

전과정 측면에서 한우의 환경적·산업적 특징 연구



강원대학교

2022. 7.

「본 연구 결과는 연구진의 의견 및 주장이며 한우자조금의 공식
입장과는 다를 수 있음」

제 출 문

한우자조금관리위원장 귀하

본 보고서를 「전과정 측면에서 한우의 환경적·산업적 특징 연구」의
완료보고서로 제출합니다.

2022년 7월
강원대학교 박 규 현

연구 기관명 | 강원대학교 산학협력단
에이치아이피

연구 책임자 | 박규현 (강원대학교, 부교수)
연성모 (에이치아이피, 대표)

연 구 원 | 박유성 (에이치아이피, 책임연구원)
이근영 (에이치아이피, 책임연구원)
김윤숙 (에이치아이피, 책임연구원)

연 구 보 조 | 정연주 (에이치아이피, 과장)

연구 목차

제1장. 연구배경 및 필요성	01
제1절. 연구 현황 및 문제점	01
제2절. 본 연구의 차별점	11
제3절. 연구 필요성	12
제4절. 연구 목적 및 방법	27
제2장. 자원순환 측면에서의 한우의 온실가스 영향 특성	42
제1절. 한우 사육에 활용되는 농식품 부산물의 폐기 및 이용 시나리오의 비교	42
1) 연구방법	45
2) 연구결과	66
제2절. 분뇨처리 등 자원화 방법별 시나리오 비교	71
1) 연구방법	71
2) 연구결과	73
제3절. 종합결론	75
제3장. 한우 사육의 산업 구조적 위치 특정 및 홍보자료 구축	79
제1절. 한우 유래 원료의 활용분야 조사, 분류화, 도식화	79
1) 연구방법	79
2) 연구결과	79
제2절. 전과정평가를 활용한 한우의 열량 및 영양소당 온실가스 영향	99

1) 연구방법	100
2) 연구결과	107
제3절. 소비자 홍보전략 수립	123
1) 연구방법	125
2) 연구결과	126
제4절. 한우 사육 전과정 측면의 환경적·산업적 특징을 고려한 홍보 방안	157
제5절. 종합결론	165
 제4장. 요약 및 결론	 167
 참고문헌	 172
부록 A 해외 육우 LCA 연구 및 PCR 분석표	177
부록 B 기후변화 특성화 계수 (IPCC 2013, 100a)	179
부록 C 한우 산업의 환경영향에 대한 소비자 인식 변화조사 설문지	219
부록 D 한우산업의 환경영향 정보 카드 뉴스	224

표 목차

표 1-1. 사료원별 온실가스 배출계수 연구 결과 (농촌진흥청).....	05
표 1-2. 2050 국가 온실가스 감축목표 (2050 저탄소 사회 비전 포럼)	14
표 1-3. 2050 국가 탄소중립 시나리오.....	15
표 1-4. 2050 농식품 탄소중립 목표의 정책 방향과 핵심 과제.....	18
표 1-5. 2050 농식품 탄소중립을 위한 로드맵과 주요 지표.....	19
표 2-1. 한우의 평균 생체중량.....	45
표 2-2. 한우 두당 사육현황통계(통계청).....	46
표 2-3. 국내 사료원별 소비 비율 통계(2015~2019).....	47
표 2-4. 음용수, 전기, 화석연료 두당 투입량 추정 결과.....	49
표 2-5. 사료 적용 LCI 데이터베이스 및 탄소배출계수.....	56
표 2-6. 국내 평균 한우 사료 탄소발자국(1kg 사료 당).....	58
표 2-7. 한우 분뇨처리 비율.....	60
표 2-8. 부산물 사용량(통계청).....	60
표 2-9. 식용유/부산물의 환경부하 할당 기준(중량).....	61
표 2-10. 쌀/부산물의 환경부하 할당기준(중량).....	62
표 2-11. 국내 사용 부산물별 LCI 데이터베이스 및 탄소발자국.....	63
표 2-12. 바이오폐기물 처리 공정 탄소발자국.....	65
표 2-13. 한우 투입/산출 Gate-to-Gate 데이터 및 배출계수.....	67
표 2-14. 한우 1마리에 대한 탄소발자국 결과 및 기여도.....	68
표 2-15. 부산물에 의한 탄소발자국 산정.....	69
표 2-16. 동식물성 잔재물 처리 통계 보정 및 단위 폐기물 처리당 탄소발자국 계산.....	70

표 2-17. 가축분뇨 처리 비율 현황.....	72
표 2-18. 가축분뇨 재자원화 공정의 탄소발자국.....	73
표 2-19 A. 자동차 종류별 온실가스 배출량 산정.....	76
표 2-19 B. 한우 산업 유무에 따른 온실가스 배출량과 자동차 연료 소비량의 온실가스 배출량 비교.....	76
표 2-19 C. 국가보고서 기준에 따른 한우 생산의 온실가스 배출량과 자동차 연료소비량 온실가스 배출량 비교.....	77
표 3-1. 도축장 구분 별 소 (한우) 1차 부산물 가격.....	82
표 3-2. 소 유래 화장품 원료 및 효능.....	84
표 3-3. 국내 소 혈액 발생량 및 자원화 가능한 혈액 산정.....	84
표 3-4. 세계 시장의 동물 혈액 제품 현황.....	85
표 3-5. 식품 산업 내 동물 혈액 관련 제품 현황.....	86
표 3-6. 사료 산업 내 동물 혈액 관련 제품 현황.....	87
표 3-7. 의약품 산업 내 동물 혈액 관련 제품 현황.....	88
표 3-8. 소 유래 치료제 성분 및 제품명.....	89
표 3-9. 소 유래 원료들의 효능.....	95
표 3-10. 선행 연구의 한국인 권장식단과 완전채식식단 비교 연구.	102
표 3-11. 권장 에너지 섭취량 기준 식품별 섭취량.....	103
표 3-12. 권장 단백질 섭취량 기준 식품별 섭취량.....	105
표 3-13. 완전채식식단(VMP)와 한국인 권장식단(SMP)의 단백질 및 아미노산 비교.....	113
표 3-14. 한국인 권장식단과 완전채식식단의 단백질 및 아미노산 당 온실가스 배출량.....	114
표 3-15. 권장 에너지 섭취량 기준 식품별 영양소 및 온실가스	

배출량 비교	118
표 3-16. 권장 단백질 섭취량 기준 식품별 영양소 및 온실가스 배출량 비교	119
표 3-17. 한우산업에 대한 인식 조사 항목	125
표 3-18. 조사대상자의 일반적 특성	127
표 3-19. 한우산업이 기후환경에 미치는 영향	128
표 3-20. 기후환경에 미치는 영향 대응 표본 통계량	128
표 3-21. 기후환경에 미치는 영향 대응 표본 상관관계	129
표 3-22. 기후환경에 미치는 영향 대응표본 검정	129
표 3-23. 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량	130
표 3-24. 온실가스 배출량이 많은지 여부 대응표본 통계량	131
표 3-25. 온실가스 배출량이 많은지 여부 대응표본 상관관계	131
표 3-26. 온실가스 배출량이 많은지 여부 대응표본 검정	132
표 3-27. 오염요인 인식 사전 조사	133
표 3-28. 오염요인 인식 사후 조사	133
표 3-29. 산업용 원료 사용되고 있는지 인지 여부 사전 조사	134
표 3-30. 산업용 원료에 사용되고 있는지 인지 여부 사후 조사	135
표 3-31. 에너지원 활용으로 환경에 기여 정도	136
표 3-32. 축산분뇨 활용 기여 정도 대응표본 통계량	137
표 3-33. 축산 분뇨 활용 기여 정도 대응표본 상관관계	137
표 3-34. 축산 분뇨 활용 기여 정도 대응표본 검정	138
표 3-35. 부산물을 한우 먹이 활용시 환경기여도	139
표 3-36. 대두박 등 먹이활용 대응표본 통계량	139
표 3-37. 대두박 등 먹이활용 대응표본 상관관계	140
표 3-38. 대두박 등 먹이활용 대응표본 검정	140

표 3-39. 환경 폐기물 감축 영향도	141
표 3-40. 환경 폐기물 감축 영향 대응표본 통계량	142
표 3-41. 환경 폐기물 감축 영향 대응표본 상관관계	142
표 3-42. 폐기물 감축 영향 대응표본 검정	143
표 3-43. 환경 기여도	144
표 3-44. 환경에 기여정도 대응표본 통계량	145
표 3-45. 환경에 기여정도 대응표본 상관관계	145
표 3-46. 환경에 기여정도 대응표본 검정	146
표 3-47. 한우 산업에 대한 인식변화	147
표 3-48. 충격적인 내용 담고 있는 카드번호	148

그림 목차

그림 1-1. 국가 온실가스 인벤토리에 관한 2006년 IPCC 지침 국내 적용을 위한 기본계획	01
그림 1-2. 전과정 개념 모식도	02
그림 1-3. LCA방법론을 적용할 경우의 축산업의 전과정 시스템 경계 모식도	03
그림 1-4. 축산 온실가스 배출량 조회 시스템(농촌진흥청)	04
그림 1-5. 한우 유래 온실가스에 대한 언론의 부정적 기사(중앙일보)	08
그림 1-6. 한우 분뇨 처리 방법별 발생 원료의 대체효과와 환경영향 평가 현황	09
그림 1-7. 한우 사육 시스템의 역할과 문제의식	10
그림 1-8. 농축수산 부문별 온실가스 배출량	14
그림 1-9. 2030 국가 온실가스 감축목표 조정 (탄소중립위원회) ..	16
그림 1-10. 2050 탄소중립 실현 축산분야 탄소저감 농업기술 실용화 개발 사례	21
그림 1-11. 농축수산분야 2050 탄소중립 시나리오 (농촌진흥청) ..	22
그림 1-12. 농업분야 부문별 배출량(1990~2018)	24
그림 1-13. 탄소중립 기술의 2030 추진전략(안)	26
그림 1-14. 연구 흐름 요약도	28
그림 1-15. 자원순환 측면에서의 한우 사육의 역할(현황)	29
그림 1-16. EU PEF 육우 부위별 할당 방법 연구 결과	30
그림 1-17. 환경부 LCI 데이터베이스 표준지침서	31
그림 1-18. 축산 생산물 시스템 경계 및 단위공정(GtG) 모듈 관계	

개념도	32
그림 1-19. 가축용 사료 탄소발자국 산정 시스템 경계	32
그림 1-20. 공정데이터 산출 및 검증	33
그림 1-21. 단위공정 데이터세트와 집단화 공정 데이터세트	33
그림 1-22. 한우 사양 단계별 증체량 및 사료 급여량 변화(예시) ..	35
그림 1-23. 한우 산업에서 타 산업 부산물을 처리하지 않았을 경우 발생될 수 있는 온실가스 영향	36
그림 1-24. 한우 분뇨 처리 방법별 발생 원료의 온실가스 측면 대체 효과 평가	37
그림 1-25. 한우와 연계된 산업 분류(예)	39
그림 2-1. 국내 평균 가축용 사료 구성비 도출을 위해 활용한 통계 자료	47
그림 2-2. 에너지 총조사 보고서, 농림축산식품 통계 연보	49
그림 2-3. 식용유 및 쌀의 제품/부산물 환경부하 흐름도	62
그림 2-4. 한우산업에서 타 산업 부산물을 처리하지 않았을 경우 발생할 수 있는 온실가스 영향	63
그림 2-5. 볏짚 이용 시스템 경계	69
그림 3-1. 도축 부산물 유통경로 모식도	81
그림 3-2. 국내 비식용 도축 부산물 처리	83
그림 3-3. 소 유래 원자재 및 그 이용 모식도 - 1	96
그림 3-4. 소 유래 원자재 및 그 이용 모식도 - 2	97
그림 3-5. 소 유래 원자재 및 그 이용 모식도 - 3	98
그림 3-6. 권장 에너지(Kcal) 섭취량 기준 각 식품군 별 함량 비율 (%)	106
그림 3-7. 권장 단백질(g) 섭취량 기준 각 식품군 별 함량 비율 (%)	

.....	107
그림 3-8. 동물성 식품 포함 혹은 제외 경우 식품 섭취 비율 변화·	
.....	108
그림 3-9. 미국의 식품 구성과 동물성 식품 포함 혹은 제외 경우 식품구성에 따른 영양성분함량 및 온실가스 배출량, 소요 비용, 식품 섭취량 비교.....	110
그림 3-10. 동물성 식품 포함 혹은 제외 경우 온실가스 배출량 비교	111
그림 3-11. 완전채식식단(VMP)과 한국인 권장식단(SMP)의 열량당 온실가스 배출비교.....	112
그림 3-12. 권장 에너지(Kcal) 섭취량 기준 각 식품별 영양성분 권장 섭취량 도달 정도 비교.....	116
그림 3-13. 권장 단백질(g) 섭취량 기준 각 식품별 영양성분 권장 섭취량 도달 정도 비교.....	117
그림 3-14. 한우 환경적·산업적 특징 홍보를 위한 촉진 전략.....	159
그림 3-15. 한우 환경적·산업적 이용에 대한 홍보자료.....	162

제1장. 연구 배경 및 필요성

제1절. 연구 현황 및 문제점

- 현재 국가 온실가스 인벤토리 산정에는 ‘기후변화에 관한 정부 간 협의체 (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC)’ 의 IPCC 1996을 활용하고 있으나 2023년까지 IPCC 2006으로 전환하기 위한 업무 진행 중
 - 축산부문 장내 발효 및 가축 분뇨처리에 대한 배출계수를 개발하여 온실가스종합정보센터에 제출하였으나 일부 자료에 대한 근거 부족으로 보완이 필요한 상황
 - 1차 계획 기한인 2019년까지 IPCC 2006 적용에 필요한 통계 구성요소 개발 및 데이터 확보를 위한 연구 필요

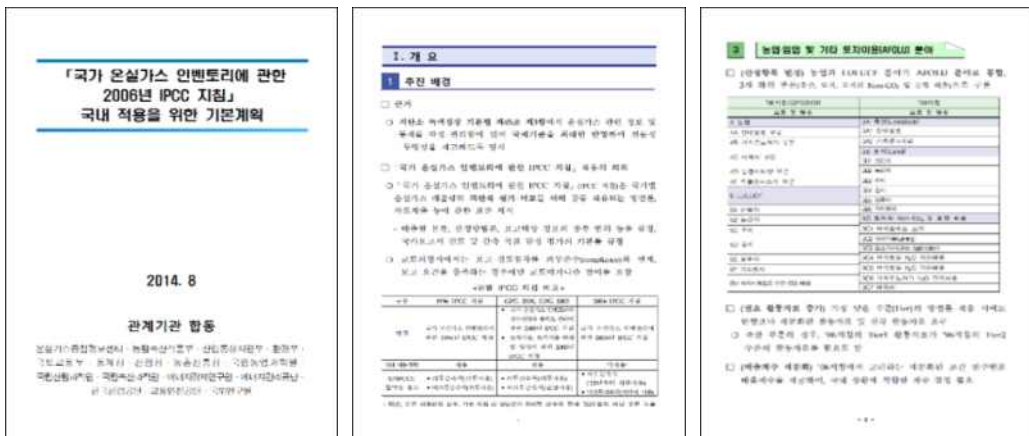


그림 1-1. 국가 온실가스 인벤토리에 관한 2006년 IPCC 지침 국내 적용을 위한 기본계획

- 국제적으로 환경영향평가를 위한 전과정평가 기법이 활용되고 있음
 - 전과정평가란 제품 시스템의 전과정에 걸쳐 투입물(Input), 산출물(Output) 및 잠재적 환경영향(Potential environmental impacts)를 취합하고 평가하는 방법 (KSA ISO 14040:2007)

- Life Cycle Assessment(LCA)에서 언급하는 제품의 전과정은 원료물질의 채취 및 가공에서부터 완성된 제품의 폐기에 이르는 제품과 관련된 일련의 모든 과정(Cradle to Grave)을 말함
- 제품의 전과정에서 발생하는 환경영향을 평가하는 것이 Life Cycle Assessment의 기본 개념임

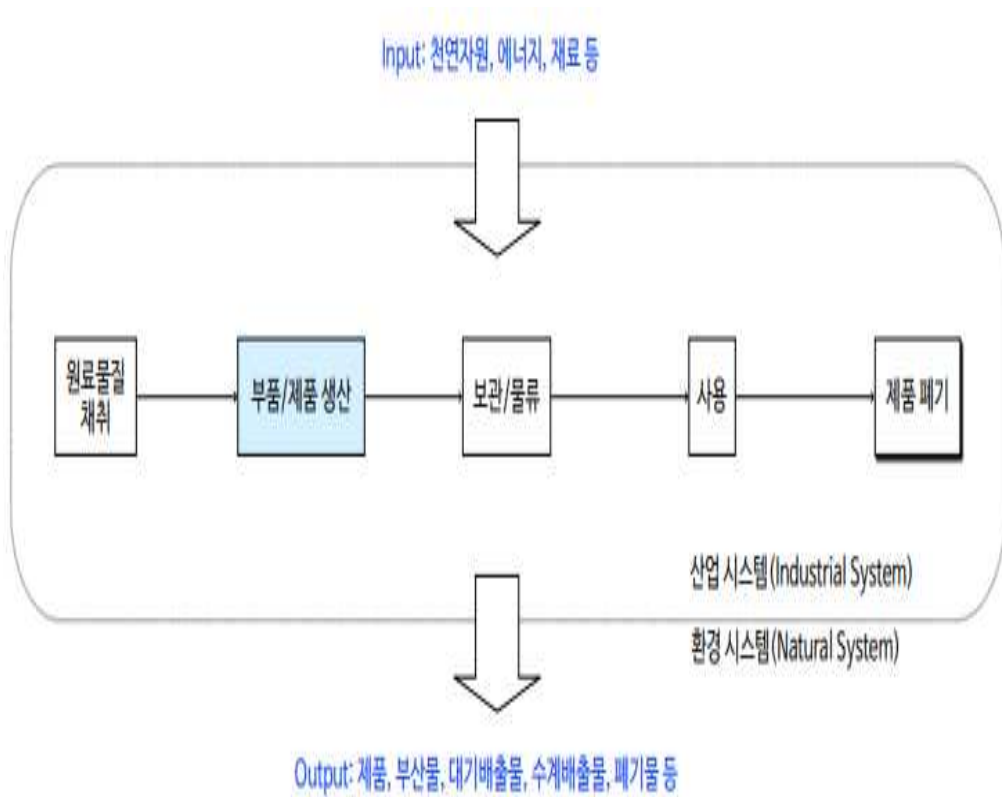


그림 1-2. 전과정 개념 모식도

- 전과정평가 관점에서 축산분야의 온실가스 배출량은 IPCC 가이드라인에서 산출하는 장내발효 및 분뇨처리에 의한 직접배출 이외에 급이 하는 사료의 생산, 운송, 농장의 유지에 필요한 에너지사용, 용수 사용 등에 의한 온실가스 영향을 포함

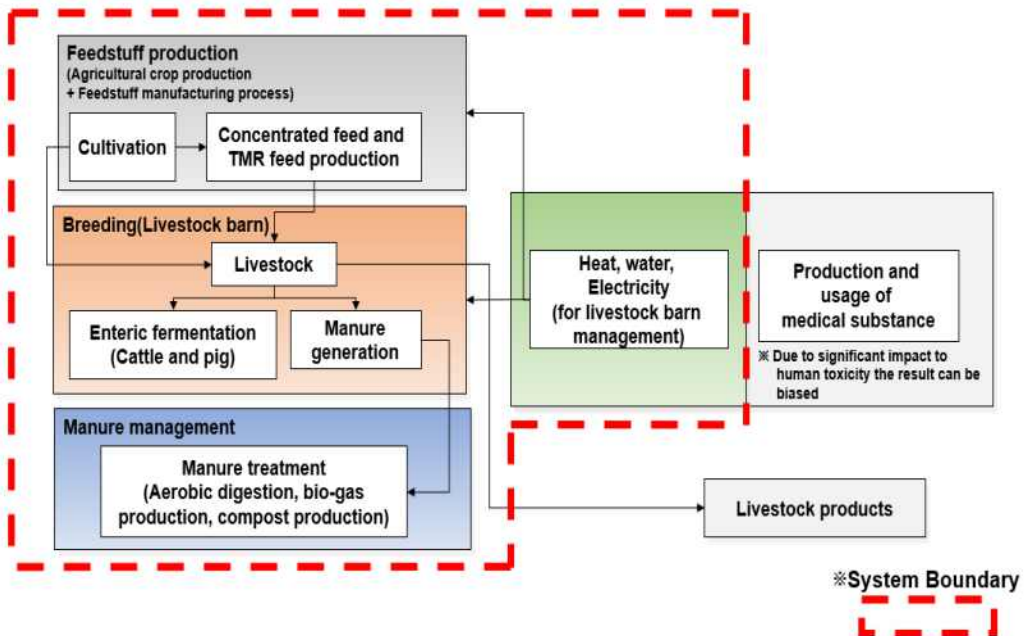


그림 1-3. LCA방법론을 적용할 경우의 축산업의 전과정 시스템 경계 모식도

- 2012년부터 시행된 저탄소 농축산물 인증제도를 시행 중이며 일부 축산물에 대한 저탄소 농축산물 인증을 위한 축산물 온실가스 배출량 산정 기준 초안 마련
 - “저탄소 농축산물 인증제 참여를 위한 반추 가축 축산물 Life Cycle Inventory(LCI) DB 기반 구축” 연구를 통해 젖소와 한·육우로부터 생산되는 축산물에 대한 온실가스 배출량을 산출할 수 있는 PCR 초안을 개발하여, 원유(Raw milk), 육우, 한우, 도태우, 송아지 출하에 대한 온실가스 배출량을 산출할 수 있는 기반을 마련
 - 타 세부 및 협동과제에서 개발된 장내발효 및 분뇨처리에 의한 온실가스 배출계수가 국가온실가스 종합정보센터의 승인을 받은 후, 이를 결합하여 tier 2 방법을 적용한 온실가스 배출량 산출 기반 마련

- 축산물 저탄소 농축산물 인증을 위해 필요한 LCI 데이터베이스 부족
- 저탄소 축산 기술 분류 작업 미진행
- 우리나라 축산부문의 온실가스 배출원 설정을 위해 전과정평가(LCA) 방법을 도입하여 시스템경계를 설정하고 각 부분별 온실가스 배출원 목록 작성(축산원, '12)
- 국립축산과학원과 아주대에서는 축산부문 온실가스 배출량 산정을 위해 LCA 방법을 적용한 5대 축종(젖소, 한/육우, 돼지, 육계, 산란계)에 대한 온실가스 배출량 산정 방법론 및 산정 도구를 개발(2010)
- 국립축산과학원과 아주대, 충남대에서는 각각 축산 분뇨, 사료원, 사육단계에 대한 온실가스 배출량 산정을 위한 LCI 데이터베이스를 구축(2012)

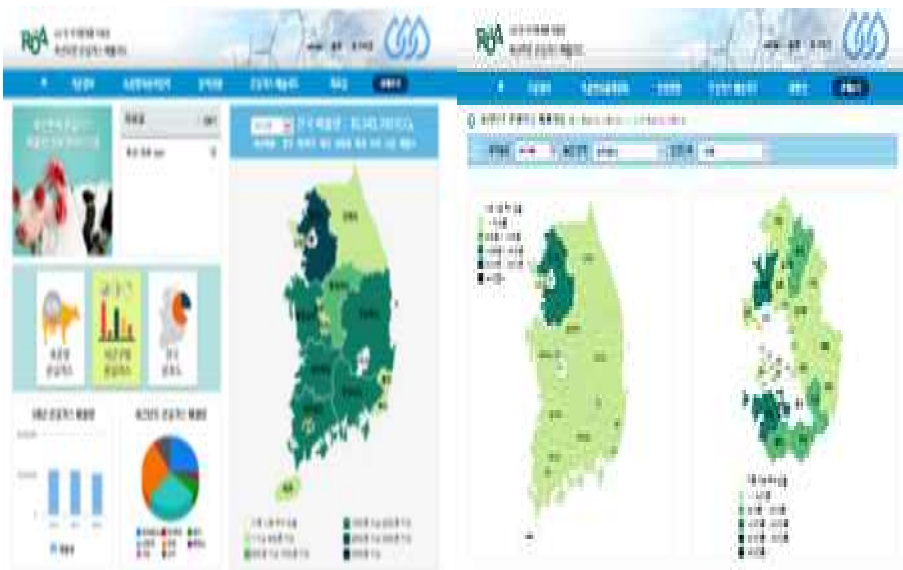


그림 1-4. 축산 온실가스 배출량 조회 시스템(농촌진흥청)

