ème législature Assemblée nationale, 2023.01.21.
- Respeggt group, Let's end chick culling together, 2024.
- Respeggt System Manual, respeggt GmbH, Hildeboldplatz 15-17, 50672 Cologne, Germany, 2023.05.
- Roberta Galli et al. In ovo sexing of domestic chicken by Raman spectroscopy. Anal. Chem. 88:8657-8663. 2016.
- Roxell, Beak treatments for broiler breeders: a declining trend worldwide, 2022.03.29.
- Rozenboim, I., and E. Ben Dor. The use of reflectance spectroscopy for fertility detection in freshly laid egg and gender sorting in mid incubation period. Poult. Sci. 90(E-suppl. 1):98. (Abstr.)., 2011.
- Sandercock et al., Quantifying the effects of genetic selection and genetic variation for body size, carcass composition, and meat quality in the domestic fowl (Gal lus domesticus). Poult. Sci. 88:923-931., 2009.
- Shiraishi, J. et al., Comparisons of insulin related parameters in commercial-type chicks: Evidence for insulin resistance in broiler chicks. Physiol. Behav. 103:233-239., 2011.
- Swennen et al., Further investigations on the role of diet-induced thermogenesis in the regulation of feed intake in chickens: comparison of age-matched broiler versus layer cockerels. Poult. Sci. 86:895-903. 2007.
- Tachibana et al., Intracerebroventricular injection of neuropeptide Y modifies carbohydrate and lipid metabolism in chicks. Regul. Pept. 136:1-8., 2006.
- The PLANTegg process, https://www.plantegg.de/en/#our-feature
- Tierschutzgesetz, Tiertransportgesetz, Änderung (2586/A), Parlament Österreich.
- Tiwari et al., Cloning and characterization of chicken fat mass and obesity associated (Fto) gene: fasting affects Fto expression. Domest. Anim. Endocrinol. 42:1-10., 2012.
- TSchG Verbot der Tötung, Tierschutzgesetz, Jusline.
- Verbot des Kükentötens, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023.12.04.
- VIER PFOTEN in Österreich, Pionierprojekt „Haushuhn und Gockelhahn“, 2023.11.15.

- Yilmaz-Dikmen, B., and S. Dikmen. A morphometric methodof sexing white layer eggs. Braz. J. Poult.Sci. 15:203-210. 2013.
- Yin et al., Expression profiles of muscle genes in postnatal skeletal muscle in lines of chickens divergently selected for high and low body weight. Poult. Sci. 93:147-154. 2014.
- Zhou, W. et al., Developmental increases in hypothalamic neuropeptide Y content with the embryonic age of meat- and layer type chicks. Brain Res. 1072:26-29., 2006.
- Zumbrink, L. et al. (2020). Electrical anaesthesia of male chicken embryos in the second third of the incubation period in compliance with animal welfare. European Poultry Science, 84.

수평아리 도태 문제점과 개선방안

A study on the Problems and Improvement of Male chick culling

동물자유연대 KOREAN ANIMAL WELFARE ASSOCIATION

한국동물복지연구소 KOREAN INSTITUTE FOR ANIMAL WELFARE RESEARCH

ISBN 979-11-985653-2-7(05490)

비매품 / 무료