표 1-1. 사료원별 온실가스 배출계수 연구 결과 (농촌진흥청)

No.	사료 분류	사료원 종류	생산지역	기능 단위 (f.u.)	GWP100 (CO ₂ eq/f.u.)	비고
1	농후 사료	옥수수	미국	1kg	7.49E-01	해외 DB 분석
2		옥수수	국내	1kg	2.93E-01	국내 영농법
3		옥수수_화성	국내	1kg	1.62E-01	국내 site data
4		옥수수_용인	국내	1kg	2.25E-01	국내 site data
5		대두박	미국	1kg	1.51E+00	해외 DB 분석
6		대두박	수입	1kg	7.12E-01	해외 DB 분석
7		밀	우크라이나	1kg	7.61E-01	해외 DB 분석
8		유채	국내	1kg	2.23E+00	국내 영농법
9		유채	중국	1kg	8.73E-01	해외 DB 분석
10		채종박	중국	1kg	4.17E-01	해외 DB 분석
11		채종박	인도	1kg	4.30E-01	해외 DB 분석
12		호밀	캐나다	1kg	3.42E-01	해외 DB 분석
13		호밀	호주	1kg	3.13E-01	해외 DB 분석
14		호밀	국내	1kg	1.10E+00	국내 영농법
15		호밀_화성	국내	1kg	1.56E-02	국내 site data
16		연맥	미국	1kg	5.83E-01	해외 DB 분석
17		연맥	호주	1kg	5.84E-01	해외 DB 분석
18		연맥	국내	1kg	2.36E-02	국내 영농법
19		보리	호주	1kg	4.69E-01	해외 DB 분석
20		팜박	말레이시아	1kg	9.10E-02	해외 DB 분석
21		팜박	인도네시아	1kg	9.15E-02	해외 DB 분석
22		바가스	말레이시아	1kg	2.06E-02	해외 DB 분석
23		바가스	인도네시아	1kg	2.11E-02	해외 DB 분석
24		당밀	태국	1kg	1.19E-01	해외 DB 분석
25		당밀	인도네시아	1kg	1.20E-01	해외 DB 분석
26		수수	국내	1kg	5.06E-01	국내 영농법
27		사료용 무	독일	1kg	7.32E-02	해외 DB 분석
28		사탕 무	태국	1kg	6.39E-02	해외 DB 분석
29	조사료	알팔파	미국	1kg	3.26E-01	해외 DB 분석
30		단수수대	미국	1kg	2.79E-02	해외 DB 분석
31		목초	중국	1kg	5.44E-02	해외 DB 분석
32		건초	중국	1kg	2.17E-02	해외 DB 분석
33		마 섬유	중국	1kg	1.30E-01	해외 DB 분석
34		호밀짚	캐나다	1kg	1.04E-01	해외 DB 분석
35		호밀짚	호주	1kg	7.56E-02	해외 DB 분석
36		옥수수 사일리지	호주	1kg	7.69E-02	해외 DB 분석
37		보리짚	호주	1kg	1.24E-01	해외 DB 분석
38		벼짚	국내	1kg	9.53E-01	국내 영농법
39		이탈리안 라이그라스	국내	1kg	9.41E-02	국내 영농법

No.	사료 분류	사료원 종류	생산지역	기능 단위 (f.u.)	GWP100 (CO ₂ eq/f.u.)	비고
40		청보리	국내	1kg	9.06E-01	국내 영농법
41		헤어리베치	국내	1kg	1.59E-01	국내 영농법
42		밀 쪼	국내	1kg	2.04E-04	국내 영농법
43		수단그라스_김포	국내	1kg	4.34E-01	국내 site data
44	기타 사료	석회석	국내	1kg	2.13E-03	국가 LCI DB
45		우지	미국	1kg	7.06E-01	해외 DB 분석
46	제조 공정	농후사료 제조공정	국내	1kg	1.33E-02	국내 site data

- 국내에서 개발된 LCI 데이터베이스 중 축산 분뇨와 사육단계(장내발효)에 대한 데이터베이스의 경우, 저탄소 농축산물 인증 제도 운영에 활용되기 어려운 실정
 - 분뇨처리에 대한 LCI 데이터베이스의 경우, 처리 기술별 투입/산출물 데이터를 수집하여 작성되었으며 사양 축종별 분뇨의 성상에 대한 고려는 이루어지지 않음
 - 사육단계(장내발효)의 경우, 축종에 대한 국가 평균 배출량에 대한 데이터베이스를 개발하였으나, IPCC 가이드라인에서 요구하는 수준의 데이터를 통해 개발되지 않아 “저탄소 농축산물 인증제도” 및 IPCC 2006 가이드 기준에 맞지 않음
- 국내에서 시행되고 있는 저탄소 농축산물 인증제도에서 활용 가능한 원유(Raw milk), 육우, 한우, 도태우, 송아지 출하에 대한 제품범주규칙 개발
 - 원유, 도태우, 송아지에 대한 제품범주규칙과 한·육우에 대한 제품범주규칙 총 2가지의 제품범주규칙이 개발됨
 - 개발된 제품범주규칙과 국가 통계를 활용한 국내 기본 온실가스 배출량 산출(tier 1 방법)
 - 장내발효 및 분뇨처리 tier 2 배출계수가 최종 승인되면 tier 2 배출계수로 대체하는 작업이 필요

- 프랑스는 축산물 전과정 평가를 위해 ‘AGRIBALYSE program’을 적용하여 연구하였으며 연구 결과 도출을 위해 여러 배출량 값을 적용하였음
- AGRIBALYSE program을 통해 AGRIBALYSE database을 구축하여 환경라벨링에 대한 근거로 활용될 수 있도록 하고 있으며, 농산물 136건, 축산물 78건, 단위 공정 프로세스 113개의 LCI 데이터베이스가 제공됨 (www.ademe.fr/agribalyse-en)
- 덴마크는 홈페이지(www.lcafood.dk)를 통해 농산물 및 식품 전반에 대한 약 250여 건의 LCI DB 및 구축 방법론 제공하며 약 300건의 농산품 관련 데이터를 보유하고 있음. 또한 LCA food 컨퍼런스 개최, DIAS report 발행 등 농식품 부문 LCA 연구를 활발히 진행 중임
- 축산의 부정적 이미지에 대한 대응 필요
 - 한우의 환경측면에서의 부정적 인식은 실증 데이터에 의한 정량적 평가 결과가 아닌 가축사육 산업이 가지고 있는 부정적인 이미지(분뇨, 악취, 과거 매체를 통해 알려진 비위생적인 사육시스템 등)에 의해 형성된 부분이 많음
 - 과거에 환경관리시스템이 구축되기 이전의 축산업의 이미지의 고착화
 - 온실가스 배출원으로 부각됨에 따라 언론의 무분별한 공격
 - 자동차와 한우 사육의 목적이 다름에도 불구하고 한우에 불리한 기준을 적용하여 단순 온실가스 배출량 측면에서 한우가 환경에 좋지 않다는 이미지를 지속적으로 부각시키고 있음

사회

검찰·법원 교육 사건·사고 복지 교통 환경 지역 건강

오죽하면 '방귀세' 생길 뻔...자동차 가스보다 독한 소 방귀

[중앙일보]입력 2021.02.12 05:00

인쇄 공유 댓글

그림 1-5. 한우 유래 온실가스에 대한 언론의 부정적 기사 (중앙일보)

- 그럼에도 타 산업과의 연관성, 그에 따라 발생하는 온실가스 배출량 저감에 대한 정량적 연구가 부족해 적극적인 대응이 어려운 실정임
- 한우에 대한 부정적 인식 확산에 적극적으로 대응할 수 있는 과학적 근거 마련 연구의 부족함
 - 온실가스 배출이 많은 식재료라는 인식 확산에 단순 한우의 온실가스 배출량을 평가하기 위한 연구만 진행되었음(소극적 대응)
 - 사육과정에서 발생 되는 분뇨에 의한 오염 이슈에 대하여 악취제거, 정화처리, 재자원화 등의 기술개발은 활발하나 실효성을 평가하고 소비자 인식을 개선할 수 있는 직관적 지표의 부재
 - 한우의 분뇨처리 기술에 따라 발생하는 원료(퇴비, 액비, 바이오가스, 고체연료 등)는 경종 농업 분야에서 활용하는 화학비료와 가정 및 산업 분야의 에너지를 대체할 수 있음
 - 하지만 화학비료와 에너지를 대체함으로써 얻을 수 있는 온실가스 측면의 이득에 대해서는 연구와 홍보가 미흡한 실정임

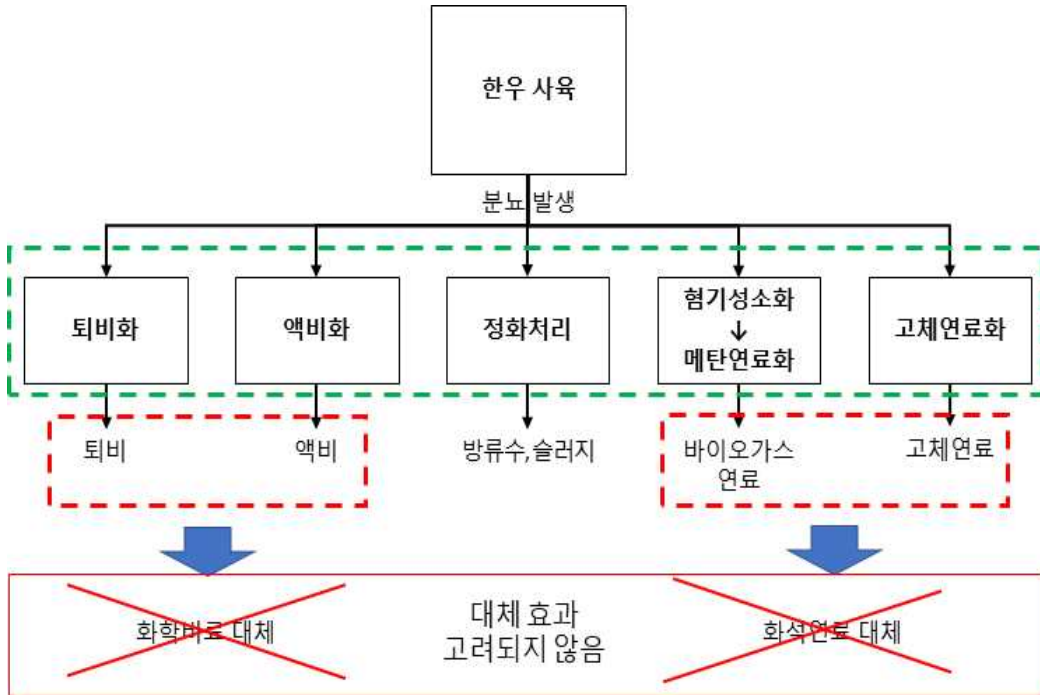


그림 1-6. 한우 분뇨 처리 방법별 발생 원료의 대체효과와 환경영향 평가 현황

- 경종 농업 부산물(짚류, 초목 등)과 식품산업으로부터 발생하는 식품제조/가공 부산물(대두박, 과일박, 술지게미 등)을 사료로 활용하고 있으나 이에 의한 온실가스 영향 측면의 이익 분석 연구가 부족함
- 한우를 비롯한 축산업은 경종 농업 분야 및 식품산업에서 발생하는 다양한 부산물을 사료로 활용함으로써 경종 농업과 식품산업에 수익성을 제공하고 폐기물을 처리해 주는 역할을 수행하고 있음
- 하지만 타 산업에 수익성 제공과 폐기물에 의한 환경영향을 떠안아 처리해 주는 역할에 의한 환경적 이득을 정량화하거나 홍보하는 활동이 부족하며 최근에 무분별한 안티 축산 진영의 공격에 무방비 상태로 노출되어있는 실정

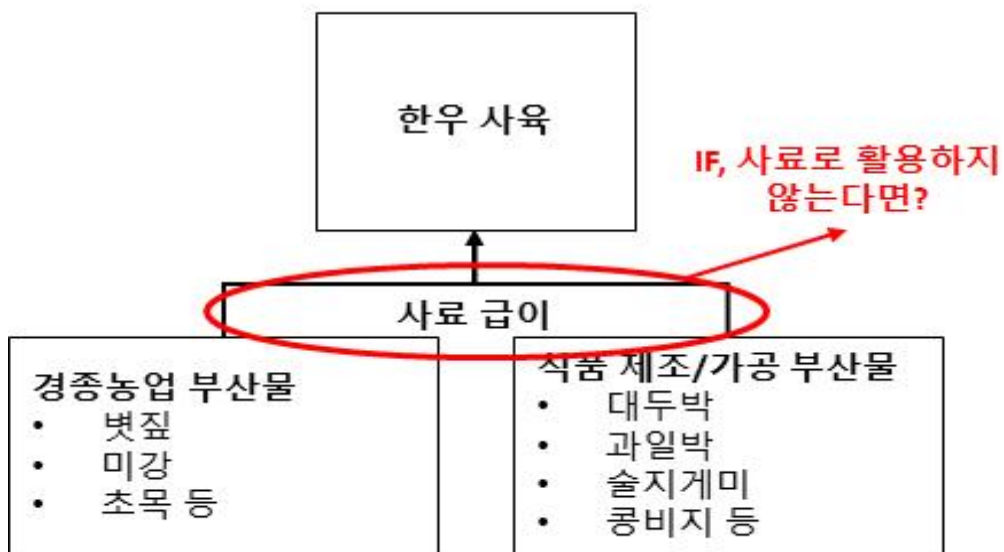


그림 1-7. 한우 사육 시스템의 역할과 문제의식

- 소비자의 식물성 원료에 대한 과도한 신뢰와 동물성 원료에 대한 막연한 불신에 대하여 적극적 대응을 위한 근거 구축연구 미비
- 한우 사육의 목적에 대한 제한적인 소비자 인식의 제고를 위한 연구 부족
- 한우 사육이 단순히 소고기 생산에 국한되는 것으로 인식하고 있어 한우(고기)를 대체할 수 있는 식품을 기준으로 한우 사육에 대한 부정적 여론 형성
- 한우로부터 생산되는 다양한 부산물들이 다양한 산업의 원료로 사용되고 있음을 소비자에게 직관적으로 알릴 수 있는 방안에 대한 연구 부족

제2절. 본 연구의 차별점

- 전과정평가(Life Cycle Assessment, LCA)를 활용한 한우(고기)에 대한 환경영향을 정량적으로 평가함
 - 사료의 생산부터 성체의 출하에 이르는 한우 사육의 전과정에 걸쳐 발생하는 환경영향을 정량적으로 평가
 - 사육과정에서 발생하는 분뇨의 처리 방법 중 자원화와 관련된 방법(퇴비화, 연료화 등)에 의한 환경적 이익을 정량적으로 평가
 - 경종 농업 부산물(짚류, 초목 등) 및 식품제조/가공 부산물(대두박, 과일박, 술지게미 등)의 사료이용에 의해 발생하는 환경적 이익을 정량적으로 평가
- 한우 사육과정에서 대체 사료로 사용되는 식품산업 및 경종 농업 발생 부산물의 폐기처리 시나리오를 수립하고 시나리오별 온실가스 영향을 비교·분석하여 한우 사육의 온실가스 영향 측면의 효과를 규명할 수 있음
 - 경종 농업 부산물(짚류, 초목 등)과 식품산업으로부터 발생하는 식품제조/가공 부산물(대두박, 과일박, 술지게미 등)을 사료로 사용함에 따른 사료작물 대체효과 평가
 - 부산물을 사료로 활용하지 않을 경우 필요한 적절한 처리 방법 시나리오 수립 및 처리 과정에서 발생하는 온실가스 영향 평가
- 사육과정에서 발생하는 분뇨처리 방법별 시나리오 수립, 시나리오별 온실가스 영향을 비교·분석하여 온실가스 영향 측면에서 유리한 방법을 제시할 수 있음
 - 분뇨의 자원화에 의한 비료 및 에너지원 대체에 따른 온실가스 영향 평가
 - 온실가스 영향 측면에서 유리한 분뇨처리 방법에 대한 기초자료 제공
- 식품산업 이외의 산업군에서의 한우의 역할을 소비자에게 직관적으로 알릴 수 있음
 - 한우에서 발생하는 원료별로 활용되는 산업에 대한 도식화를 통해 소비자의 이해도를 높일 수 있음

제3절. 연구 필요성

■ 국내·외 현황 및 전망

- 2050 탄소중립이 글로벌 의제화
 - 2016년 파리협정의 발효 이후, UN기후정상회의(2019.9) 이후 121개 국가가 ‘2050 탄소중립 목표 기후동맹’에 가입
 - 장기 저탄소 발전전략(long term low greenhouse gas emission development strategies, LEDS)의 UN제출 시한(2020.12) 및 주요국의 탄소중립 선언(EU, 2019.12 / 중국, 2020.9 / 일본, 2020.10 / 한국, 2020.10) 확대
 - 기후변화가 글로벌 경제질서의 변화 초래
 - EU, 미국 등 주요국들의 ‘탄소국경세’ 도입 논의 본격화
 - 기업들은 RE100(기업사용 전력의 100%를 재생에너지로 충당) 캠페인에 참여하고 있으며, 기업의 비재무적 정보를 보는 환경·사회·지배구조(ESG)에 투자 확대
- 미국과 유럽연합 주도로 6대 온실가스 중 하나인 메탄 감축을 통한 기후위기 대응
 - 2030년까지 전 세계 메탄 배출량을 2020년 대비 최소 30% 감축
 - 메탄은 이산화탄소 다음으로 온난화에 미치는 영향이 큰 온실가스임
 - 대기 중 체류 기간이 짧은 메탄 발생을 감축할 경우 지구 평균 온도 상승을 1.5 °C 이내로 낮추려는 파리협약의 목표에 기여
 - 코로나 19 영향으로 다른 대기오염물질들의 발생은 줄었으나 메탄은 크게 증가하였음
 - 메탄은 대기 중 체류 기간이 약 10년으로 이산화탄소보다 현저하게 짧아 온난화 완화를 위한 빠르고 효과적인 방안의 하나임
 - 영국 글래스고에서 열린 제 26차 기후변화당사국총회(COP26) 정상회의에서 글로벌 메탄 서약 출범 (2021년 11월)

- 농업은 에너지 저장 및 수송 그리고 매립지와 함께 주요 메탄 발생원 임

■ 우리나라 정책적 측면

- 국제경제가 빠르게 기후위기 대응을 위한 전환에 돌입함에 따라 글로벌 산업경쟁력 강화 차원에서도 기후 이슈의 중요성 대두
 - 기후변화로 인한 국내 피해를 최소화하고 국제사회의 책임 있는 일원으로서 기후위기 대응에 적극 동참 필요
 - 정부는 ‘대한민국 2050 탄소중립 전략(2050 Carbon Neutral Strategy of the Republic of Korea)’을 유엔기후변화협약에 제출하고 탄소중립을 위해 매진하고 있음
 - ‘2050 저탄소 사회비전포럼(2019.3 출범)’에서 제시한 우리나라의 ‘2050 장기 저탄소 발전전략’을 기본으로 하여 사회적 논의를 거쳐, ‘대한민국 2050 탄소중립 전략’ 발표(2020.12), ‘2050 탄소중립 시나리오안’ 발표(2021. 10)
 - 농축산부문의 2017년 배출량은 1990년에 비해 7% 감소(비에너지 부문: 3% 감소, 에너지 부문: 23% 감소)하였으나 축산의 비에너지 분야는 지속적으로 증가하고 있음
 - ‘대한민국 2050 탄소중립 전략’ 중 농축수산부문 주요 내용으로 스마트 농업으로의 전환 가속화* 및 저탄소 농업기술 개발·보급 확대**가 포함되어 있음
- * 4차 산업혁명(인공지능, 빅데이터 등)으로 인해 에너지 및 자원 사용의 효율화 추진
- ** 가축 장내발효 개선으로 메탄 배출 감축, 가축분뇨 처리 과정 중 메탄과 아산화질소 배출 감축, 현재 사용하고 있는 화석연료를 저탄소 에너지원으로 전환 확대 등

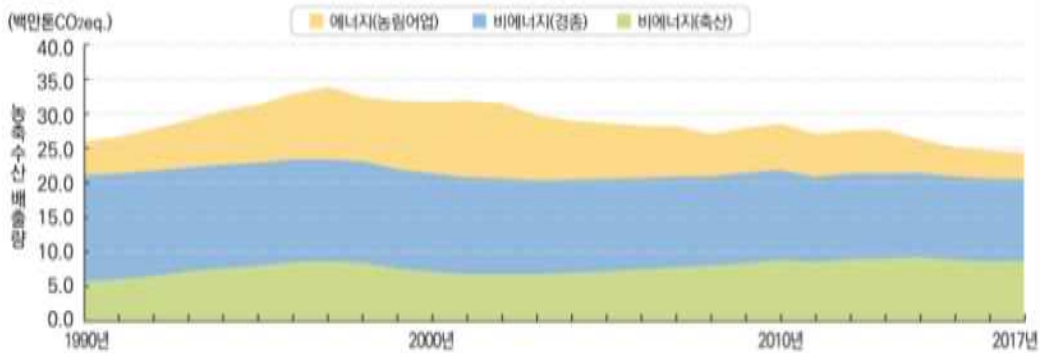


그림 1-8. 농축수산 부문별 온실가스 배출량

- 우리나라는 2030년까지 온실가스 감축목표를 2017년 온실가스 배출량(709.1 백만톤CO₂eq) 대비 24.4% 감축(173.1 백만톤CO₂eq)을 발표함

표 1-2. 2050 국가 온실가스 감축목표 (2050 저탄소 사회 비전 포럼)

구 분			2017년 현황	2050년 목표				
				제1안	제2안	제3안	제4안	제5안
국가	배출량(백만톤)		709.1	178.9	222.0	279.5	355.9	425.9
	감축률(2017년 대비)		-	75%	69%	61%	50%	40%
부문별	전환	배출량	252.3	24.8	28.9	71.4	75.6	125.3
		감축률		90.2%	88.6%	71.7%	70.0%	50.3%
	산업	배출량	259.9	89.7	124.1	132.2	200.7	211.1
		감축률		65.5%	52.3%	49.2%	22.8%	18.8%
	건물	배출량	52.8	17.5	18.8	20.3	21.4	22.5
		감축률		66.8%	64.4%	61.6%	59.5%	57.3%
	수송	배출량	98.3	26.3	28.8	33.8	36.0	40.0
		감축률		73.3%	70.7%	65.7%	63.4%	59.4%
	폐기물	배출량	16.8	9.1	9.4	9.6	9.8	10.0
		감축률		46.1%	43.9%	43.2%	41.9%	40.7%
	농축 어업	배출량	24.1	21.8	22.2	22.5	22.8	22.8
		감축률		9.5%	7.8%	6.6%	5.5%	5.4%
	탈루*등	배출량	4.8	7.3				
	산림	흡수량	-	17.6	17.6	17.6	17.6	13.0
배출원 단위	GDP당(톤/백만원)		0.46	0.07	0.08	0.10	0.13	0.16
	인당(톤/인)		13.8	3.6	4.5	5.7	7.2	8.6

- ‘2050 저탄소 사회 비전 포럼’에서는 2050년까지 2017년 온실가스 배출량(709.1 백만톤CO₂eq) 대비 최대 75%(1안) ~ 최소40%(5안)을 제시하였음
- 부문별 세부 정책 방향과 전환 속도 등을 가늠하는 나침반 역할의 2050 탄소중립 시나리오 수립 (2021.10)
 - 탄소중립이 실현되었을 때의 미래상과 부문별 전환 내용을 전망
 - 국내 순배출량을 0으로 하는 2개 시나리오로 구성
 - 화력발전 전면 중단 등 배출 자체를 최대한 줄이는 A안과 화력발전이 잔존하는 대신 CCUS 등 제거 기술을 적극 활용하는 B안 제시

표 1-3. 2050 국가 탄소중립 시나리오

(단위 : 백만톤CO₂eq)

구분	부문	'18	초안			최종본		비고
			제1안	제2안	제3안	A안	B안	
	배출량	686.3	25.4	18.7	0	0	0	
배출	전환	269.6	46.2	31.2	0	0	20.7	- (A안) 화력발전 전면중단 - (B안) 화력발전 중 LNG 일부 잔존 가정
	산업	260.5	53.1	53.1	53.1	51.1	51.1	
	건물	52.1	7.1	7.1	6.2	6.2	6.2	
	수송	98.1	11.2 (-9.4)	11.2 (-9.4)	2.8	2.8	9.2	- (A안) 도로부문 전기수소 차 등으로 전면 전환 - (B안) 도로부문 내연기관 차의 대체연료(e-fuel 등) 사용 가정
	농축수산	24.7	17.1	15.4	15.4	15.4	15.4	
	폐기물	17.1	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	
	수소	-	13.6	13.6	0	0	9	- (A안) 국내생산수소 전량 수전해수소(그린수소)로 공급 - (B안) 국내생산수소 일부 부생·추출 수소로 공급
	탈루	5.6	1.2	1.2	0.7	0.5	1.3	
	흡수원	-41.3	-24.1	24.1	-24.7	-25.3	-25.3	
흡수 및 제거	이산화탄소 포집 및 활용 저장 (CCUS)	-	-95	-85	-57.9	-55.1	-84.6	
	직접공기포집(DAC)	-	-	-	-	-	-7.4	- 포집 탄소는 차량용 대체 연료로 활용

* 시나리오 간 내용이 상이한 부문은 파란색으로 표시

- 농축수산 부문의 ‘50년의 배출 목표는 ‘18년 24.7 백만톤CO₂eq 대비 37.7% 감축된 15.4 백만톤CO₂eq
 - 어선 및 농기계 연료의 전기 수소화, 고효율 에너지 설비 보급, 바이오매스 에너지화 등 추진
 - 화학비료 저감, 친환경 농법 시행 확대 등 영농법 개선을 통해 농경지 메탄 및 아산화질소 발생 억제
 - 가축분뇨 자원순환 확대 및 저탄소 가축관리시스템 구축 등에 따른 온실가스 감축
 - 식단변화, 대체가공식품 이용 확대 등 식생활 전환
- 국제동향 등을 고려하여 2030 국가 온실가스 감축목표를 ‘18년 대비 40% 감축으로 상향 조정함으로써 정부의 탄소중립을 위한 정책의지를 보임(2021.10)

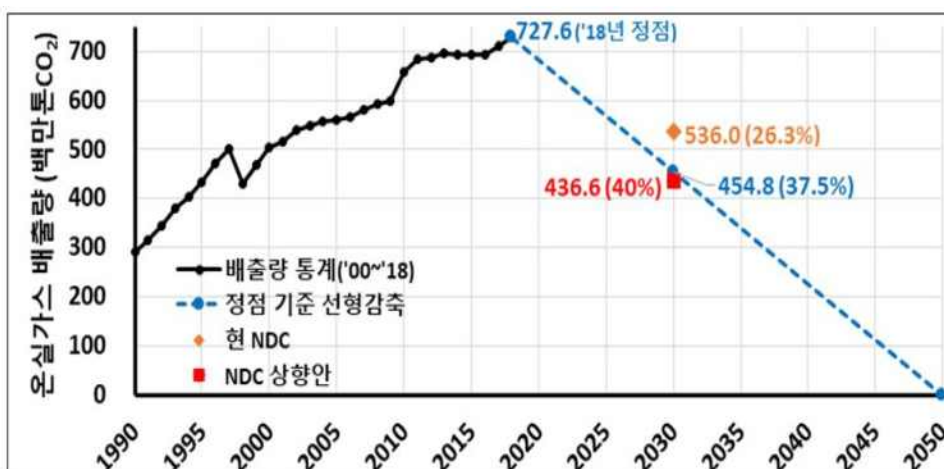


그림 1-9. 2030 국가 온실가스 감축목표 조정 (탄소중립위원회)

- 농축수산부문은 ‘가축분뇨 자원순환 촉진’을 핵심 정책지표로 추진하기로 함
- ‘농축산 친환경 에너지 시설 확대’는 감축 효과, 기술 성숙,

비용 감축에 있어 유리한 것으로 평가됨

- ‘2050 탄소중립 시나리오안’ 중 농축수산부문의 감축 수단으로 연료 전환, 영농법 개선, 가축 관리, 식생활 전환의 4가지와 정책제언을 포함하고 있음
 - 어선 및 농기계 연료의 전기·수소화와 같은 연료 전환, 고효율 에너지 설비 보급, 바이오매스 에너지화 등 추진
 - 영농법 개선의 화학비료 저감, 친환경 농법 시행 확대 등 농경지 메탄·아산화질소 발생 억제
 - 가축분뇨 자원순환 확대 및 저탄소 가축관리시스템 구축 등에 따른 온실가스 감축
 - 식생활 전환 중 식단의 변화, 대체가공식품 이용 확대
- ‘2050 탄소중립 시나리오안’의 농축수산부문의 정책제언
 - 식량안보 강화 및 농·어업분야 기후 적응 정책 추진을 위한 기술지원체계 강화 및 통계 기반 개선 및 온실가스 보고·검증 체계 개선
 - 농축수산업의 환경적 지속가능성과 생산성 동시 향상을 위해 재배, 조업 및 양식 과정에서의 배출 최소화 기술 보급 및 기술 개발과 생산성 향상을 위한 축사·양식장 시설 개선 및 디지털화·스마트화 지원
 - 농수산물식품 수요·공급 체계 전반의 저탄소화를 위한 지역 먹거리 선순화 체계 구축 및 온라인 거래 확대로 유통과정의 온실가스 배출 감축 지원 확대
 - 기후변화와 식습관의 관계에 대한 교육·홍보 강화 및 대체가공식품 품질 향상 등을 통한 식생활 전환 운동
- ‘2050 농식품 탄소중립 추진전략’의 이행을 위한 향후 과제
 - 농림축산식품부는 2050년 온실가스 감축 목표량의 70% 이상을 2030년까지 감축하는 적극적 목표치를 제시

표 1-4. 2050 농식품 탄소중립 목표의 정책 방향과 핵심 과제

정책 방향		핵심 과제
구조	저탄소 농업구조 전환	1. DNA 기반 정밀 농업 확산 2. 환경친화적 농업 확산 3. 농업자원(토양, 수질) 관리 강화 4. 온실가스 저장 기능 강화
감축	온실가스 배출 저감	1. (경종) 논물관리 및 비료사용 감축 2. (축산) 사육관리·분뇨처리 개선 및 생산성 향상 3. (유통) 농식품 유통거리 축소 4. 식생활 개선 및 음식물 낭비 저감
	화석에너지 사용 축소 및 에너지 전환	1. 시설농업 저탄소 에너지 전환 2. 농산물 유통시설 에너지 효율화 3. 농기계 에너지 전환
+		
전환	재생에너지 확대	1. 농촌 재생에너지 공급 확대 2. 농촌마을 RE100 3. 농촌공간계획을 통한 에너지 자립지구 구축

- 농업생산구조와 관련된 정책은 기존 고투입·집약적 농업 구조를 저탄소 구조로 전환하는 것을 목표로 D.N.A.(Data, Network, AI) 기반의 디지털 영농체계 구축 예정
- ‘축산’ 정책은 저메탄사료 개발과 양질의 조사료 확대 등을 통한 가축 사육관리, 정화처리 확대와 퇴비 감축·에너지화 등을 통한 분뇨처리 개선, 스마트 축사 보급 및 소 사육방식 개선을 통한 축산 생산성 제고
- 농림축산식품부는 2050년까지 2018년 대비 농축산(에너지 포함) 분야 합계 8,243천 톤(감축률 37.2%)의 온실가스 감축 로드맵 표 1-4. 제시
- 가축분뇨의 농경지 투입량을 줄이고 비농업계로의 이동을

촉진하는 것으로 온실가스 감축에 2030년 목표의 63.9%, 2050년 목표의 52.1% 달성 가능

표 1-5 2050 농식품 탄소중립을 위한 로드맵과 주요 지표

구 분 (천톤CO ₂)		2030년		2050년	
		목표치	감축량	목표치	감축량
논물관리	소계	-	540	-	540
	간단관개(중간물떼기) (2주 이상, %)	61.1	474	61.1	474
	논물알개대기 (간단관개 면적 중 %)	10	66	10	66
농경지	소계	-	2,008	-	2,269
	질소비료 저감 후 사용량 (kg/ha)	115	267	115	268
	바이오차 보급 (토양개량제 대비 보급률, %)	9	58	10	65
	농경지 투입 분뇨량 저감 (%)	33	1,683	35	1,936
장내발효	소계	-	751	-	1,075
	저메탄사료 보급(2세이상, %)	30	121	100	402
	분뇨 내 질소 저감(%)	13.2	630	13.2	673
가축분뇨	비농업계이동 (에너지화정화처리 비율, %)	33	2,058	35	2,355
생산성 향상	소계	-	452	-	1,773
	식단변화에 따른 가축 사육두수 감소율 (%)	-	-	10.2	995
	축산생산성 향상 (스마트축사 보급, %)	30	389	50	579
	배양육, 식물성분 고기, 곤충원료 등에 의한 육류 대체 (%)	4.4	63	15	200
에너지	소계	-	49	-	231
	고효율 에너지 설비 (등유 감소, %)	9	14	50	41
	농기계 (경유/등유 수요, %)	10/5	35	100/50	190
감축량 총계		5,858		8,243	

- 1단계 ‘저탄소 농업 전환 및 감축 기술 확립’의 비전·목표 달성에 주력 후, 2단계와 3단계에 이르러 ‘온실가스 감축폭 확대’ 및 ‘탄소 중립 농업 실현’ 순서로 실현 목표 공표
- 탄소중립 목표 달성과 기후위기 대응의 시급성을 고려하여 현 계획 구체화 및 농업 현장의 홍보자료 보급 필요
- ‘농식품 탄소중립 추진전략’에 설정된 각 부문별 온실가스 감축량 및 사업 목표량 추진을 위한 조직, 예산 등 명확히 하고 사업 목표량의 기대효과를 정량적 평가가 되도록 성과관리체계 마련 필요
- 농식품 탄소중립 추진전략의 효과적 이행을 위한 농식품 분야 각 사업별·분야별 별도의 개별법 제정 고려 필요
- 축산의 경우 ‘축사시설현대화사업’, ‘축산분야 ICT 융복합 확산사업’, ‘가축분뇨처리지원사업’ 대상에 축사시설 온실가스 배출 저감을 위한 다양한 시설 설치 등이 포함되도록 사업 범위 확장 중이며, 저메탄사료 개발 및 보급과 육류 대체식품 육성과 관련된 협의 필요

□ 가축분뇨 고체연료 개발

기술개발	(축산원) 가축분뇨 고체연료 입상화 및 연소기술 개발
○ 우분고체연료 제조기술 개발 - 우분고체연료 환형(작은 알갱이) 펠릿 가공 기술 개발 ○ 우분고체연료 연소기술 개발 - 연소실 배기온도 상승기술(800℃) 개발을 위한 혼소조건 확립	 '소분뇨 고체연료' 신기술 개발 가축분뇨 고체연료 개발

□ 가축분뇨 바이오가스 플랜트 적용

현장적용	(충남 논산) 논산계룡축협 지역단위통합관리센터
○ 지원사업 : 환경부 지역단위통합관리센터 지원화 사업(2016년) - 시설용량 : 유기성폐자원 150톤/일 처리, 14,500kw/일 전기생산 * 가축분뇨 110톤 + 음폐수 30톤 + 농축부산물 10톤 - 탄소배출권 승인 : 2019년	 바이오가스 설치 현장

현장적용	(충남 홍성) 원천마을 바이오가스 생산시설
○ 지원사업 : 농식품부 가축분뇨 공동자원화(에너지화) 사업(2018년) - 시설용량 : 가축분뇨 110톤/일 처리, 4,800kw/일 전기생산 * 단상 소화조 3기 운영(2,000m³ 규모 3기) - 2021년부터 운영 시작	 바이오가스 설치 현장

□ 정밀영양 및 환경부하물질 저감 기술 개발

기술개발	(축산원) 비육기간 단축을 위한 비육후기 단백질 최적화 기술 개발
○ 한우 비육기간 단축을 위한 28개월 단기사양 프로그램 개발 - 비육기간 3개월 단축으로 생산비 6.3% 절감 가능 ○ 한우 비육후기 사료의 조단백질 급여수준 최적화 - 현행(15%) 대비 저단백(12.5%) 급여 시 체중 및 1st출현을 양호 ☞ 단백질 조절에 따른 효과 : 5.7%↓(생산비), 9.94%↓(질소배출량)	 비육기간 단축 프로그램

그림 1-10. 2050 탄소중립 실현 축산분야 탄소저감 농업기술 실용화 개발 사례

■ 2050 탄소중립 실현을 위한 농업기술 개발·보급 전략 (2021.12., 농진청)

- 농축산부문 온실가스 배출량은 국가 총배출량의 3.0% 수준('18)이며, 배출원별 감축 기술은 꾸준히 개발되었으나 영농현장(사업) 적용성과 감축 효율성이 낮음
- 농축산 부문 온실가스 배출원별 감축 범위 및 규모는 식량안보면에서 어느 정도 양해되어 있으나 감축기술 실용화 등은 강력 추진 필요
- 수정, 보완된 '50년의 농축산분야 배출 목표는 2018년 배출량 22.2백만톤 대비 30.6% 감축 (감축후 배출량: 15.4 백만톤)
 - 감축목표량 8.1백만톤 : 비에너지 7.9(농업 2.8, 축산 5.1), 에너지 0.2
 - 농축산분야는 식량안보 및 생물이 연계된 산업으로 타산업과 상이한 특성을 지니고 있어 2050 배출 전망이 2018년에 비해 증가함
- 감축목표량은 2050 배출전망치 대비 34.5%에 해당함

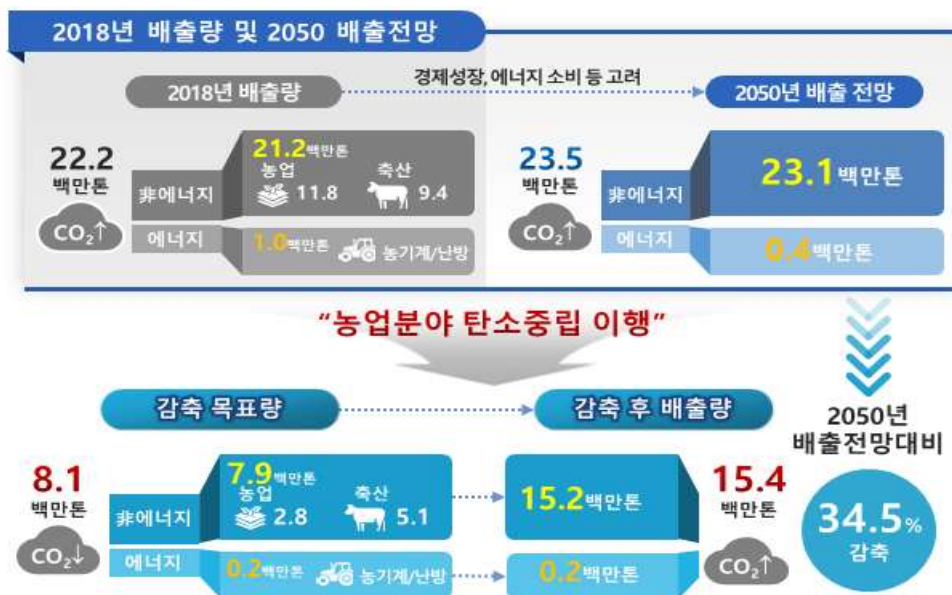


그림 1-11. 농축수산분야 2050 탄소중립 시나리오 (농촌진흥청)

■ 축산이 온실가스 배출에서 차지하는 비율 및 영향 평가

- 우리나라의 목표와는 달리 우리나라의 온실가스 배출량은 1990년부터 우상향으로 증가하고 있음¹⁾
 - 국가 온실가스 총 배출량은 149.0% 증가
 - 292.2 백만톤 CO₂eq (1990년) → 727.6 백만톤 CO₂eq (2018년)
 - 분야별 온실가스 배출량 변화
 - 에너지 분야 163.1% 증가 : 240.4 백만톤 CO₂eq (1990년) → 632.4 백만톤 CO₂eq (2018년)
 - 산업공정 분야 178.7% 증가 : 20.4 백만톤 CO₂eq (1990년) → 57.0 백만톤 CO₂eq (2018년)
 - 농업 분야 1.0% 증가 : 21.0 백만톤 CO₂eq (1990년) → 21.2 백만톤 CO₂eq (2018년)
 - 폐기물 분야 64.7% 증가 : 10.4 백만톤 CO₂eq (1990년) → 17.1 백만톤 CO₂eq (2018년)
- 농업 분야 중 경종 분야의 온실가스 배출량은 우하향 감소하고 있으나 축산분야는 우상향 증가
 - 경종 부문은 주로 쌀 소비 감소에 따른 벼재배 면적의 감소로 온실가스 배출량 감소
 - 벼재배 분야 40% 감소 : 10.5 백만톤 CO₂eq (1990년) → 6.3 백만톤 CO₂eq (2018년)
 - 농경지토양 분야 19.6% 증가 : 4.6 백만톤 CO₂eq (1990년) → 5.5 백만톤 CO₂eq (2018년)
 - 육류소비 증가에 따른 가축사육두수의 증가로 장내발효 및 가축분뇨처리 과정에서의 온실가스 배출 지속 증가
 - 장내발효 분야 50% 증가 : 3.0 백만톤 CO₂eq (1990년) → 4.5 백만톤 CO₂eq (2018년)

1) 환경부 온실가스종합정보센터. 2020. 2020 국가 온실가스 인벤토리 보고서.

- 가축분뇨처리 분야 75% 증가 : 2.8 백만톤 CO₂eq (1990년) → 4.9 백만톤 CO₂eq (2018년)
- 농업에서 배출되는 온실가스 배출량에서 축산의 비중이 점점 높아지고 있음
 - (1990년) 농업부문 총 21.0 백만톤 CO₂eq 중 축산부문 5.8 백만톤 CO₂eq로 27.6% 차지
 - (2018년) 농업부문 총 21.2 백만톤 CO₂eq 중 축산부문 9.4 백만톤 CO₂eq로 44.3% 차지
- 축산분야의 온실가스 배출량에서 가축분뇨처리가 차지하는 비중이 점차 증가하고 있음
 - (1990년) 축산부문 총 5.8 백만톤 CO₂eq 중 가축분뇨처리부분 2.8 백만톤 CO₂eq로 48.3% 차지
 - (2018년) 축산부문 총 9.4 백만톤 CO₂eq 중 가축분뇨처리부분 4.9 백만톤 CO₂eq로 52.1% 차지

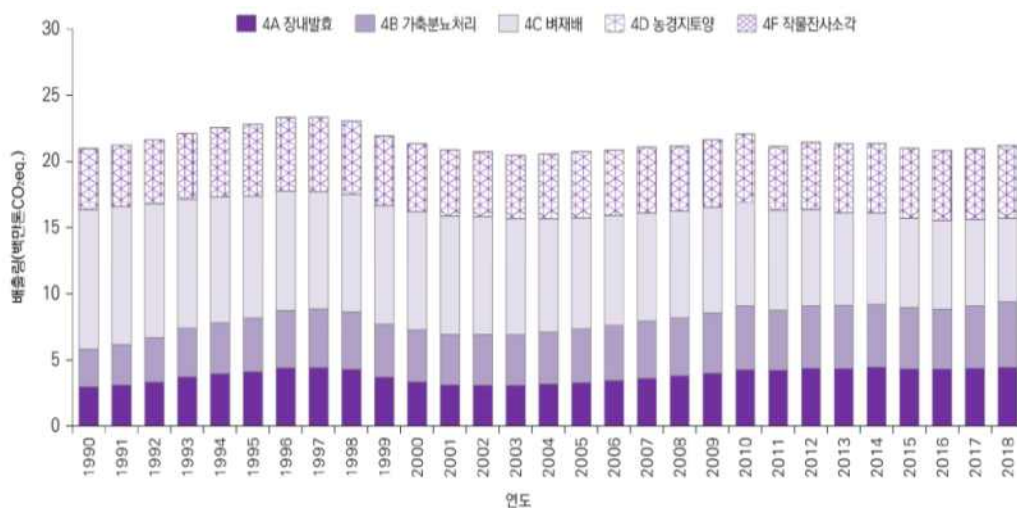


그림 1-12. 농업분야 부문별 배출량(1990~2018)

■ 한우에 대한 부정적 인식 고착화 현상 타계 필요

- 한우를 둘러싸고 있는 환경적 측면의 무분별한 부정적 인식에 대하여 온실가스 영향에 대한 정량적인 지표를 제공함으로써 인식의 전환을 위한 기초자료를 구축할 필요가 있음
 - 한우 사육과정을 통해 해소되는 타 산업부문의 폐기물 처리 효과와 그에 따른 온실가스 영향 측면의 이익을 정량화하여 소비자에게 한우의 온실가스 영향 측면에 대한 정확한 정보를 제공할 수 있는 기반을 마련할 필요가 있음
- 한우 사육이 식품 공급 측면 뿐만 아니라 다양한 산업군과 연관되어 있음을 증명함으로써 산업생태계 유지 측면에서 한우 사육의 역할과 필요성을 소비자에게 제시하기 위한 자료를 구축할 필요가 있음

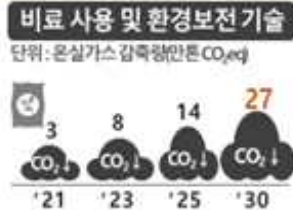
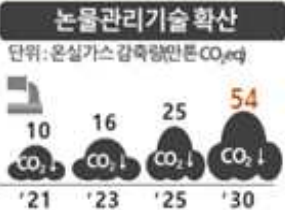
■ 탄소중립 실현을 위한 농업기술 추진 전략(안) (농진청)

- 탄소중립 기반의 환경친화적인 지속가능한 농업 구현을 위한 중점 추진과제 수립

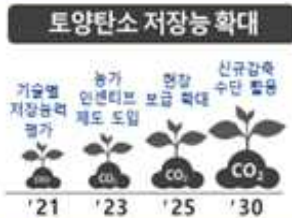
① 온실가스 인벤토리 구축 및 통계 고도화(2)



② 탄소저감 농업기술 실용화 확대(6)



③ 온실가스 흡수기능 강화(2)



④ 현장 확산(2)

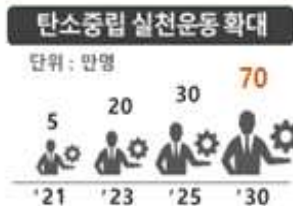


그림 1-13. 탄소중립 기술의 2030 추진전략(안)

제4절. 연구목적 및 방법

1. 연구목적(목표)

■ 한우산업의 영향 평가

- 온실가스 배출량 기준으로 현재 한우산업 구조에 의한 타 산업의 환경적 이득 평가

- 소비자 및 타 산업에서의 한우 원료 이용성

■ 한우산업의 이미지 제고

- 외부 산업에 대한 한우산업의 기여 홍보 방안
- 열량이 아닌 영양소 기준으로 한우의 온실가스 배출량 재평가

2. 연구내용 및 방법

(1) 연구내용

가. 자원순환 측면에서의 한우의 온실가스 영향 특성

■ 식품산업 및 경종분야 부산물의 처리

■ 자가사료 재배 및 자원화에 의한 분뇨 순환 (퇴비, 연료화 등)

나. 한우 사육의 산업 구조적 특성 및 홍보자료 구축

■ 한우 사육을 통해 생산된 원료물질 활용 산업군

■ 열량당, 영양소당 한우의 온실가스 배출량 비교

■ 한우의 산업적 위치에 대하여 소비자 대상 인식개선을 위한 자료

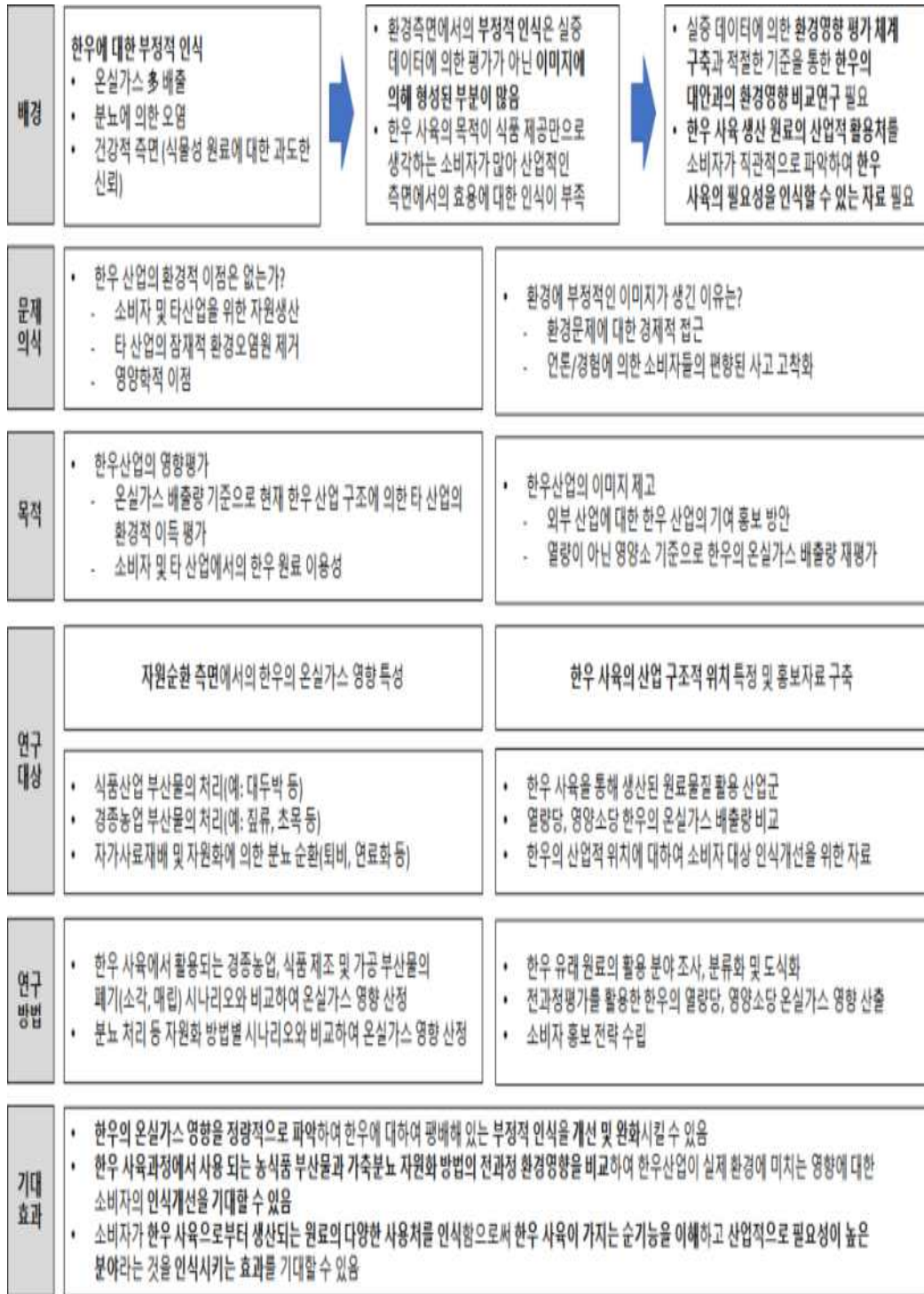


그림 1-14. 연구 흐름 요약도

(2) 연구방법

- 한우 사육은 식품의 제조 및 가공과정에서 발생한 부산물과 경종농업에서 발생한 부산물을 사료로 활용함으로써 각 산업군에서 부담해야할 부산물의 폐기처리에 대한 환경영향(온실가스)을 떠안아 처리하는 산업이나 이로 인한 환경측면의 평가가 이루어지지 않고 있음

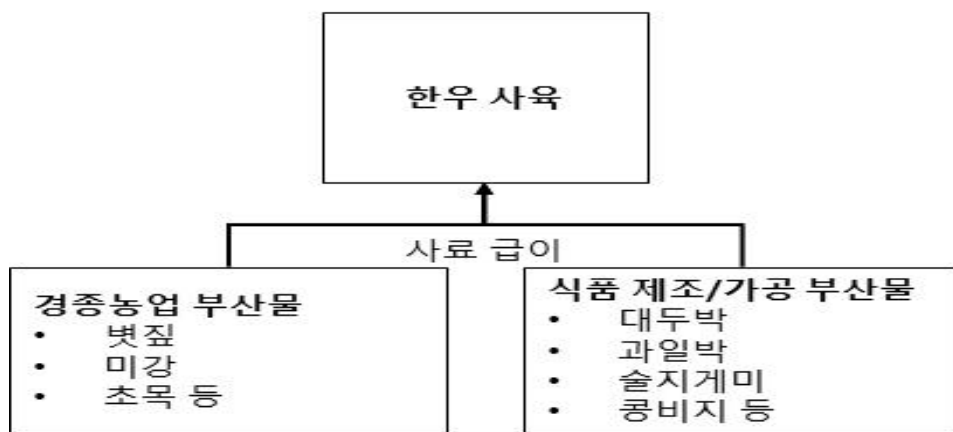


그림 1-15. 자원순환 측면에서의 한우 사육의 역할(현황)

- 한우산업의 구조적 특성에 따른 탄소발자국 평가
 - 육우에 대한 해외 전과정평가 및 탄소발자국 인증 기준 분석
 - 해외 현황 파악을 위한 EU PEF 가이드에서 제안하는 LCI DB 품질 요건 분석
 - DQI(data quality indicator)를 활용한 DQR(data quality rating) 통합지표를 제시함, DQR 품질 만족을 위한 요건 분석
 - PEF 가이드 기준, PEF 인증 획득을 위해서는 해당 PEF 연구의 데이터 품질이 “Good quality” 이상이어야 함
 - ILCD handbook에서 제시하는 LCI DB 데이터 품질 요건은 ILCD 기본수준(Entry-level)과 ILCD 준수(compliance)로 구분, 수준별 요구사항 분석

- | Line item | 0.0% | 0.62% | 0.57% | 0.50% |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Small intestine | 3.32% | 1.69% | 0.98% | 1.34% |
| Stomach | 1.61% | 0.70% | 0.47% | 0.67% |
| Per fat | 4.93% | 2.39% | 1.45% | 2.01% |
| Chick innervings | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Ovies | 0.19% | 0.02% | 0.18% | 0.03% |
| Esophagus | 0.00% | 0.10% | 0.08% | 0.13% |
| Gallbladder | 1.33% | 0.60% | 0.29% | 0.40% |
| Heart | 3.26% | 0.44% | 0.27% | 0.34% |
| Heart innervings | 0.04% | 0.07% | 0.04% | 0.05% |
| Liver innervings | 0.06% | 0.23% | 0.14% | 0.20% |
| Lungs | 3.20% | 0.38% | 0.74% | 1.00% |
| Spine | 0.29% | 0.33% | 0.22% | 0.25% |
| Turkey | 5.15% | 0.29% | 0.16% | 0.18% |
| Udder | 0.30% | 0.30% | 0.44% | 2.12% |
| Upper Head | 0.10% | 0.16% | 0.12% | 0.19% |
| C1-C2 for disposal | 0.88% | 0.88% | 0.88% | 0.88% |
| Artesian (Pond, Streams, Eyes and bath) | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Furhead | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Large intestine | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Muscle and fat | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Secondary services | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Scoring and selling wastes | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Spinal cord | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Spinal cord waste | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Spine | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Tail | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Turkey | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Spending/Carpeted | 0.88% | 0.88% | 0.88% | 0.88% |
| Contents of electrodes | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Contents of electrodes | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Flotation fat | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| Water in the room | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| 0.00% | 0.88% | 0.88% | 0.88% | 0.88% |
| Total average | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |

– 30 –

- 한우 탄소발자국 평가를 위한 데이터 수집
 - 앞 단계에서 제시하는 할당 기준, LCI 품질 기준을 토대로 데이터를 수집 및 검증
 - LCI 데이터베이스 표준지침서를 참고하여 대상 모듈에 대한 기능, 기능단위, 기준 흐름, 시스템경계, 제외기준 등을 설정

LCI 데이터베이스 표준지침서 2003. 5. 環 境 部	LCI 데이터베이스 표준지침서 구성 I LCI 데이터베이스 구축 표준지침서 제1절 개요 LCI 데이터베이스 구축 표준지침서 개요 1 제2절 본문 9 제3절 산입준별 LCI 데이터베이스 구축 사례모음 10 II LCI 데이터베이스 데이터포맷 표준지침서 제1절 데이터포맷 표준지침서 개요 10 제2절 데이터포맷 표준지침서의 구성 10 제3절 LCI 데이터베이스 데이터포맷 표준지침서 11 부 록 ISO/TS 14048 데이터포맷 매설 20 III LCI 데이터베이스 파라미터 표준지침서 제1절 파라미터 표준지침서 개요 20 제2절 파라미터 표준화 원칙 20 제3절 표준 파라미터 목록 20
---	---

그림 1-17. 환경부 LCI 데이터베이스 표준지침서

- 한우 농가와 관련된 국가 통계자료를 통해 한우의 온실가스 영향을 산출할 수 있는 데이터 수집 및 가공
 - 단위 공정(GtG) 데이터는 “물질수지, 에너지수지, 환경 관련성, 해외 데이터”를 통해 검증을 수행하여 데이터의 신뢰성을 높임

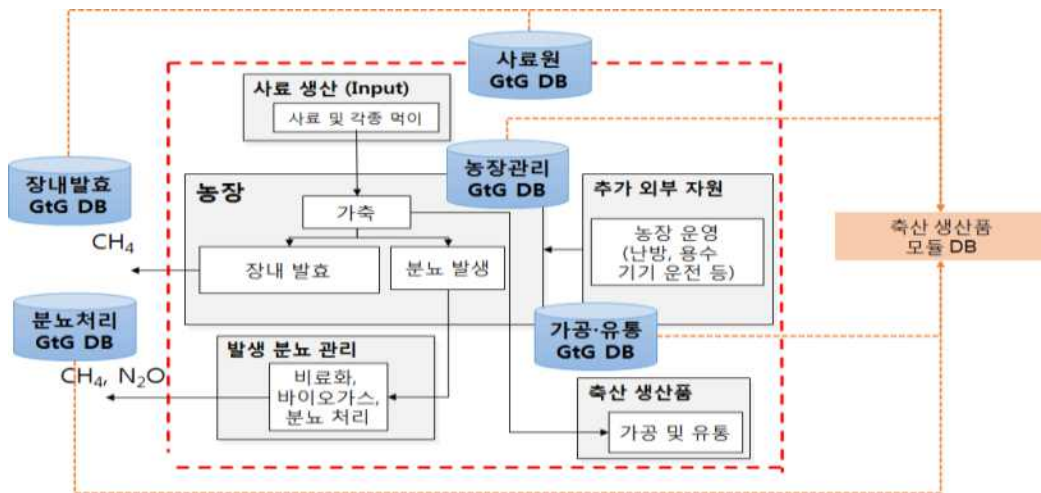


그림 1-18. 축산 생산물 시스템 경계 및 단위공정(GtG) 모듈 관계 개념도

- 사양 단계별 사료 투입량 및 구성에 대한 데이터 수집

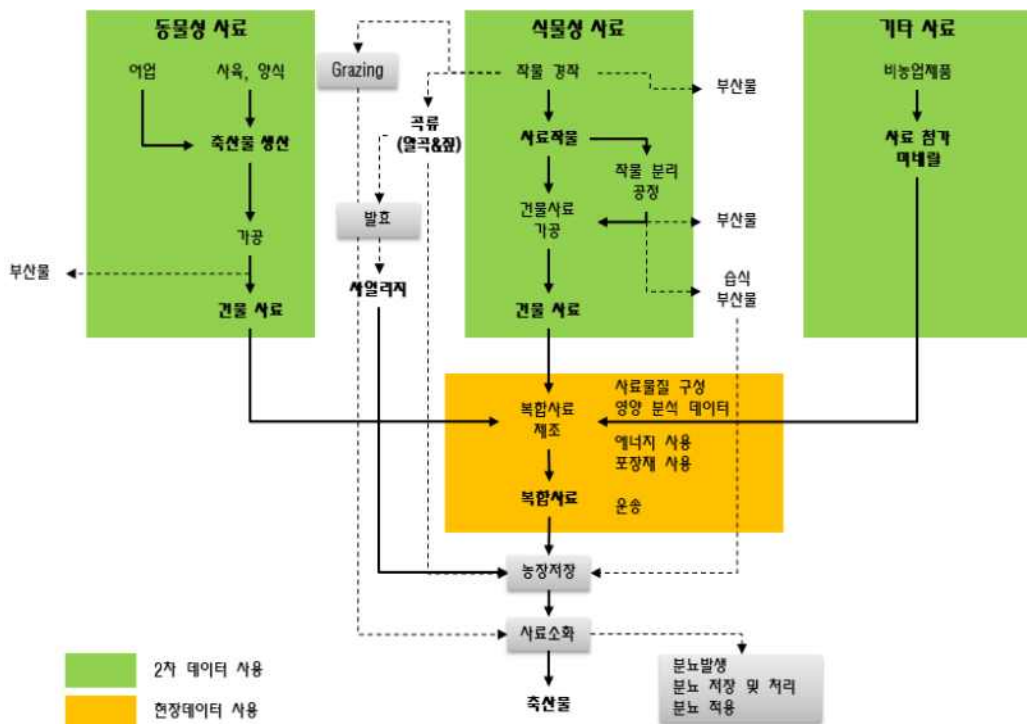


그림 1-19. 가축용 사료 탄소발자국 산정 시스템 경계



그림 1-20. 공정데이터 산출 및 검증

- 데이터 수집 항목별 상위흐름 데이터 수집 및 선정
 - 1차적으로 수집한 공정데이터는 물질수지, 에너지수지, 물수지를 검토하고, 필요시 누락되거나 오류가 난 데이터를 재수집하여 업체별 최종 공정데이터 목록 작성

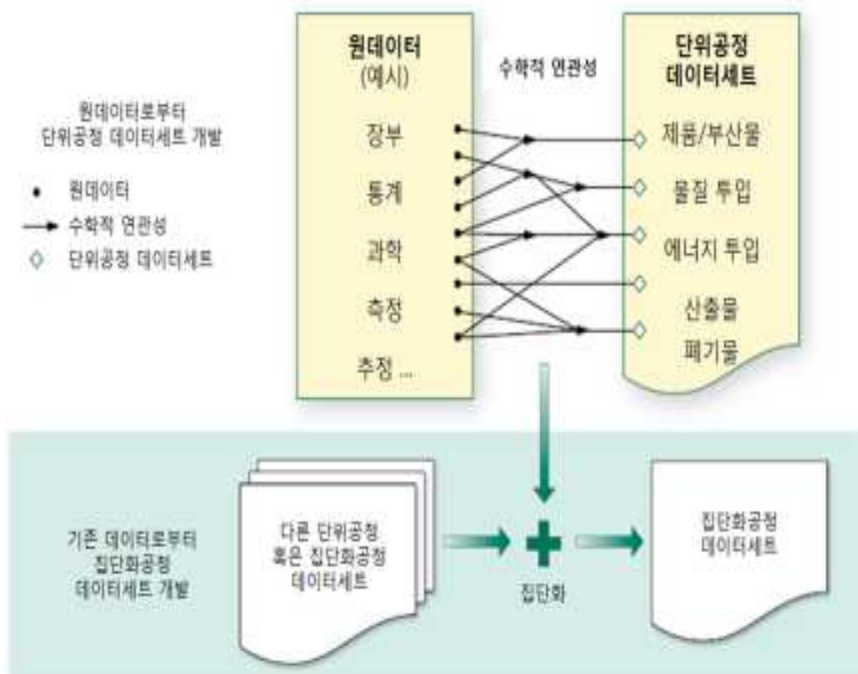


그림 1-21. 단위공정 데이터세트와 집단화 공정 데이터세트

- 국가 전체 한우에 대한 목록분석 결과를 산출한 후 기존에

수행된 소고기에 대한 탄소발자국 평가 연구 사례와 비교를 통해
결과의 신뢰성 점검

- 데이터 집단화를 완료하면 국내 및 해외의 상하위 LCI DB를
연결
- 한우 국가 평균 탄소발자국 산정
 - ” 단위공정(GtG) 데이터 개발 “ 단계 결과를 바탕으로 LCA
소프트웨어를 사용하여 LCI 데이터베이스 산출(수평적, 수직적
합산방법 선택)

수직적 합산방법

- 데이터 수집 대상 업체가 3개 이상일 경우 사용
- 단위공정 데이터를 업체별로 계산하여 취합

수평적 합산방법

- 데이터 수집 대상 업체가 3개 미만인 경우 사용
- 대상 업체가 3개 미만인 경우, 업체 데이터의 기밀유지가 상대적으로 어렵
기 때문에 데이터 수집 기준이 되는 대표 단위공정별로 각 업체마다 계산
된 데이터를 취합

- 개발된 LCI 데이터베이스에 대하여 저탄소 농축산물
인증제도에서 규정하고 있는 IPCC 2006 방법론에 따라 축산물에
대한 온실가스 원 단위 산정
- 한우 출하 시기(월령)별 탄소발자국 산정을 통한 탄소발자국
측면의 최적 사육 기간 도출 연구 수행
 - 육성기, 비육전기, 비육후기 등 사양 단계별 사양관리 특성
조사
 - 각 사양 단계별 급여 사료의 배합비 및 증체량 조사
 - 사육과정에서 발생하는 탄소발자국 증가량 및 출하체중 산정
및 상관관계 분석

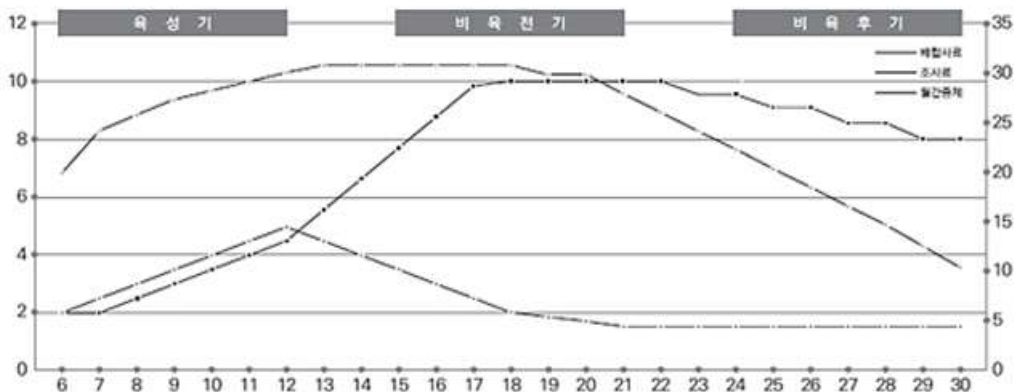


그림 1-22. 한우 사양 단계별 증체량 및 사료 급여량 변화(예시)

가. 자원순환 측면에서의 한우의 온실가스 영향 특성

■ 식품산업 및 경종 부문 부산물의 처리

- 한우 사육에서 활용되는 식품 제조·가공 및 경종 부문 농업 부산물의 폐기(소각, 매립) 시나리오 설정
 - 현행 한우 사육 시스템에서는 경종 농업 부산물과 식품 제조/가공 부산물을 사료로 활용하고 있으며 이들 부산물을 사료로 활용하지 않았을 경우에 예상되는 부산물 처리 과정에 대한 시나리오 작성
 - 부산물 처리 시스템의 변화에 따라 발생할 것으로 예상되는 추가적인 물질 흐름과 공급망 변동을 고려하여 시나리오 작성
 - 현행 시스템에서 경농 및 식품산업 부산물을 사료로 사용하는 부분을 대체할 수 있는 사료작물 조사
 - 사료이용 이외에 경농 및 식품산업 부산물에 대한 처리방안(소각, 매립 등) 조사
 - 부산물 처리 시스템 변화에 따라 발생한 공급망의 변동을 반영한 온실가스 영향 산출 시스템 경계 설정

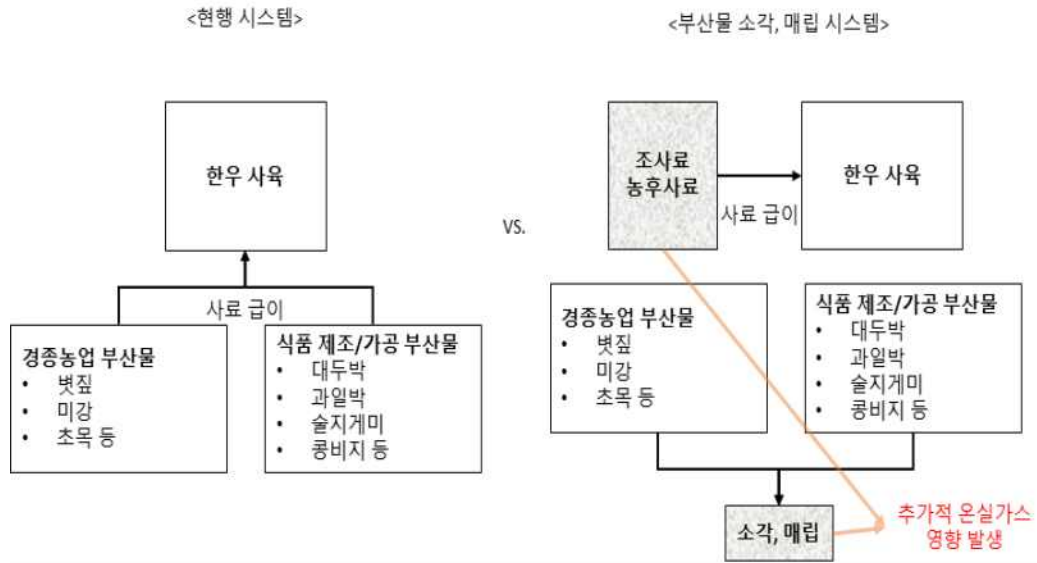


그림 1-23. 한우 산업에서 타 산업 부산물을 처리하지 않았을 경우 발생될 수 있는 온실가스 영향

- 부산물의 폐기 시나리오별 온실가스 영향 산정 및 비교분석
 - 앞서 도출된 부산물의 폐기 시나리오에 대한 온실가스 영향을 전과정평가를 활용하여 정량화
 - 전과정평가 국제표준인 ISO 14040, ISO 14044를 기준으로 전과정평가 수행
 - 부산물 폐기 시나리오 변경에 따른 한우 사육 시스템의 변동에 따른 온실가스 영향의 변화도 함께 산정
 - 부산물을 대체할 수 있는 사료작물 재배 및 사료화 공정에 의한 온실가스 영향 규명
 - 사료이용 이외에 경종 농업 및 식품산업 부산물에 대한 처리방안 적용 시 발생할 수 있는 온실가스 영향 산출
 - 부산물 폐기 시나리오별 온실가스 영향 비교분석을 통한 현행 한우 사육 시스템의 온실가스 영향 측면의 특성과 이익을 규명
 - 시스템 변화에 따라 증가 및 감소하는 온실가스 영향 측면을

규명하여 현행 한우 사육 시스템의 온실가스 현황 파악

- 부산물 폐기 시나리오별 온실가스 영향 측면에 대한 이익을 비교·평가하여 한우 사육 시스템이 온실가스 영향을 개선하기 위한 시스템 제안

■ 자가사료재배 및 자원화에 의한 분뇨 순환 (퇴비, 연료화 등)

- 분뇨 처리 및 자원화 방법별 시나리오 설정 및 온실가스 영향 산정
 - 한우로부터 발생된 분뇨의 처리 방법 조사
 - 국내 분뇨처리 현황 통계자료 및 분뇨처리 기술(자원화 등)적용 경향에 따른 분뇨처리 시스템 적용 시나리오 개발
 - 분뇨처리 시스템 적용 시나리오별로 산출되는 흐름(물질, 에너지원 등) 및 온실가스 영향 산출

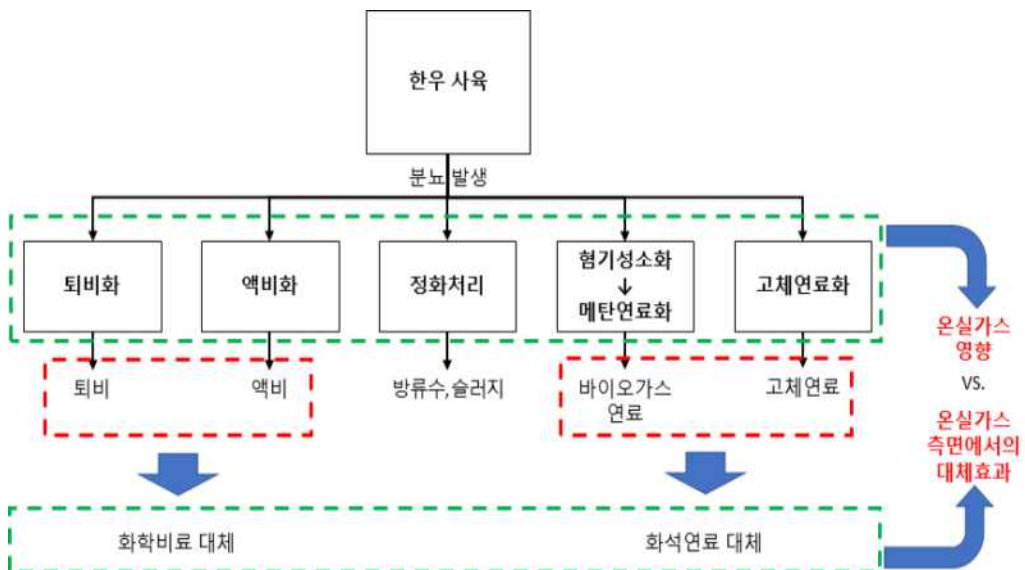


그림 1-24. 한우 분뇨 처리 방법별 발생 원료의 온실가스 측면 대체효과 평가

- 앞서 도출된 분뇨처리 시스템 적용 시나리오에 대한 온실가스 영향 정량화 및 원료 대체에 따른 환경적 이득(온실가스 측면) 비교분석

- 전과정평가 국제표준인 ISO 14040, ISO 14044를 기준으로 전과정평가 수행
- 분뇨처리 시스템 적용 시나리오 변경에 따른 한우 사육 시스템의 변동에 따른 온실가스 영향의 변화도 함께 산정
- 분뇨처리 시스템을 통해 산출되는 물질 및 에너지원이 대체하는 물질의 생산 및 사용을 대체함으로써 발생하는 환경적 이득(온실가스 측면)과 분뇨처리 과정에서 발생하는 온실가스 영향의 비교 분석

나. 한우 사육의 산업 구조적 위치 특정 및 홍보자료 구축

■ 한우 유래 원료의 활용 분야 조사, 분류화 및 도식화

- 한국표준산업분류 및 농림축산식품산업특수분류 체계에 따른 조사
 - 생산 단위(사업체단위, 기업체단위 등)가 주로 수행하는 산업 활동을 그 유사성에 따라 체계적으로 유형화
 - 생산 단위의 산업 활동은 그 생산 단위가 수행하는 주된 산업 활동(판매, 제공되는 재화 및 서비스)의 종류에 따라 결정
 - 생산 단위는 산출물뿐만 아니라 투입물과 생산공정 등을 함께 고려하여, 그들의 활동을 가장 정확하게 설명한 항목에 분류
- 한우산업의 전방산업과 후방산업 연계 조사
 - 전방산업(가공, 소비 및 서비스산업) : 농림축산물 가공업, 농림축산물 도소매업, 농림축산 소비 및 서비스업(음식점, 여가/오락 등), 기타 산업 지원 서비스업
 - 후방산업(원부자재, 기기산업) : 투입 원료, 가공기계류 제조업(비료, 농약, 의약품, 공구류, 가공기계 등), 산업용 건물/구조물 건설업
 - 전방산업과 후방산업 자료를 이용하여 한우 산업의 산업적 위치 제시

- 한우 식품의 영양소를 맞추기 위해 필요한 다른 식품(곡물, 채소 등)의 양 비교
- 한우 식품과 다른 식품의 영양소당 온실가스 배출량 비교 및 열량당 온실가스 배출량 값과 비교
- 기능성 식품들의 영양성분과 한우 영양성분의 비교를 통한 한우 우수성 및 온실가스 배출량 계산

■ 소비자 홍보전략 수립

- 과제에서 도출된 자료를 이용하여 일반 시민을 위한 자료 작성
 - 소비자 인식 등 조사를 위한 전문가 집단과 업무협약을 맺은 후 조사 위탁
 - 현재 한우산업에 대한 소비자 인식 조사·분석
 - 소비자 인식 자료를 환류(feedback)하여 데이터 수집 및 분석법 등 연구 방법 보완
 - 한우 식품의 우수성 강조와 더불어 한우의 산업적 이용성, 그리고 한우산업의 산업적 위치에 대한 분석 자료를 이용하여 일반 시민들에게 한우의 중요성 홍보 전략 수립
- 소비자 홍보전략을 위한 전문가 활용
 - 연구과제 결과 내용에 대해 소비자 단체 및 관련 분야 전문가의 자문을 받아 설문 방법 결정
 - 설문 결과 분석 시 소비자 단체 및 관련 분야 전문가 자문
- 전과정평가 방법 사용 시 Quality Assurance (QA)를 위한 전문가 활용
 - 사용하는 전과정평가 방법에 대한 자문
 - 결과물 도출 계산에 대한 자문

다. 연구 결과의 기대효과 및 활용방안

- 한우의 온실가스 영향을 정량적으로 파악하여 한우에 대하여 팽배해있는 부정적 인식 개선 및 완화

- 한우 사육과정에서 사용되는 농식품 부산물과 가축분뇨 자원화 방법의 전과정 환경영향을 비교하여 한우산업이 실제 환경에 미치는 영향에 대한 소비자 인식 개선
- 소비자가 한우 사육으로부터 생산되는 원료의 다양한 사용처를 인식함으로써 한우 사육이 가지는 순기능을 이해하고 산업적으로 필요성이 높은 분야라는 것을 인식

제2장. 자원순환 측면에서의 한우의 온실가스 영향 특성

제1절. 한우 사육에 활용되는 농식품 부산물의 폐기 및 이용 시나리오의 비교

〈Take home message〉

- 한우에 대한 전과정 온실가스 배출량은 한우 사육과정에 발생하는 장내발효, 분뇨처리에 의한 배출량뿐만 아니라 사료의 생산, 사육 및 분뇨처리 과정에서의 에너지, 용수 사용에 의한 온실가스 배출도 산정범위에 포함
- 한우 두당 사료 투입량은 통계청의 “한우 두당 사육현황통계”를 통해 적용하였으며 배합사료의 배합비는 농림수산식품부와 농촌진흥청에서 “사료편람”, “가축동향”, “농림축산식품 주요통계”, “농림축산식품통계연보”를 통해 국내 사료 사용 비율을 통해 산출
- 한우 사육에 투입되는 에너지와 용수사용량은 에너지 총조사 보고서의 농림어업 에너지 소비량의 에너지원별 사용 열량 정보와 농림축산식품 통계연보에 기재되어 있는 수도 광열비를 기준으로 전력과 경유 사용량을 추정
- 사료 재배에 의한 온실가스 배출량은 기 구축된 LCI 데이터베이스(Ecoinvent, Agri footprint, agribalyse v3.0.1)의 사료용 작물에 대한 데이터세트와 배합비율을 통해 산출하였으며 국내 사료는 수입이 많아 수입 산지로부터의 운송에 의한 탄소발자국 영향까지 포함하여 온실가스 영향 산출
- 장내발효 및 분뇨처리에 의한 온실가스 배출량은 한우 1마리를 사육하는데 30개월(2.5년)의 사육기간 소요되는 것을 기준으로 산출하였으며 온실가스 배출계수는 2018년 국가 온실가스 인벤토리 보고서를 기준으로 적용

- 생체중 692kg의 한우 한 마리에 의한 탄소발자국은 16.0 tCO₂-eq.로 나타남
- 농림축산식품부와 한국사료협회에서 발간한 사료편람(2020)을 통해 사료로 사용되는 식품 제조, 가공 및 경종농업 부산물의 양을 조사하고 이들 부산물을 사용함으로써 한우산업이 책임지는 온실가스 배출량을 계산(중량 비율로 온실가스 영향 할당)
- 한우에서 부산물을 사용하지 않을 경우 식품산업 및 경종 농업에서 발생하는 부산물을 바이오폐기물로 관리/처리하는 공정에 의한 탄소발자국 산정
- 한우가 식품 및 경종 부산물을 사료로 사용함으로써 책임지는 탄소발자국은 연간 21,958,919 tCO₂-eq.에 해당하며 한우산업이 사라지면 해당 배출량은 식품 및 경종농업이 책임져야 함
- 한우산업이 사라지면 식품 및 경종농업 부산물을 별도로 폐기해야 하는데 이 과정에서 7,079,530 tCO₂-eq.의 온실가스가 추가적으로 발생할 것으로 보임
- 한우의 온실가스 배출량이 자동차보다 더 많다는 언론 자료들에 반박을 위해 정확한 과학적 데이터 자료를 수집하여 한우는 사료부터 사양관리, 장내발효, 가축분뇨처리 등 전과정에서의 온실가스 배출량을, 자동차는 전과정이 아닌 연료 소비량의 온실가스 배출량만을 비교하여 한우가 자동차보다 온실가스 배출량이 많다는 부정적 인식에 대한 반박할 수 있는 근거 자료로 활용하여 오해 해소 가능
- 한우 산업이 없을 시 식품 및 경종농업이 책임져야할 연간 온실가스 배출량을 자동차 대수로 환산하면 각각 일반 내연기관 자동차의 경우 30,103,434대, 하이브리드의 경우 18,590,462대, 전기차의 경우

25,181,427대, 수소차의 경우 20,576,546대에 해당하는 온실가스를 타 산업에서 처리해야함

국가보고서 기준 한우 1마리 온실가스 배출량 vs 자동차 1대 연료 소비량에 따른 온실가스 배출량 비교



트럭 (포터), 승용차 (그랜저), 승합차 (카니발), 하이브리드 (소니타, K5), 전기차 (테슬라, 아이오닉, EV6), 수소차 (넥소)

- 환경부의 국가 보고서 산정 기준으로 한우 한 마리의 장내발효와 가축 분뇨에서 발생하는 온실가스 배출량을 동일 기간 동안 자동차의 온실가스 배출량과 비교하였을 경우 장내발효의 전기차의 경우를 제외하면 각각 자동차 1대 미만의 온실가스를 배출하며, 차종별 온실가스 배출량 평균인 5.2 tCO₂-eq.보다 18.6% 한우가 자동차보다 온실가스 배출량이 더 낮음

1. 연구방법

가. 한우에 대한 온실가스 영향 산출을 위한 데이터 수집

1) 기능단위

- 농장에서 사육되어 도축장으로 출하되는 한우 1마리에 대한 탄소발자국을 산정하는 것을 목적으로 함
 - 가축은 생체중량에 따라 수익이 달라지기 때문에 평균적인 한우의 생체중량을 함께 고려함
 - 실제 우리나라에서 도축된 한우의 생체중 데이터가 수록되어있는 자료인 농림축산식품부, 「도축검사보고」의 데이터를 활용하여 한우 1마리의 평균 생체중을 산정(2017~2020년도의 평균 생체중)
 - 한우 한 마리의 평균 생체중은 692kg로 나타남

표 2-1. 한우의 평균 생체중량

현황별	생체중량(kg)				
	2017	2018	2019	2020	2016~2020
평균	687	690	694	697	692
암	619	616	624	628	622
수	744	749	750	754	749

2) 데이터

가) 사료

- 통계청, 「농축산물생산비조사」의 한우 비육우 두당 사육현황에 기재되어있는 한우 1마리당 사료 투입량을 기초데이터로 활용
 - 한우 1마리당 연간 섭취하는 사료의 종류별 투입량 정보를 활용
 - 1년간 투입량만 고려할 경우, 기후 및 비정상상태(구제역 등)가 극심한 시기 등에 의한 오차가 발생할 가능성이 있어 5년 평균(2016~2020) 사료 투입량을 기준으로 데이터 수집

- 탄소발자국 산정 대상 선정 기준은 누적질량 기여도 95%로 설정하였으며 이는 일반적인 전과정평가 연구 및 Type III 라벨에서 용하는 기준

표 2-2. 한우 두당 사육현황통계(통계청)

현황별	연간 평균 투입량(kg)					질량 기여도
	2017	2018	2019	2020	2016~2020	
배합사료	4,165.69	4,484.76	4,348.26	4,299.22	4,310.15	49.57%
TMR사료	1,693.59	1,577.70	2,093.43	2,253.86	1,831.58	21.06%
넷짚	1,452.17	1,711.75	1,450.51	1,483.78	1,539.38	17.70%
건초	379.73	465.33	550.66	530.79	454.79	5.23%
엔시레지	210.00	155.36	160.17	183.19	185.97	2.14%
강류	165.83	24.46	8.51	15.79	79.09	0.91%
가공부산물	171.78	14.89	23.90	19.56	76.78	0.88%
곡류	67.87	32.27	27.35	96.08	70.50	0.81%
기타(조사료)	142.03	16.78	26.72	13.89	42.43	0.49%
청예류	22.18	19.21	42.51	77.37	41.05	0.47%
사료첨가제	28.82	34.06	32.04	49.37	33.56	0.39%
기타(농후사료)	37.02	29.10	27.43	18.78	29.71	0.34%
사료급여량(kg)	8,536.71	8,565.67	8,791.49	9,041.68	8,694.99	100.00%

- 배합사료의 비율은 가축용 사료의 원료인 사료원별 수입국 비율과 수입 비중은 통계청, 농림축산식품부, 한국사료협회 등에서 발간한 통계자료를 활용
 - 국내에서 소비되는 사료원의 종류와 원산지별 투입 비율 산출
 - 사료원의 특성상 연도별 수급 및 가격 등의 변동성이 크며 이에 대한 오차를 줄이기 위해 5년 평균(2015~2019) 소비 비율을 산정하여

탄소발자국 산정

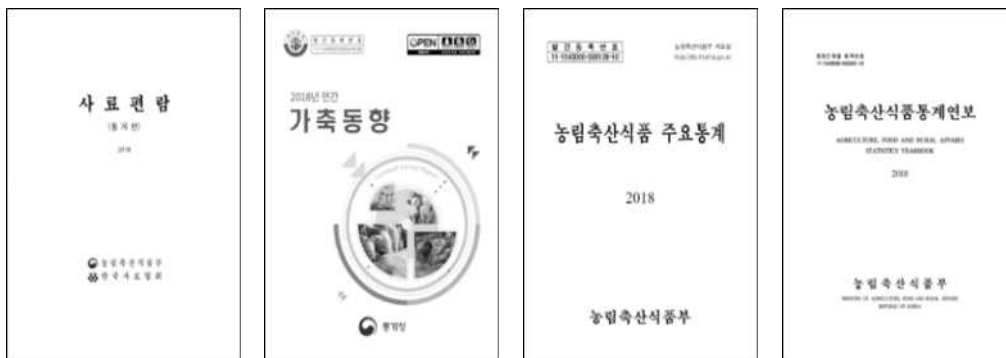


그림 2-1. 국내 평균 가축용 사료 구성비 도출을 위해 활용한 통계자료

표 2-3. 국내 사료원별 소비 비율 통계(2015~2019)

No.	작물명	원산지	구성비		
			2019	2017-2019	2015-2019
1	옥수수(수입)	수입	42.69%	39.77%	40.19%
2	대두박(수입)	수입	8.42%	8.69%	9.04%
3	기타(식물성박류)	수입	8.32%	8.33%	8.25%
4	소맥(수입)	수입	5.61%	7.45%	8.23%
5	기타(강피류)	국산	4.01%	4.33%	4.23%
6	기타(식물성박류)	국산	3.83%	3.70%	3.34%
7	기타(곡물)	국산	3.75%	4.45%	3.36%
8	기타(강피류)	수입	3.60%	3.33%	3.22%
9	대두박(국산)	국산	3.02%	3.08%	3.11%
10	석회석	국산	2.81%	2.76%	2.73%
11	소맥피(국산)	국산	2.10%	2.14%	2.10%
12	채종박(수입)	수입	1.85%	1.46%	1.51%
13	유지(국산)	국산	1.66%	1.66%	1.66%
14	당밀(국산)	국산	1.47%	1.52%	1.60%
15	기타(곡물)	수입	1.28%	1.52%	1.64%
16	기타(기타)	국산+수입	1.12%	1.12%	1.09%
17	기타(무기물)	국산	0.82%	0.80%	0.77%

No.	작물명	원산지	구성비		
			2019	2017-2019	2015-2019
18	첨가제	국산	0.72%	0.76%	0.72%
19	기타(동물성단백질)	국산	0.68%	0.65%	0.64%
20	식염	국산	0.32%	0.33%	0.33%
21	소맥피(수입)	수입	0.32%	0.41%	0.53%
22	인산칼슘	국산	0.28%	0.28%	0.29%
23	당밀(수입)	수입	0.28%	0.33%	0.36%
24	호박박(국산)	국산	0.19%	0.18%	0.18%
25	우모분(국산)	국산	0.16%	0.16%	0.16%
26	대용단백	국산+수입	0.16%	0.15%	0.12%
27	육골분(국산)	국산	0.11%	0.12%	0.13%
28	말분(국산)	국산	0.11%	0.12%	0.12%
29	알팔파	국산+수입	0.08%	0.08%	0.07%
30	어분(국산)	국산	0.03%	0.04%	0.04%
31	수수(수입)	수입	0.03%	0.12%	0.07%
32	어분(수입)	수입	0.02%	0.03%	0.03%
33	조라이트	국산	0.02%	0.02%	0.02%
34	탈지강(국산)	국산	0.02%	0.03%	0.02%
35	채종박(국산)	국산	0.02%	0.02%	0.01%
36	옥수수피(국산)	국산	0.02%	0.01%	0.01%
37	기타(동물성 단백질)	수입	0.01%	0.01%	0.01%
38	요소	국산+수입	0.01%	0.01%	0.01%
39	임자박(국산)	국산	0.01%	0.01%	0.01%
40	맥류(국산)	국산	0.01%	0.01%	0.01%
41	유지(수입)	수입	0.01%	0.01%	0.02%
42	패분(국산)	국산	0.00%	0.01%	0.01%
43	맥강(국산)	국산	0.00%	0.00%	0.00%
44	고추씨박(국산)	국산	0.00%	0.00%	0.00%
45	육골분(수입)	수입	0.00%	0.00%	0.00%
46	쇄설류(국산)	국산	0.00%	0.00%	0.00%
47	잡어(국산)	국산	0.00%	0.00%	0.00%
48	골분	국산	0.00%	0.00%	0.00%
49	탄산칼슘	국산	0.00%	0.00%	0.00%

Box 1. 한우 유류 및 전력 사용량 추정 방법

- 에너지 소비 총량 = 23,329,677.5 Gcal
- 전력 사용량 = 13,738,500,000 kWh ÷ 1,163kWh/Gcal = 11,812,983.66 Gcal
- 화석연료 소비량 = 23,329,677.5 Gcal - 11,812,983.66 Gcal = 11,516,693.84 Gcal
- 연료별 단위 가격 및 비율

에너지원	단위가격	단위	총 금액(원)	비율
유류	770	원/L	984,223,627,597	63.76%
전력	40.725	원/kWh	559,500,412,500	36.24%
계	-	-	1,543,724,040,097	100%

- 2017년 농가 수도 광열비 = 1,678,000원

에너지원	단위가격	단위	농가 수도 광열비(원)	사용량
유류	770	원/L	1,069,833	1,389.39 L
전력	40.725	원/kWh	608,167	14,933.50 kWh
계	-	-	1,678,000	-

※ 전력 이외의 모든 화석연료는 경유 사용으로 가정

- 2017년 한육우 두수 및 농가 호수 = 연간 호당 30.4마리 사육, 8.4마리 도축

연도	한육우		
	마릿수	도축수	호수
2017	2,996,708	828,400	98,432

- 두당 유류 및 전력 사용량

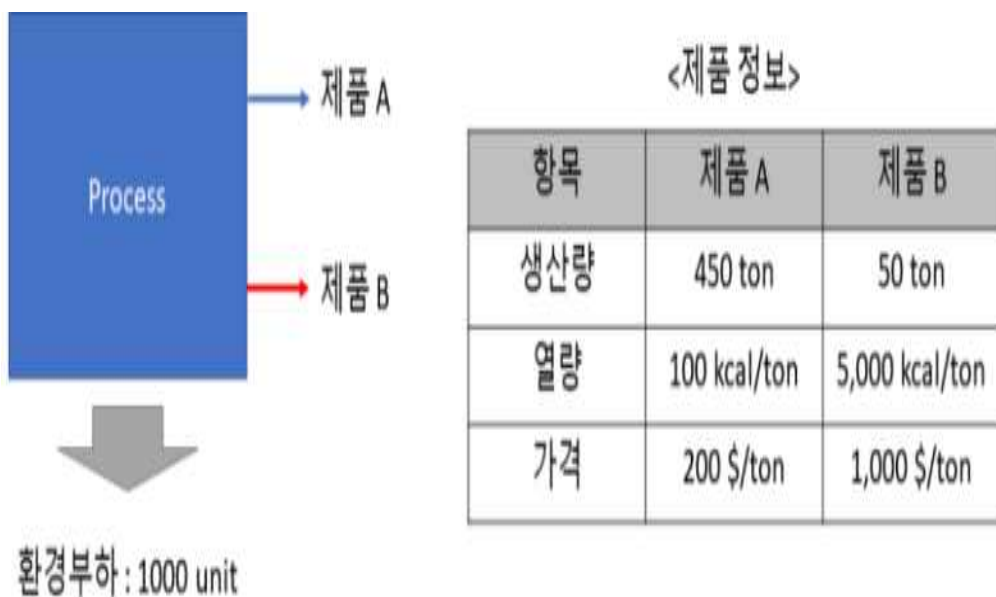
에너지원	사용량	연간 출하(도축두수)	두당 사용량
유류	1,389.39 L	8.4	165.40 L
전력	14,933.50 kWh		1,777.89 kWh

나. 데이터 수집 항목별 상위흐름 데이터 수집 및 선정

1) 적용 LCI database 및 배출계수

가) Agri footprint 5.0

- 농업 및 식품부문에 대한 LCI 인벤토리 데이터베이스
- 사료, 식품 및 바이오매스와 같은 농축산물에 대한 전과정 데이터를 수록하고 있음
- 지속가능한 식품 공급망 전환을 위해 구축되었으며 최근 산업계에서 관심이 급증하고 있는 바이오매스에 대한 데이터 구축에 힘쓰고 있음
- 할당 방법
 - Mass(중량) : 생산되는 제품들의 산출 중량 기준으로 할당하는 방법
 - Gross energy(총 에너지) : 생산된 제품(식품 및 사료)이 함유하고 있는 열량을 기준으로 할당하는 방법
 - Economic(경제) : 생산된 제품의 경제적 가치(가격, 매출 등)를 기준으로 할당하는 방법



◆ Mass 기준 할당계수

- 할당계수 = 제품 x의 생산량 / 총 제품 생산량

- A 제품의 할당계수 = $450 \text{ ton} / (450 \text{ ton} + 50 \text{ ton}) = 0.9$
- B 제품의 할당계수 = $50 \text{ ton} / (450 \text{ ton} + 50 \text{ ton}) = 0.1$

◆ Gross energy 기준 할당계수

- 할당계수 = 제품 x의 열량 / 생산된 모든 제품의 열량

- A 제품의 할당계수 = $45,000 \text{ kcal} / (45,000 \text{ kcal} + 250,000 \text{ kcal}) = 0.153$
- B 제품의 할당계수 = $250,000 \text{ kcal} / (45,000 \text{ kcal} + 250,000 \text{ kcal}) = 0.847$

◆ Economic 기준 할당계수

- 할당계수 = 제품 x의 가격 / 생산된 모든 제품의 가격

- A 제품의 할당계수 = $90,000 \text{ USD} / (90,000 \text{ USD} + 50,000 \text{ USD}) = 0.643$
- B 제품의 할당계수 = $50,000 \text{ USD} / (90,000 \text{ USD} + 50,000 \text{ USD}) = 0.357$

나) Ecoinvent

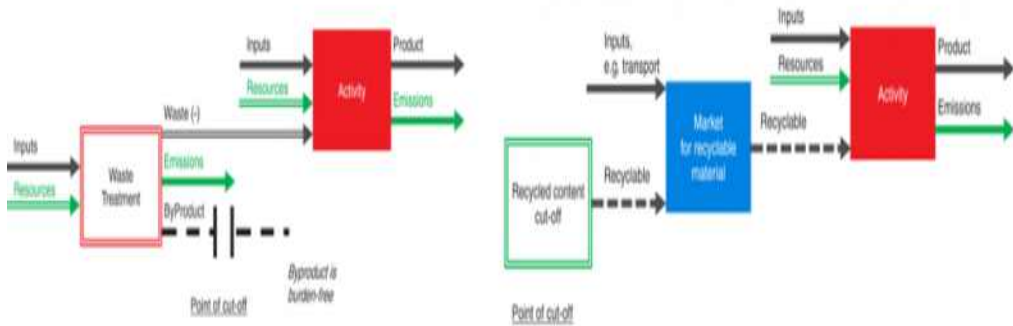
- 전세계적으로 가장 많이 활용되고 있는 LCI 데이터베이스 세트 (스위스 기반 비영리단체 운영)
- 농업 및 축산, 건축 및 건설, 화학 및 플라스틱, 에너지, 임업 및 목재, 금속, 섬유, 운송, 관광 숙박 시설, 폐기물 처리 및 재활용, 물 공급 등에 대한 LCI 데이터베이스 세트를 제공하며 현재는 18,000개 이상의 세트를 제공

- 지리적 위치에 따라 데이터세트를 따로 구성하여 제공(국가별, 지역별 평균, 세계 평균 등을 제공)

ID	Name	Shortname	Geography Classification	Contained and Overlapping Geographies
fd6f25d2	Middle East	AME	Coinvent Region	AE; IAI Area, Asia, without China and GCC; IAI Area, Gulf Cooperation Council; IQ; IR; KW; SA; SAS
133fc02a	Tunisia	TN	Country	
0a46f524	Bulgaria	BG	Country	
2b57aeaa	Eastern Asia	UN-EASIA	UN Subregion	Asia without China; CN; CN-AH; CN-BJ; CN-CQ; CN-CSG; CN-FJ; CN-GD; CN-GS; CN-GX; CN-GZ; CN-HA; CN-HB; CN-HE; CN-HL; CN-HN; CN-HU; CN-JL; CN-JS; CN-JX; CN-LN; CN-NM; CN-NX; CN-QH; CN-SA; CN-SC; CN-SD; CN-SGCC; CN-SH; CN-SX; CN-TJ; CN-XJ; CN-XZ; CN-YN; CN-ZJ; China w/o Inner Mongol; HK; IAI Area, Asia, without China and GCC; JP; KP; KR; MN; MO; TW
10061efe	Gibraltar	GI	Country	
1520c2a4	Serbia	RS	Country	
dee052a0	India, Lakshadweep	IN-LD	Province or State	
7676497b	United States of America, Alabama	US-AL	Province or State	
1347b0a0	Turkey	TR	Country	
42e6cfaf	ReliabilityFirst Corporation	US-RFC	Electricity Grid	US-DC; US-DE; US-IL; US-IN; US-KY; US-MD; US-MI; US-NJ; US-OH; US-PA; US-VA; US-WV
60764ee9	United States of America, Wisconsin	US-WI	Province or State	
eb2442cf	India, Tamil Nadu	IN-TN	Province or State	
1d8c3d96	United States of America, New York	US-NY	Province or State	
df16b2b2	India, Nagaland	IN-NL	Province or State	
1337d22a	Togo	TG	Country	
13293cec	Tajikistan	TJ	Country	
0f0215a8	Korea, Democratic People's Republic	KP	Country	
0d7e9abc	Gambia	GM	Country	
32ed4dc7	United States of America, New Hampshire	US-NH	Province or State	
09b1a988	Australia	AU	Country	AUS-ACT; AUS-NSW; AUS-NTR; AUS-QNS; AUS-SAS; AUS-TSM; AUS-VCT; AUS-VAS
3ba5f7ad	United States of America, Wyoming	US-WY	Province or State	
7846b897	Rest-of-World	RoW	Coinvent Custom Area	
0ed905c8	Japan	JP	Country	
0a4f62db	United States of America, New Jersey	US-NJ	Province or State	
114ebb04	Poland	PL	Country	
ca32e3be	Kosovo	XK	Miscellaneous	
57777d57	United States of America, North Dakota	US-ND	Province or State	

■ 시스템 모델

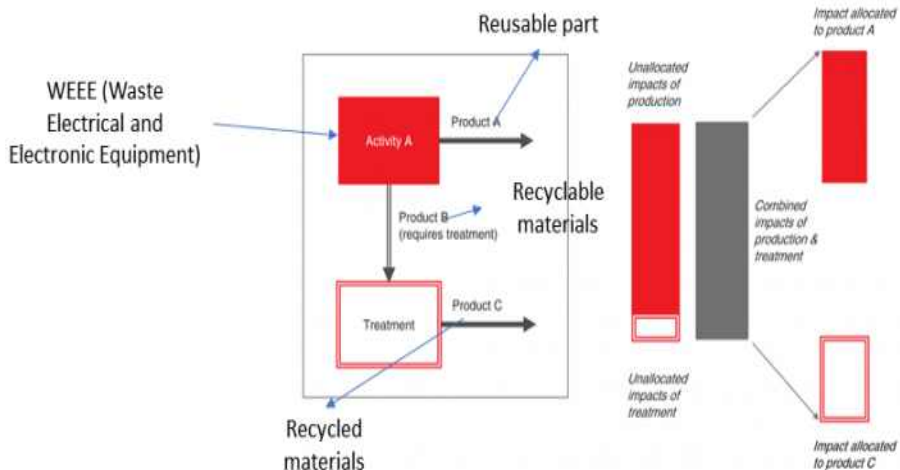
- Allocation cut-off by classification : 발생한 폐기물 및 재활용 가능 물질은 생산자의 책임이며 타 시스템에서 발생한 폐기물을 사용할 경우, 폐기물 활용에 의한 환경적 이익(credit)은 사용자가 가져가는 방식
→ 타 제품의 폐기물 및 처리 부산물을 사용할 경우, 해당 물질의 환경부하는 zero 로 평가 (인증제도에 활용되는 데이터베이스)



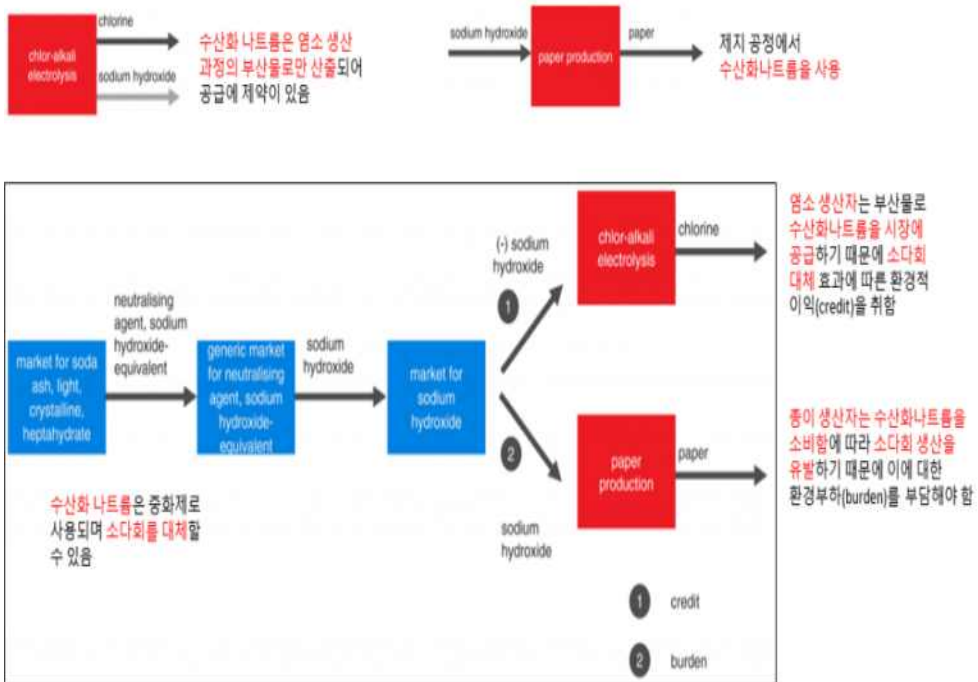
〈폐기물*에 대한 처리 방법〉

〈재활용 가능 물질**에 대한 처리 방법〉

- Allocation at point of substitution (APOS) : 폐기물 처리 시스템 내의 할당을 피하기 위해 시스템 확장을 활용하는 방법



- Consequential : 공급망 내에서 생산된 부산물의 대체효과로 인한 공급망의 변화를 반영한 모델(e.g. 풍선효과)



다) agribalyse v3.0.1

- 농업 및 식품 부문을 위한 프랑스 LCI 데이터베이스
- 생산 기반 접근 방식과 소비 기반 접근 방식을 결합하여 프랑스에서 생산 및/또는 소비되는 2,500개의 농산물 및 식품에 대한 LCI로 구성
- ADEME와 INRAE가 조정한 공공 및 민간 연구 기관 간의 광범위한 파트너십에 의해 공동 개발된 투명한 방법론을 사용

2) 사료의 탄소발자국

- 사료의 탄소발자국 산출을 위해 기존에 구축된 사료원에 대한 LCI 데이터베이스를 통해 IPCC 2013, 100a 기준 탄소배출계수 산출
- Agri footprint, Ecoinvent 등 국제적으로 통용되는 LCI 데이터베이스를 통해 국내에서 소비되는 사료원의 탄소발자국을 산출

표 2-5. 사료 적용 LCI 데이터베이스 및 탄소배출계수

Ingredients	GWP (kgCO ₂ -eq/unit)	Unit	LCI Database	Source
Maize	4.24E-01	kg	Maize, production mix, at farm/US Mass	Agri footprint 5.0
Soybean meal	4.66E+00	kg	Soybean meal (solvent), market mix, at regional storage/BR Economic	Agri footprint 5.0
Wheat	2.49E-01	kg	Wheat grain, at farm - DE	Agri footprint 5.0
Wheat bran	4.06E-01	kg	Wheat bran {RoW} market for wheat bran ! Cut-off	Ecoinvent 3
Dicalcium phosphate (DCP)	1.27E+00	kg	Dicalcium phosphate, processing/FR	agribaluyse v3.0.1
Fat	2.09E+01	kg	Fat from animals, at processing/NL Mass	Agri footprint 5.0
Limestone	2.53E-03	kg	Limestone	National LCI database (Korea)
Salt	2.78E-01	kg	Salt/FR	agribaluyse v3.0.1
Vitamin and oligo-elem ent	4.40E-01	kg	Vitamin and oligo-element complement, for weaned piglet, at feed plant/FR	agribaluyse v3.0.1
L-lysine · HCL	3.07E+00	kg	L-Lysine HCl, processing/FR	agribaluyse v3.0.1

Ingredients	GWP (kgCO ₂ -eq/unit)	Unit	LCI Database	Source
Tapioca	1.01E+00	kg	Tapioca starch (with use of co-products), at processing/TH Mass	Agri footprint 5.0
Rapeseed meal	5.66E-01	kg	Rapeseed meal (solvent), at processing/IN Economic	Agri footprint 5.0
Rice bran	4.95E-01	kg	Rice bran (raw), at processing/CN Economic	Agri footprint 5.0
Molasses	5.40E-01	kg	Molasses, from sugar beet {RoW} beet sugar production Cut-off	Ecoinvent 3
dl-Methionine,	3.13E+00	kg	DL-Methionine, processing/RER	agribaluyse v3.0.1
Soybean hulls	2.34E+00	kg	Soybean hull (solvent), at processing/BR Economic	Agri footprint 5.0
Distillers grains	8.41E-01	kg	Maize distillers grains dried, at plant/US Economic	Agri footprint 5.0
Fatty acid	6.18E+00	kg	Fatty acid distillates (palm oil), at processing/NL Economic	Agri footprint 5.0
Gluten feed	1.44E+00	kg	Maize gluten feed dried, at processing/US Economic	Agri footprint 5.0
Electricity (KR)	6.83E-01	kWh	Electricity, medium voltage {KR} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off	Ecoinvent 3
Diesel	4.47E-01	kg	Diesel {RoW} diesel production, petroleum refinery operation Cut-off	Ecoinvent 3

■ 국내 소비 사료원 평균 배합비와 LCI 데이터베이스를 통한 국내 한우 평균 사료 탄소배출계수 산출

- 사료 1kg당 탄소발자국은 6.140E-01 kgCO₂-eq.로 산출됨
- 옥수수(수입)에 의한 탄소발자국 기여도가 32.73%로 가장 높고 대두박이 9.36%를 차지함
- 운송에 의한 탄소발자국도 8.04%의 기여도를 보이며 사료원의 90% 이상을 수입에 의존하는 국내 사정을 보여주는 결과로 해석됨

표 2-6. 국내 평균 한우 사료 탄소발자국(1kg 사료 당)

Ingredients	GWP (kgCO ₂ -eq) (2015~2019)	기여도(%)
옥수수(수입)	2.009E-01	32.72%
소맥(수입)	3.640E-02	5.93%
대두박(수입)	5.744E-02	9.36%
기타(식물성박류)	6.321E-02	10.30%
기타(강피류)	2.925E-02	4.76%
기타(강피류)	2.223E-02	3.62%
대두박(국산)	1.976E-02	3.22%
기타(식물성박류)	2.559E-02	4.17%
석회석	7.116E-05	0.01%
기타(곡물)	2.755E-02	4.49%
기타(곡물)	8.381E-03	1.36%
소맥피(국산)	6.720E-03	1.09%
채종박(수입)	8.829E-03	1.44%
당밀(국산)	6.407E-03	1.04%
유지(국산)	2.677E-02	4.36%
기타(기타)	1.188E-02	1.94%
전력	1.325E-02	2.16%
운송	4.935E-02	8.04%
Total	6.140E-01	100.0%

3) 장내발효 및 분뇨처리의 탄소발자국

■ 장내발효 및 분뇨처리에 의한 온실가스 배출계수는 2018년 국가 온실가스 인벤토리 보고서를 기준으로 적용

- 장내발효 배출계수 : 47 kgCH₄/head · yr
- 분뇨처리(메탄) 배출계수 : 1 kgCH₄/head · yr
- 아산화질소(퇴비화) 배출계수 : 2.20 kgN₂O/head · yr
- 아산화질소(액비화) 배출계수 : 0.11 kgN₂O/head · yr
- 아산화질소(기타) 배출계수 : 0.55 kgN₂O/head · yr

※ 아산화질소 배출계수 산출 (2018년 국가 온실가스 인벤토리 보고서)

- 분뇨내 질소량(N_m) : 70 kgN/head·yr
- 질소 변환 계수(CF_N)
 - 퇴비화 : 0.02 kgN₂O-N/kg N
 - 액비화 : 0.001 kgN₂O-N/kg N
 - 기 타 : 0.005 kgN₂O-N/kg N'
- 분뇨처리 아산화질소 배출계수 (EF_N)
 - $EF_N = N_m \times CF_N \times 44/28$

■ 한우 1마리를 사육하는데 30개월(2.5년)의 사육 기간²⁾ 소요

■ 장내발효 및 분뇨처리 온실가스 배출량

- 한우 1두당 장내발효 메탄 배출량 : 1 head × 2.5 year × 47 kgCH₄/head · yr = 117.5 kgCH₄
- 한우 1두당 분뇨처리 메탄 배출량 : 1 head × 2.5 year × 1 kgCH₄/head · yr = 2.5 kgCH₄

2) 월령별 도축신고현황 자료

- 한우 분뇨처리 방법 비율 : 2011년 ~ 2018년 사이의 가축분뇨 처리 방법별 농가 통계를 통해 퇴비화, 액비화, 기타처리방법을 적용하는 농가의 수를 통해 처리 비율 산출³⁾

표 2-7. 한우 분뇨처리 비율

분뇨처리 방법	돼지	
	가구수	비율
퇴비화 설비	1,863	58.66%
액비화 설비	790	24.87%
기타처리 설비	523	16.47%

- 한우 1두당 분뇨처리 아산화질소 배출량 : $1 \text{ head} \times 2.5 \text{ year} \times (58.66\% \times 2.20 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{head} \cdot \text{yr} + 24.87\% \times 0.11 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{head} \cdot \text{yr} + 16.47\% \times 0.55 \text{ kgN}_2\text{O}/\text{head} \cdot \text{yr}) = 3.52 \text{ kgN}_2\text{O}$

다. 한우 사육에서 활용되는 식품 제조, 가공 및 경종 농업 부산물 폐기의 온실가스 영향 산정 및 비교 분석

1) 한우 사육에 활용되는 부산물 사용량 조사

- 농림축산식품부와 한국사료협회에서 발간한 사료 편람(2020)을 통해 사료로 사용되는 식품 제조, 가공 및 경종 농업 부산물의 양을 조사
- 단일 사료원 기준 벵조과 대두박의 사용량이 가장 많음

표 2-8. 부산물 사용량(통계청)

부산물	연간 사용량(ton)					평균
	2015	2016	2017	2018	2019	
소맥피	537,080	524,764	526,392	486,862	498,774	514,774
탈지강	929	2,691	9,486	5,193	3,789	4,418
말분	22,803	26,598	23,091	22,576	22,932	23,600

3) 분뇨처리 방법 산출 과정은 부록을 참고

부산물	연간 사용량(ton)					평균
	2015	2016	2017	2018	2019	
맥강	-	-	-	619	862	741
옥수수피	1,369	4,677	826	168	3,338	2,076
대두박	2,390,931	2,516,959	2,282,326	2,355,125	2,354,474	2,379,963
채종박	432,903	173,824	192,296	301,402	384,656	297,016
임자박	2,475	2,247	1,261	2,168	1,857	2,002
호마박	34,461	36,451	32,714	36,473	38,212	35,662
고추씨박	24	5	-	-	1	10
벼짚	2,720,000	2,383,000	2,169,000	2,347,000	2,587,000	2,441,200
당밀	419,326	391,623	373,286	365,345	361,551	382,226
기타(박류)	2,041,546	2,162,890	2,277,162	2,366,601	2,499,410	2,269,522
기타(강피류)	1,305,921	1,436,705	1,466,874	1,514,316	1,567,226	1,458,208

2) 부산물 사용에 따른 탄소발자국 이전 효과 산출

- 식품산업과 경종 농업에서 발생하는 부산물을 타 산업의 원료로 활용할 경우에 환경부하(Environmental Burden, EB)의 총량을 각 산업의 제품과 부산물이 나누어 가짐
- 대두 1톤으로 식용유 제조 시 산출되는 제품 및 부산물은 식용유 190 kg, 대두박 706 kg, 대두피 74 kg

표 2-9. 식용유/부산물의 환경부하 할당 기준(중량)

항목	대두	
	생산량(kg)	비율
식용유 (콩기름)	190	19.6%
대두박	706	72.8%
대두피	74	7.6%

- 쌀 5,631,690 ton이 생산되는 과정에서 발생하는 부산물은 벃짚 5,744,486 ton, 왕겨 997,036 ton, 미강, 청미, 쉼미 517,552 ton

표 2-10. 쌀/부산물의 환경부하 할당기준(중량)

항목	쌀 재배	
	생산량(ton)	비율
쌀	5,631,690	43.7%
벃짚	5,744,486	44.6%
왕겨	997,036	7.7%
미강	450,535	3.5%
청미	30,974	0.2%
쉼미	36,043	0.3%

- 전과정평가 국제 표준(ISO 14044)에서 환경부하의 할당이 필요할 경우, 중량 기준을 가장 우선적으로 적용하도록 함

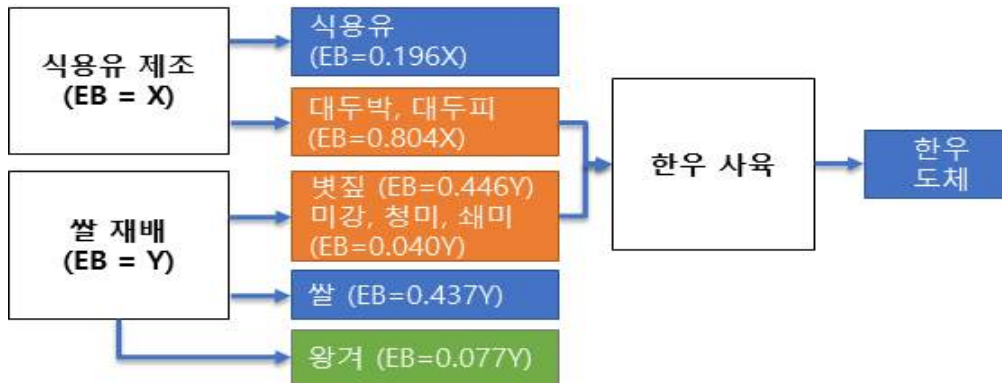


그림 2-3. 식용유 및 쌀의 제품/부산물 환경부하 흐름도

- 식품산업 부산물(예: 대두박 등) 및 경종 농업 부산물(예: 벃짚 등)의 탄소발자국 산정

- 현행대로 부산물을 사료로 활용할 경우, 식품산업과 경종 농업으로부터 이전되는 탄소발자국 영향 산출
- 산출된 이전 탄소발자국 영향을 기준으로 해당 부산물들이 사료가 아닌 단순 폐기될 경우와 비교하여 최종 탄소발자국 변화량을 산출

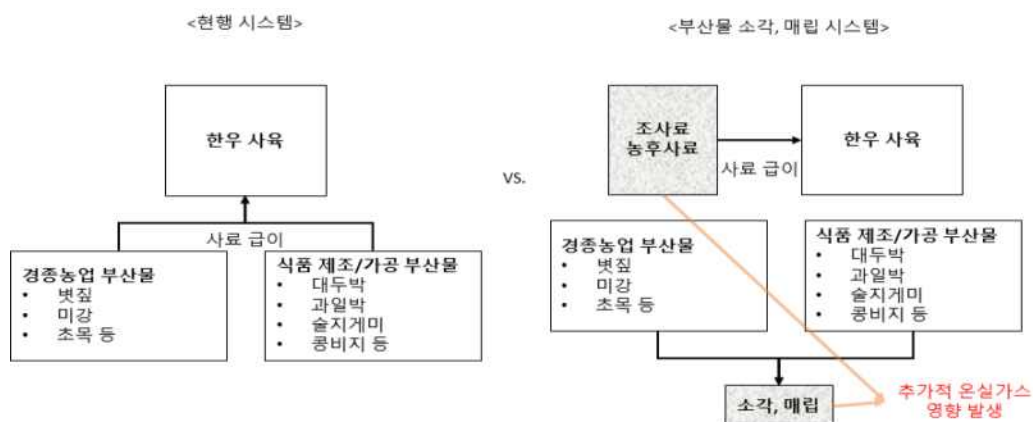


그림 2-4. 한우산업에서 타 산업 부산물을 처리하지 않았을 경우 발생될 수 있는 온실가스 영향

- 식품산업 및 경종 농업에서 발생하는 부산물과 해당 부산물에 대한 탄소발자국 값 조사
- 대상 부산물은 현재 축산업과 같은 다른 산업에서 원료로 사용되어 환경부하를 할당 받으며 할당 기준은 주로 중량을 사용

표 2-11. 국내 사용 부산물별 LCI 데이터베이스 및 탄소발자국

부산물	탄소발자국 (kgCO ₂ -eq.)	출처	LCI 데이터베이스 명칭
소맥피	0.43	Agro-footprint 5.0	Wheat bran, from dry milling, at processing/CZ
탈지강	1.171	Agro-footprint 5.0	Rice bran meal, at processing/CN Mass
말분	0.43	Agro-footprint 5.0	Wheat bran, from dry milling, at processing/CZ

부산물	탄소발자국 (kgCO ₂ -eq.)	출처	LCI 데이터베이스 명칭
맥강	0.43	Agro-footprint 5.0	Wheat bran, from dry milling, at processing/CZ
옥수수피	1.103	Agro-footprint 5.0	Maize bran, at processing/US Mass
대두박	3.785	Ecoinvent 3	Soybean, feed {GLO} market for
채종박	1.02	Agro-footprint 5.0	Rapeseed expeller (pressing), at processing/IN
임자박	3.75	Agro-footprint 5.0	Palm kernel expeller, at processing/MY
호마박	3.75	Agro-footprint 5.0	Palm kernel expeller, at processing/MY
고추씨 박	3.75	Agro-footprint 5.0	Palm kernel expeller, at processing/MY
벼짚	0.859	Agro-footprint 5.0	Rice straw, at farm/IN
당밀	0.336	Agro-footprint 5.0	Sugar beet molasses, consumption mix, at feed compound plant/NL Mass
기타 (박류)	3.75	Agro-footprint 5.0	Palm kernel expeller, at processing/MY
기타 (강피류)	1.05	Agro-footprint 5.0	Rice husk meal (mixed), at processing/CN

3) 부산물의 폐기처리에 의한 온실가스 배출량 산정

- 식품산업 및 경종 농업에서 발생하는 부산물을 바이오폐기물로 관리/처리하는 공정에 의한 탄소발자국 산정
 - 식품산업 및 경종 농업 발생 부산물은 사료로 이용하지 않고 폐기하게 되면 바이오 폐기물로 처리해야 함
 - 이에 바이오폐기물의 처리 공정에 대한 LCI 데이터베이스를 통해 단위 바이오폐기물 처리하는데 발생하는 탄소발자국을 산정

표 2-12. 바이오폐기물 처리 공정 탄소발자국

항목	단위	값	출처	비고
바이오매스 소각	kgCO ₂ -eq./kg biomass	0.0374	Ecoinvent 3.7	Treatment of biowaste, municipal incineration (GLO)
바이오매스 혐기성 소화	kgCO ₂ -eq./kg biomass	0.1180	Ecoinvent 3.7	Treatment of biowaste by anaerobic digestion (RoW)
바이오매스 퇴비화	kgCO ₂ -eq./kg biomass	0.0588	Ecoinvent 3.7	Treatment of biowaste, industrial composting (RoW)
바이오매스 단순투기	kgCO ₂ -eq./kg biomass	0.6200	Ecoinvent 3.7	Treatment of biowaste, open dump (RoW)

4) 부산물의 폐기처리 시나리오 설정 및 온실가스 배출량 산정

■ 현재 바이오폐기물이 처리되고 있는 현황 파악

- 경종 농업 부산물은 발생지역이 농지이며 이를 별도로 판매하지 않을 경우, 처리 주체인 농가 입장에서 법률을 어기지 않는 범위에서 처리하는 방법은 토양 환원이 가장 적합한 처리 방법으로 사료됨
- 환경 기술 및 환경산업 지원법에 따라 매년 갱신하는 폐기물 통계자료 (한국환경산업기술원 공고 제2018-145호)를 통한 바이오폐기물 처리 방법별 처리 비율을 활용

■ 식품산업 부산물 및 경종 농업 부산물 제거 방법에 따른 온실가스 배출량 산출

- 현재 사료로 이용하는 부산물별 적합한 처리 방법 선정
- 선정된 처리 방법에 대한 단위 바이오폐기물 처리당 탄소발자국을 적용하여 추가적으로 발생할 탄소발자국 산출

2. 연구결과

가. 한우 1두당 탄소발자국

■ 한우 1마리 사육에 대한 Gate to Gate 데이터 및 배출계수

- 배합사료와 TMR 사료의 배출계수는 국내 사료원별 소비 통계자료와 각 사료원에 해당하는 LCI 데이터베이스로부터 산출한 탄소발자국을 통해 산출된 값인 $6.140\text{E-}01 \text{ kgCO}_2\text{-eq.}$ 를 사용
- 볏짚의 배출계수는 Ecoinvent 데이터베이스 중 Straw IP, at farm/CH를 통해 산출한 값인 $9.13\text{E-}02 \text{ kgCO}_2\text{-eq.}$ 를 사용
- 건초의 배출계수는 Ecoinvent 데이터베이스 중 Hay intensive IP, at farm/CH를 통해 산출한 값인 $2.23\text{E-}01 \text{ kgCO}_2\text{-eq.}$ 를 사용
- 엔시레지의 배출계수는 Ecoinvent 데이터베이스 중 Silage maize IP, at farm/CH를 통해 산출한 값인 $5.29\text{E-}02 \text{ kgCO}_2\text{-eq.}$ 를 사용
- 음용수로 사용한 지하수는 농장에서 직접 펌프 등을 이용하여 사용하는 것으로 온실가스와의 관련된 활동은 펌프 사용에 따른 전력 사용이 해당하며 이는 이미 사육과정에서 소비되는 전력 사용량에 포함되어 있어 별도의 배출계수를 설정하지 않음
- 전력에 대한 배출계수는 Ecoinvent 데이터베이스 중 electricity, medium voltage, market for/KR을 통해 산출한 $6.83\text{E-}01 \text{ kgCO}_2\text{-eq.}$ 를 사용

표 2-13. 한우 투입/산출 Gate-to-Gate 데이터 및 배출계수

항목		활동데이터		배출계수	
		값	단위	값	단위
사료	배합사료	10,775.38	kg	6.140E-01	kgCO ₂ -eq/kg
	TMR사료	4,578.95	kg		
	벼짚	3,848.45	kg	9.13E-02	kgCO ₂ -eq/kg
	건초	1,136.98	kg	2.23E-01	kgCO ₂ -eq/kg
	엔시레지	464.93	kg	5.29E-02	kgCO ₂ -eq/kg
음용수	지하수	1,254.47	kg	0.00E+00	kgCO ₂ -eq/kg
전력		1,777.80	kWh	6.83E-01	kgCO ₂ -eq/kWh
경유	생산	136.46	kg	4.47E-01	kgCO ₂ -eq/kg
	연소			3.21E+00	kgCO ₂ -eq/kg
제품	한우	1	head	-	-
	생체중	692	kg	-	-
장내발효(CH ₄)		117.5	kg	27.5	kgCO ₂ -eq/kg
분뇨처리(CH ₄)		2.5	kg	27.5	kgCO ₂ -eq/kg
분뇨처리(N ₂ O)		3.52	kg	265	kgCO ₂ -eq/kg

■ 한우 1마리 사육에 대한 탄소발자국 계산

- 사료에 의한 탄소발자국 기여도는 총 62.84%를 차지함
- 장내발효와 분뇨처리에 의한 탄소발자국 기여도는 각각 20.19%와 6.26%를 차지하며 전력에 의한 기여도는 7.59%로 분뇨처리에 의한 탄소발자국보다 높은 것으로 나타남
- 사료에 의한 탄소발자국 기여도가 높은 이유는 한우 사육 기간에 따라 사료 투입 총량이 증가했기 때문으로 파악됨
- 전력 사용에 의한 기여도가 높은 이유는 우리나라 기후의 연교차에 따른 것으로 보임

표 2-14. 한우 1마리에 대한 탄소발자국 결과 및 기여도

Contents		탄소발자국		탄소발자국 기여도
		값	단위	
사료	배합사료	6.62E+03	kgCO ₂ -eq/head	41.34%
	TMR사료	2.81E+03		17.57%
	볏짚	3.51E+02		2.20%
	건초	2.54E+02		1.58%
	엔시레지	2.46E+01		0.15%
음용수	지하수	0.00E+00	kgCO ₂ -eq/head	0.00%
전력		1.21E+03	kgCO ₂ -eq/head	7.59%
경유	생산	6.10E+01	kgCO ₂ -eq/head	0.38%
	연소	4.38E+02	kgCO ₂ -eq/head	2.74%
장내발효(CH ₄)		3.23E+03	kgCO ₂ -eq/head	20.19%
분뇨처리(CH ₄)		6.88E+01	kgCO ₂ -eq/head	0.43%
분뇨처리(N ₂ O)		9.33E+02	kgCO ₂ -eq/head	5.83%
한우 1마리 탄소발자국		1.60E+04	kgCO ₂ -eq/head	100.00%

나. 식품산업 및 경종 농업 부산물 사용에 따른 온실가스 배출량 변화

■ 식품·경종 부산물의 탄소발자국 산출

- 식품·경종 부산물을 사료로 사용함으로써 한우(축산)가 부담하는 탄소발자국은 연간 21,958,919 tCO₂-eq.
- 한우(축산)이 해당 부산물을 사료로 사용하지 않고, 식품·경종 산업부문이 이를 판매 및 활용하지 못 할 경우 연간 21,958,919 tCO₂-eq.의 탄소발자국에 대한 책임은 식품·경종 산업이 져야 함

표 2-15. 부산물에 의한 탄소발자국 산정

부산물	연평균 소비량 (ton)	탄소발자국 (kgCO ₂ -eq./kg)	총탄소발자국 (tCO ₂ -eq.)
소맥피	514,774	0.43	221,353
탈지강	4,418	1.171	5,173
말분	23,600	0.43	10,148
맥강	740.5	0.43	318
옥수수피	2,076	1.103	2,289
대두박	2,379,963	3.785	9,008,160
채종박	297,016	1.02	302,957
임자박	2,002	3.75	7,506
호마박	35,662	3.75	133,733
고추씨박	10	3.75	38
벼짚	2,441,200	0.859	2,096,991
당밀	382,226	0.336	128,428
기타 (박류)	2,269,522	3.75	8,510,707
기타 (강피류)	1,458,208	1.05	1,531,119
총량	9,811,418	-	21,958,919

■ 부산물의 폐기처리에 의한 온실가스 추가 배출량 산정

- 발생 부산물 중 벼짚은 사료로 이용하지 않을 경우, 생성된 지역의 토양에 환원시키는 방법으로 처리하는 것이 처리 주체가 수행하기에 가장 효율적인 방법으로 보여 전량 토양으로 환원될 것으로 설정
- 연평균 사료로 이용되는 벼짚은 2,441,200 ton으로 5,390,120 tCO₂-eq.의 온실가스 추가 발생 (1 ton 벼짚 당 2.208 tCO₂-eq.)

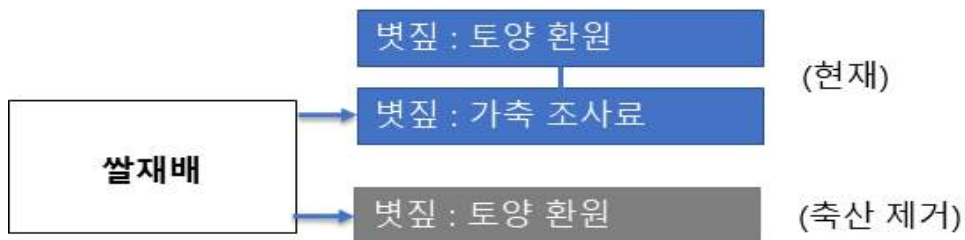


그림 2-5. 벼짚 이용 시스템 경계

- 벧짚을 제외한 나머지 부산물은 작물의 가공과정에서 발생한 부산물이며 이는 폐기물 통계자료 (한국환경산업기술원 공고 제2018-145호)상의 동식물성 잔재물로 볼 수 있고 해당 통계자료에서 재활용은 사료원으로 활용하는 것을 의미(7,370,218 ton)
- 재활용하는 비율을 매립과 소각처리 비율대로 배분하여 처리되는 것으로 계산하고 해역배출은 매립과 같은 탄소발자국을 갖는 것으로 가정
 - 보정 매립 비율 = $\text{매립}(3.9\%) / \{\text{매립}(3.9\%) + \text{소각}(8.5\%)\} \times \text{재활용 비율}(85.6\%) + \text{매립}(3.9\%) = 30.8\%$
 - 보정 소각 비율 = $\text{소각}(8.5\%) / \{\text{매립}(3.9\%) + \text{소각}(8.5\%)\} \times \text{재활용 비율}(85.6\%) + \text{소각}(8.5\%) = 67.2\%$
- 나머지 부산물을 폐기 처리할 경우 추가적으로 발생할 탄소발자국은 1,689,410 tCO₂-eq.
 - 표 2-15의 부산물 사용 총량 중 벧짚을 제외한 중량은 7,370,218 ton
 - 현재 국내 통계자료를 통해 산출한 1kg 바이오폐기물 처리당 탄소발자국은 0.228 kgCO₂-eq. 발생

표 2-16. 동식물성 잔재물 처리 통계 보정 및 단위 폐기물 처리당 탄소발자국 계산

처리 방법	폐기 비율 (통계)	폐기 비율 (보정) (A)	배출계수 (B)	LCI 데이터베이스	가중 탄소발자국 (A×B)
매립	3.9%	30.8%	0.62	Treatment of biowaste, open dump (RoW)	0.191
소각	8.5%	67.2%	0.0374	Treatment of biowaste, municipal incineration (GLO)	0.025
재활용	85.6%	0.00%	-	-	-
해역배출	2.0%	2.0%	0.62	Treatment of biowaste, open dump (RoW)	0.012
총계	100%	100%	-	-	0.228 kgCO ₂ -eq./kg

*배출계수=(kgCO₂-eq./kg)

제2절. 분뇨처리 등 자원화 방법별 시나리오 비교

<Take home message>

- 한우 사육 두수와 분뇨배출 원단위를 통해 분뇨발생량을 산출하고 해당 분뇨를 퇴비화, 바이오가스화 과정에서 발생하는 온실가스 배출량과 이들의 산출물인 우분퇴비와 바이오가스가 질소계 화학비료, 천연가스를 대체하는 효과를 산출
- 우분 퇴비 활용에 따른 질소계 화학비료 대체 효과로 탄소발자국 162,086.72 tCO₂-eq. 저감
- 가축분뇨 바이오가스화를 통해 자원순환을 통해 111,573,996.23 m³의 바이오가스를 생산할 수 있으며, 이는 천연가스 94,837,896.80 m³대체 (바이오가스 발열량은 천연가스의 85%)
- 천연가스 대체효과와 기존 우분처리 방법으로 인한 온실가스 배출량을 403,234 tCO₂-eq. 감소시킴으로써 458,007.09 tCO₂-eq.의 온실가스 순 감축을 기대할 수 있음
- 한우 산업의 분뇨 에너지화로 연간 458,007.09 tCO₂-eq.의 온실가스 배출량 감축이 기대되며 그 배출량은 트럭의 경우 144,032 대, 승용차의 경우 211,248 대, 승합차의 경우 167,657 대, 하이브리드의 경우 275,541 대, 전기차의 경우 373,229 대, 수소차의 경우 304,978 대에 해당함

1. 연구방법

- 한우 사육 두수와 한우의 분뇨배출 원단위를 통한 발생분뇨 총량 산정
 - 2020년 기준 한우 사육두수 통계에 따르면 3,190,768두가 사육되고 있음
 - 2008년 배출원단위 조사 결과가 반영된 환경부 고시 제1999-109호에

따르면 한우의 일간 분뇨 발생량은 14.6 L

- 1년간 사육된 한우로부터 발생한 분뇨의 총량은 17,003,602.67 m³ 으로 추정 가능
- 환경부 「가축분뇨 처리 통계」를 통한 분뇨처리 현황 파악
 - 현재 퇴비화되고 있는 분뇨는 전체의 75.6%로 가장 높은 비율을 차지하고 있음
 - 액비화 및 정화처리 비율은 총 23.9%이고 기타 처리는 0.4%로 주된 처리방법은 아님

표 2-17. 가축분뇨 처리 비율 현황

처리방법	2019년 (톤/일)	2020년 (톤/일)	평균 (톤/일)	처리 비율
퇴비화	116,875	104,733	110,804	75.6%
액비화	16,169	17,063	16,616	11.3%
정화방류	19,602	17,427	18,515	12.6%
기타	575	530	553	0.4%
처리 총량	153,221	139,753	146,487	100.0%

- 한우 사육과정에서 발생하는 분뇨의 재자원화 과정에서 발생하는 단위 자원 생산당 탄소발자국 산출
 - 기존에 구축되어있는 분뇨 재자원화 공정에 대한 LCI 데이터베이스(Ecoinvent)를 활용하여 단위 생산량 및 분뇨 처리량 당 탄소발자국을 산출

표 2-18. 가축분뇨 재자원화 공정의 탄소발자국

항목	단위	값	출처	비고
바이오 가스 생산	kgCO ₂ -eq./ m ³ biogas	1.22	Biogas from anaerobic digestion of manure (RoW) (Ecoinvent 3.7)	● 바이오가스 1m³ 생산에 분뇨 37.185kg 필요 ● 바이오가스 생산과정에서 자연계로 배출되는 메탄이 0.0198 kg/m³ biogas인 기술 데이터
퇴비화	kgCO ₂ -eq./ kg biomass	0.05 88	Treatment of biowaste, industrial composting (RoW) (Ecoinvent 3.7)	-

- 퇴비의 대체재인 질소계 비료와 바이오가스의 대체재인 천연가스의 탄소발자국을 산정하여 대체효과에 따른 탄소발자국 감축량 계산

2. 연구결과

<분뇨 자원화에 따른 온실가스 배출량 및 원료 대체효과 산정>

■ 퇴비화에 의한 화학비료 대체효과 산정(현재 기준)

- 현재 환경부 「가축분뇨 처리 통계」에 따르면 75.6%는 퇴비화과정을 거쳐 재자원화 되고 있음
- 우분 퇴비의 질소함량을 0.97%⁴⁾라고 할 경우, 질소 1kg을 토양에 공급하기 위해서 필요한 우분 퇴비의 양은 103.1 kg
- 1kg의 질소를 토양에 공급하는데 필요한 질소계 화학비료를 생산하는데 발생하는 탄소발자국은 7.36 kgCO₂-eq. (Inorganic nitrogen fertiliser, as N nutrient supply from ammonium nitrate({RoW}, Ecoinvent)
- 표 2-18의 퇴비화에 대한 탄소발자국은 1kg 퇴비 생산당 0.0588

4) 벼 재배시 축분퇴비 질소의 화학비료(요소) 대비 시비효과 최종보고서(2010)

kgCO₂-eq.으로 질소 1kg을 공급하기 위해 필요한 우분 퇴비를 생산하는데 발생하는 탄소발자국은 6.06 kgCO₂-eq. 으로서 우분 퇴비를 통해 토양에 공급하는 질소 1kg 당 약 1.3 kgCO₂-eq.의 온실가스 영향을 저감하는 것으로 볼 수 있음(질소계 화학비료 사용 대비 17.7% 저감)

■ 가축분뇨 바이오가스화에 의한 탄소발자국 변화

- 현재 환경부「가축분뇨 처리 통계」에 따르면 24.4%는 액비화, 정화처리, 기타처리 등의 방법으로 처리되고 있음
- 온실가스 종합정보센터의 자료에 따르면 우리나라에서 우분 1 ton 처리하는 과정에서 발생하는 온실가스는 0.13 tCO₂-eq.
- 앞서 추정한 우분 발생량의 24.4%인 4,148,879.05 m³을 처리하는데 발생하는 온실가스는 539,354.28 tCO₂-eq. (우분의 비중을 1로 가정)
- 표 2-18.의 바이오가스 생산에 대한 탄소발자국은 바이오가스 1 m³ 생산 당 1.22 kgCO₂-eq.이며 바이오가스 1 m³ 생산을 위해 필요한 분뇨의 양은 37.185 kg으로 나타남
- 우분의 비중을 1로 가정하였을 경우 퇴비화되지 않은 우분의 양은 4,148,879.05 ton이며 이를 전량 바이오가스로 전환 시킬 경우, 111,573,996.23 m³의 바이오가스가 생산됨
- 바이오가스 111,573,996.23 m³생산 과정에서 발생하는 탄소발자국은 136,120.28 tCO₂-eq.으로 현재 우리나라에서 처리되는 방법에 따라 발생하는 온실가스 배출량 대비 74.8% 저감되는 것으로 나타남
- 바이오가스의 열량은 국내 천연가스의 85% 수준으로 알려져 있으며 이 경우, 퇴비화되지 않는 가축분뇨를 바이오가스화 시킬 경우, 94,837,896.80 m³의 천연가스를 대체하는 효과를 보임
- LNG 1 m³ 생산 시 탄소발자국은 0.567 kgCO₂-eq. (Natural gas, liquefied production({RoW}, Ecoinvent)로써 대체되는 LNG 생산에 대한 탄소발자국은 53,773.09 tCO₂-eq.
- 바이오가스로의 대체가 연료 생산과정에서의 탄소발자국을 53,773.09

- tCO₂-eq.에서 136,120.28 tCO₂-eq.으로 82,347.19 tCO₂-eq. 증가시킴
- 하지만 우분처리로 인한 온실가스 배출량을 539,354.28 tCO₂-eq.에서 136,120.28 tCO₂-eq.으로 403,234 tCO₂-eq. 감소시킴으로써 458,007.09 tCO₂-eq.의 온실가스 순 감축을 기대할 수 있음

제3절. 종합결론

- 가축분뇨 자원화에 따른 온실가스 배출량 저감효과를 산정한 결과, 우분 퇴비 활용에 따른 질소질 화학비료 대체 효과로 토양에 공급하는 질소 1kg 당 약 1.3 kgCO₂-eq.의 탄소배출을 저감하는 것으로 나타남.
 - 이는 화학비료 사용 대비 17.7%에 해당하는 저감 효과를 보임
- 퇴비화되지 않는 가축분뇨를 바이오가스화 시킬 경우, 현재 우리나라에서 적용되는 분뇨처리 방법에 비해 적은 양의 온실가스가 배출되며, 신재생에너지 생산에 따른 천연가스를 대체하는 효과를 보임
 - 바이오가스화 할 경우, 기존의 분뇨처리 방법에 비해 온실가스 배출이 약 74.8% 저감과 94,838천 m³의 천연가스를 대체하는 효과를 보임
- 가축분뇨 자원화가 자원순환을 통한 친환경적으로 자원 이용 효율을 높이고 기후변화 대응을 위한 저탄소기술로서의 가치를 보이는 것임
- 한우 산업 유무에 따른 온실가스 배출량과 자동차에 의해 발생될 수 있는 온실가스 배출량과의 비교
 - 언론에서의 한우와 자동차의 온실가스 배출량 비교는 한우는 전과정에서 자동차는 연료 소비량 기준으로만 배출량을 산정하는 문제가 있음
 - 한우와 자동차의 온실가스 배출량 비교를 위해 차종의 경우 2021년 기준 네이버의 국내 차량 순위 1위에 해당하는 트럭(포터), 승용차(그랜저), 승합차(카니발)로 선정하였으며, 경향신문 및 정책뉴스 기사를 참고하여 하이브리드(소나타 하이브리드), 전기차(테슬라 전모델, 아이오닉5, EV6), 수소차(넥쏘) 및 각 차종별 주행거리당

온실가스 배출량 데이터 활용

표 2-19 A. 자동차 종류별 온실가스 배출량 산정

분류	주행거리당 온실가스 배출량 (gCO ₂ -eq./km) (A)	연간 주행량* (km/year) (B)	온실가스 배출량 (tCO ₂ -eq./year) (C= A x B)
트럭	220	14,454	3.2
승용차	150	14,454	2.2
승합차	189	14,454	2.7
하이브리드	115	14,454	1.7
전기차	84.9	14,454	1.2
수소차	103.9	14,454	1.5

표 2-19 B. 한우 산업 유무에 따른 한우 생산 전과정 온실가스 배출량과 자동차 연료 소비량의 온실가스 배출량 비교

분류	기간 (개월) (A)	기간 별 온실가스 배출량 (B)	비교		
			차종 (C)	기간 (B) 별 온실가스 배출량** (tCO ₂ -eq./대) (D)	자동차 수 환산 (대) (E=B/D)
한우 한 마리 **	30	16 (tCO ₂ -eq./30months)	트럭 ¹	7.9	2.0
			승용차 ¹	5.4	3.0
			승합차 ¹	6.8	2.3
			하이브리드 ²	4.2	3.9
			전기차 ²	3.1	5.2
			수소차 ²	3.8	4.2
한우 없을 시 타산업 온실가스 추가 배출량 ***	12	29,028,449 (tCO ₂ -eq./12months)	트럭 ¹	3.2	9,128,787
			승용차 ¹	2.2	13,388,888
			승합차 ¹	2.7	10,626,101
			하이브리드 ²	1.7	17,463,767
			전기차 ²	1.2	23,655,279
			수소차 ²	1.5	19,329,472
분노 에너지화 시 순 온실가스 감축량	12	- 458,007.09 (tCO ₂ -eq./12months)	트럭 ¹	3.2	144,032
			승용차 ¹	2.2	211,248
			승합차 ¹	2.7	167,657
			하이브리드 ²	1.7	275,541
			전기차 ²	1.2	373,229
			수소차 ²	1.5	304,978

표 2-19 C. 국가보고서 기준에 따른 한우 생산의 온실가스 배출량과 자동차 연료소비량 온실가스 배출량 비교

분류	기간 (개월) (A)	기간 별 온실가스 배출량 (B)	비교		
			차종 (C)	기간 (B) 별 온실가스 배출량** (tCO ₂ -eq./대) (D)	자동차 수 환산 (대) (E=B/D)
장내발효 (CH ₄)	30	3.23 (tCO ₂ -eq./30months)	트럭 ¹	7.9	0.41
			승용차 ¹	5.4	0.60
			승합차 ¹	6.8	0.47
			하이브리드 ²	4.2	0.78
			전기차 ²	3.1	1.05
			수소차 ²	3.8	0.86
분뇨처리 (CH ₄)	30	0.07 (tCO ₂ -eq./30months)	트럭 ¹	7.9	0.01
			승용차 ¹	5.4	0.01
			승합차 ¹	6.8	0.01
			하이브리드 ²	4.2	0.02
			전기차 ²	3.1	0.02
			수소차 ²	3.8	0.02
분뇨처리 (N ₂ O)	30	0.93 (tCO ₂ -eq./30months)	트럭 ¹	7.9	0.12
			승용차 ¹	5.4	0.17
			승합차 ¹	6.8	0.14
			하이브리드 ²	4.2	0.22
			전기차 ²	3.1	0.30
			수소차 ²	3.8	0.25
국가 보고서 기준 한우 배출량 총합		4.23 (tCO ₂ -eq./30months)	트럭 ¹	7.9	0.53
			승용차 ¹	5.4	0.78
			승합차 ¹	6.8	0.62
			하이브리드 ²	4.2	1.02
			전기차 ²	3.1	1.38
			수소차 ²	3.8	1.13

*통계청 2021년 전국 자동차 하루 평균 이동거리 39.6km 기준 계산 (39.6km * 365일 = 14,454km)

**한우 한마리를 위한 사료생산부터, 사양관리, 사료 섭취에 의한 장내발효와 가축분뇨처리에서의 전과정 기간의 온실가스 배출량을 환산하였으나, 자동차의 경우 연료의 사용량만으로 계산하여 비교함. 사육기간이 30개월로 차종 온실가스 배출량 비교시 2.5년 곱함

***한우가 볶짚과 대두박 이용하지 않기 때문에 재배와 식품 분야에서 처리해야하는 것으로 가정함

¹ 경향신문, 1km 달릴 때 탄소배출 살펴보니 아이오닉5 89g 넥쏘 103g

² 대한민국 정책브리핑, 2050탄소중립 위한 '2030년 자동차 온실가스 기준' 확정

- 표 2-19 B의 한우 한 마리의 기간 별 온실가스 배출량의 경우 차종별 온실가스 배출량 평균인 5.2 tCO₂-eq.보다 값이 3.07배 높아 보이지만, 한우의 경우 온실가스 배출량을 사료 재배부터 30개월 동안의 사양,

장내발효, 분뇨처리 전과정의 온실가스 배출량을 산정하였고, 자동차의 경우 자동차 생산 과정은 제외되고 동일 기간 동안 실제 차량 운행 시 연료 소모량만 하여 온실가스 배출량을 산정하였기 때문에, 단순히 비교하면 평가 영역 차이에 따른 한우 사육부문에서의 배출량이 크게 나타나는 오해의 소지가 있을 수 있음

- 한우 산업이 없을 경우 벼짚과 대두박 등 식품 및 경종 부산물 처리와 폐기과정에서 연간 29,028,449 tCO₂-eq.의 온실가스가 발생하고 이를 트럭의 대수로 환산하면 9,128,787 대, 승용차로 환산하면 13,388,888대, 승합차로 환산하면 10,626,101 대, 하이브리드로 환산하면 17,463,767 대, 전기차로 환산하면 23,655,279 대, 수소차로 환산하면 19,329,472 대에 해당하는 온실가스 배출량을 타산업에서 처리해야함
- 분뇨 에너지화 시 연간 감축시킬 수 있는 온실가스 배출량은 458,007.09 tCO₂-eq.로 트럭으로 환산하면 144,032 대, 승용차로 환산하면 211,248 대, 승합차로 환산하면 167,657 대, 하이브리드로 환산하면 275,541 대, 전기차로 환산하면 373,229 대, 수소차로 환산하면 304,978 대에 해당하며, 한우 산업의 존재로 인하여 차종별 해당 자동차 수만큼 온실가스 배출량을 대신할 수 있음
- 표 2-19 C에 따르면 한우 한 마리의 장내발효와 가축분뇨에서 발생하는 온실가스 배출량을 자동차의 온실가스 배출량과 비교하였을 경우, 장내발효의 전기차의 경우를 제외하면 각각 자동차 1대 미만의 온실가스를 배출하며, 한우가 자동차보다 온실가스 배출량이 더 낮은 것을 확인할 수 있음
- 국가 보고서 기준 한우 배출량 총합을 기준으로 비교할 경우 한우 1마리가 하이브리드, 전기차, 수소차가 각각 1.02, 1.38, 1.12 대에 해당하는 온실가스를 배출하며, 내연기관 자동차의 경우 오히려 한우의 배출량이 트럭 46.4%, 승용차 21.7%, 승합차 37.8% 더 낮음

제3장. 한우 사육의 산업 구조적 위치 특정 및 홍보자료 구축

제1절. 한우 유래 원료의 활용 분야 조사, 분류화, 도식화 〈Take home message〉

- 식용 부산물의 경우 도축장에서 입찰 또는 경매가 11% 이루어지고 유통가격은 한우 거세 기준 공판장이 366천원/두로 가장 비싸게 거래가 이루어짐
- 화장품 원료로서의 한우 부산물은 대략 20종 이상으로 콜라겐, 엘라스틴, 케라틴 등의 원료를 제공해주며 주로 피부 진정 및 보습의 효과를 지고 있음
- 한우의 혈액의 경우 건강보조식품 기능성 원료와 식품 첨가물 (착색제, 결착제) 과 동물들의 사료로 사용이 되고 있음
- 의약품 분야에서 기능성 화합물 제조 및 혈액 응고제, 지혈제의 주요 성분으로 사용이 됨
- 의약품 사용 시 환자들에게 동물성 원료가 포함되어 있다는 표시를 통하여 알려지 반응 관련 안내 표시를 의무적으로 해야함

1. 연구방법

■ 국내 한우 유래 식용 도축 부산물의 종류와 현황 조사

- 식용으로 사용되는 도축 부산물의 현황 조사를 위하여 축산물 품질평가원의 「2016년 축산물유통실태」 자료를 조사하였고, 식용 부산물의 유통경로 및 유통량, 그리고 판매가격 파악

■ 국내 한우 유래 비식용 도축 부산물의 종류와 현황 조사

- 비식용 도축 부산물의 종류 및 활용 방안 조사를 위하여

한국축산물처리협회의 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」와 「2016년 기타 비식용 도축 부산물 재활용 방안」과 「2019년 동물자원순환센터 수립계획 연구용역 보고서」를 활용

■ 국내 한우 유래 비식용 도축 부산물 중 화장품 원료 조사

- 「Zooceuticals and Cosmetic Ingredients Derived from Animals, 2022」, Luigui Cristiano 등의 국외 논문을 통하여 각종 동물로부터 유래되는 화장품 원료 중, 소로부터 유래되는 화장품 원료 자료 조사 진행

■ 국내 한우 유래 비식용 도축 부산물 중 식품 및 사료 원료 조사

- 한국축산물처리협회의 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」와 JPSolution의 도축부산물 혈액 현황과 이용 등의 자료를 통하여 국내 한우 혈액의 생산량 및 식품산업 및 사료산업 등의 이용 실태 조사

■ 국내 한우 유래 비식용 도축 부산물 중 의료 산업 원료 조사

- 한국축산물처리협회의 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」의 자료와 International Pharmaceutical Excipients Council의 「Qualification of Excipients for Use in Pharmaceuticals, 2008」, The Rotherham NHS Foundation Trust의 「Excipients: What are the general considerations for vegan patients?, 2019」와 「Medicines derived from animal products, 2017」, 자료를 통해 소로부터 나오는 도축 부산물 중 가죽, 지방, 혈액 등의 의약품 제조 원료 사용 실태 조사 및 안전사항 표기법 등에 대한 자료 조사 진행
- 한국축산물처리협회의 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」와 「2016년 기타 비식용 도축 부산물 재활용 방안」과 「2019년 동물자원순환센터 수립계획 연구용역 보고서」와 「Pharmaceutical Excipients of Marine and Animal origin

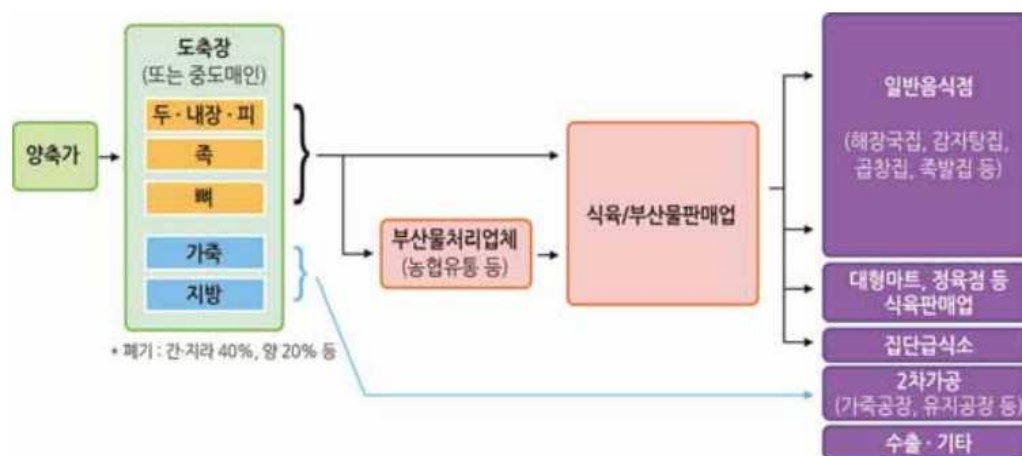
: A Review, 2019」, Sriaandhal Sabalingam 및 Queensland Health에서 발간한 「Medicines/pharmaceuticals of animal origin, 2020」 자료를 통하여 소의 도축 부산물 및 혈액에서 나오는 의약품 원료를 표로 정리함

- 위의 내용들을 종합하여 소로부터 유래되는 전반적인 원료의 효능과 분류 및 도식화 작업을 표와 Xmind 프로그램을 통해 진행

2. 연구결과

■ 한우 식용 부산물 이용 실태 조사 결과

- 축산물품질평가원의 「2016년 축산물유통실태」에 따르면 국내 식용 부산물 유통경로는 양축가에서 도축장을 거쳐, 소매점 등으로 유통
 - 1차 부산물 : 머리, 내장, 족, 가죽 등
 - 2차 부산물 : 사골, 잡뼈, 꼬리, 지방 등



*자료 : 축산물품질평가원(2016), 축산물유통실태

그림 3-1. 도축 부산물 유통경로 모식도

- 소 부산물의 경우 도축장에서 입찰 또는 경매로 유통이 11.0% 이루어지고, 나머지는 수의계약을 통해 유통

- 대표적 유통경로는 도축장에서 1차 부산물 처리업체로 2차 부산물 처리업체에서 일반음식점 순서이며, 전체 유통량의 81.4%를 차지함
- 유통가격은 한우 성별 평균 1차 부산물 가격 수컷이 356천원/두으로 가장 비싸게 거래되고 있으며, 거세 326천원/두, 암컷 254천원/두 순
- 도축장 유형별로 한우 거세 기준 공판장이 366천원/두로 가장 비싸게 거래되었으며, 일반도축장, 도매시장 순

표 3-1. 도축장 구분 별 소 (한우) 1차 부산물 가격

(단위 : 원/두)

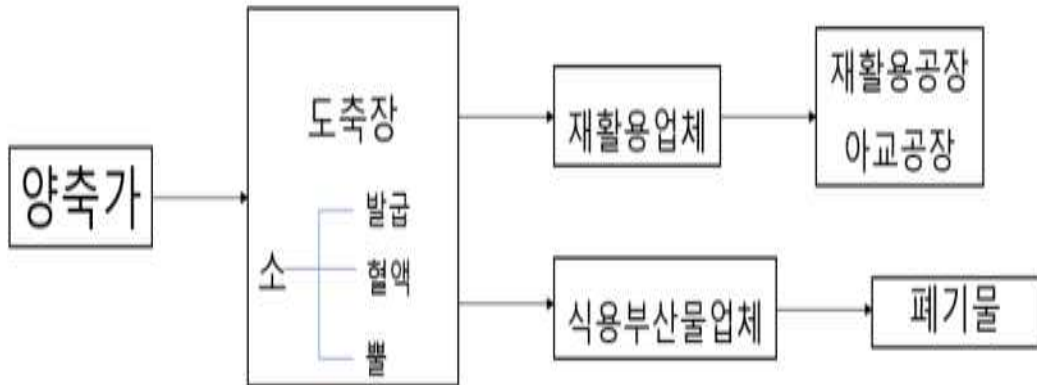
구분		전국평균	공판장	도매시장	일반 도축장
암	1차 부산물 가격	254,436	248,416	209,269	270,417
	- 머리	68,890	54,603	43,860	76,145
	- 내장	78,911	107,844	88,202	71,588
	- 우피(가족)	41,070	53,618	47,466	37,841
	- 우족	46,506	17,912	14,179	62,342
	- 우혈	3,186	652	737	5,688
	- 지방	15,873	13,787	14,825	16,813
수	1차 부산물 가격	355,748	411,722	363,098	346,968
	- 머리	125,679	146,171	124,614	120,172
	- 내장	97,412	139,724	127,850	83,000
	- 우피(가족)	53,275	67,355	61,963	49,181
	- 우족	59,616	43,655	31,359	70,605
	- 우혈	3,141	652	737	6,417
	- 지방	16,625	14,165	16,575	17,593
거세	1차 부산물 가격	326,000	365,702	308,870	326,655
	- 머리	102,717	118,771	86,598	101,069
	- 내장	94,420	130,387	116,790	82,300
	- 우피(가족)	53,330	65,500	59,170	50,153
	- 우족	54,630	36,050	26,300	67,853
	- 우혈	3,621	652	3,437	6,700
	- 지방	17,281	14,342	16,575	18,580

*자료 : 축산물품질평가원, 2016

■ 국내 한우 유래 비식용 도축 부산물의 사용 실태

- 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」와 「2016년 기타 비식용 도축 부산물 재활용 방안」에 따르면 국내 한우로부터 나오는 비식용 도축부산물인 소뿔, 소발톱, 장내용물, 가족 지방 등은 활용 업체와 식용 부산물업체에서 사용되고 있음

- 활용 업체에서는 식품, 사료, 화장품, 의약품 각종 산업군의 원료로 활용



*자료 : 한국축산물처리협회(2019), 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획 연구, 기타 비식용 도축 부산물 재활용 방안

그림 3-2. 국내 비식용 도축 부산물 처리

■ 한우 (소)로부터 유래되는 화장품 원료 조사 결과

- 「Zooceuticals and Cosmetic Ingredients Derived from Animals, 2022」, Luigui Cristiano 에 따르면 동물로부터 유래되는 화장품 원료는 기초 원료 및 기능성 물질 혹은 첨가제로 사용이 되고 있음
- 소로부터 유래되는 화장품 원료는 대략 20종 이상으로 다른 동물들에 비해 월등히 많은 원료를 제공해주며, 주성분은 콜라겐, 엘라스틴, 케라틴
- 아래 표를 통하여 소로부터 유래되는 화장품 원료 확인 가능

표 3-2. 소 유래 화장품 원료 및 효능

국제화장품원료재사전	원재료	효능
알란토인	알란토인 (오줌)	피부 진정, 보습, 피부 방지
양수	양수	보습, 피부 조정
양수	보바인 양수	보습, 피부 조정
콜라겐	콜라겐 (인대)	보습, 모발/피부 조정
가수분해된 콜라겐	콜라겐 (가수분해)	습윤제, 정전기방지, 연화제, 피막형성제, 모발/피부 조정
엘라스틴	엘라스틴(인대)	진정, 피부 조정
가수분해된 엘라스틴/ 엘라스틴 아미노산	엘라스틴 (가수분해된)	연화제, 모발/피부 조정
물소 지방	지방 (물소)	연화제, 피부 조정
탈로우산나트륨	지방 (우지)	연화제, 피부 조정
담즙	간(보바인)	피부 조정
케라틴	케라틴 (뿔, 모발, hooves)	모발/피부 조정
가수분해된 케라틴/ 케라틴아미노산	케라틴 (가수분해)	습윤제, 정전기방지, 피막형성제, 모발/피부 조정
유당/우유	우유	피부 조정
Whole dry물소젖	우유 (물소)	피부 조정
카세인/카세인 추출물	우유 (카세인)	정전기방지, 모발/피부 피부 조정
가수분해된 카세인	우유 (카세인, 가수분해된)	정전기방지, 모발/피부 피부 조정
야크젖	우유 (야크)	피부 조정
태반추출물/태반 단백질	태반	피부 조정
가수분해된 태반추출물	태반 (가수분해)	피부 조정
Aberdeen Angus황소	정자 (황소: Aberdeen Angus)	피부 조정

*자료 : Luigi Cristiano et al, 2022., Zooceuticals and Cosmetic Ingredients Derived from Animals

■ 한우 (소) 혈액의 자원화 동향 조사 결과

표 3-3. 국내 소 혈액 발생량 및 자원화 가능한 혈액 산정

구분	'15년 연간 도축두수	총혈액량 (A) (단위 : 톤)	자원화 가능 혈액량 단위 : ton	
			도체잔류혈액	자원화가능 혈액
			(B=A*15%)	(C=A-B)
소	1,006,000	27,162	4,074	23,088

*자료 : 농림축산식품부 '15년 도축동향

- 농림축산 식품부의 '15년 도축 동향에 따르면, 1년간 사육된 한·육우로부터 발생한 혈액량은 총 27,162톤이고, 자원화 가능 양은 23,088톤으로 현황 파악
 - 한국축산물처리협회의 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」와 JPSolution의 도축부산물 혈액 현황과 이용 자료에 의하면 국내 한우의 혈액 중 일부는 선지 해장국 사람이 식용하고, 일부는 전혈분 형태로 동물용 사료원으로 사용되고, 일부는 렌더링 과정을 거치면서 비료 및 각종 산업 원료로 가공됨
 - 동물 혈액은 고부가가치 자원으로 미국, 유럽 등 선진국에서는 동물 혈액을 활용한 사료첨가제, 식품첨가제, 향신료, 의약품 원료 등 다양한 산업군에서 사용
- 해외 식품 산업 분야에서 소 부산물 및 혈액은 건강보조식품 기능성 원료, 육류제품 첨가물 (Food additives) 등으로 활용

표 3-4. 세계 시장의 동물 혈액 제품 현황

구분		세부내용	주요 제품(군)
식품산업	건강보조식품	• 철분 보충, 면역시스템 강화, 활력 증진 등을 위한 건강보조식품 제조 원료로 활용	•혈청농축제제 •철분강장제 •혈청분리단백질
	식품첨가제	• 육류제품의 품질 향상을 위한 고착제, 착색제, 유화제, 안정제 등의 식품첨가물로서 활용	•착색제 •결착제 •유화제
동물사료산업	애완동물 및 양식어류 사료	• 단백질 공급원 및 보충사료 • 혈청단백질 대체제	•Actopro (Veos Group 제조)
	가축사료	• 사료비 절감 효과 • 질병을 및 사망률 감소 효과	•Proglobulin (Sonac 제조)
의약산업	제약분야	• 소, 돼지 혈청 • 혈장으로부터 생물활성 펩타이드 등 기능성 화합물을 추출하여 소재 및 제품화	•동물단백질 제품 •혈청제품
	의료분야	• 소, 돼지의 혈장으로부터 추출한 단백질 및 효소를 소재 및 제품화하여 혈액응고시약, 지혈제 등으로 활용	•Bovine Thrombin •Bovine Fibrinogen

*자료 : Institute of Food Technologists(2013), Slaughterhouse Blood: An Emerging Source of Bioactive compounds

표 3-5. 식품 산업 내 동물 혈액 관련 제품 현황

구분	제품개요				용도 / 기능	혈원
	제품명	제품설명	제조회사명	국가		
건강 보조 식품	ImmunoLin	혈청농축물제제	Proliant Inc.	미국	면역시스템강화	소
	Nutra Gammax	분리혈청단백질			에너지•활력강화	
	Proferrin ES	철분강장제	Colorado Biolabs Inc.		철분보충	소
	Proferrin Forte	엽산 강화 철분강장제				
식품 첨가물	Fibrimex	트롬빈 피브리노젠 단백질	Sonac BV	네덜란드	Cold set binder	소, 돼지
	Harimix	안전 헤모글로빈			착색제	
	PP	냉동 파우더 플라즈마			Heat set binder	
	Vepro 95 HV	글로빈 (Globin)	Veos NV	벨기에	유화제	소
	Plasma	액상, 분말, 냉동플라즈마			젤 고착제 (결착제)	소, 돼지
	Prolican 70	플라즈마 농축	Lican Functional Protein Souce	칠레	유화제, 고착제 (결착제)	소

*자료 : Taylor & Francis (2011), Issues Related to the Use of Blood in Food and Animal Food

- 사료산업 분야에서 한우 부산물은 애완동물 및 가축사료, 양식어류사료의 첨가제 및 원료 등으로 활용

표 3-6. 사료 산업 내 동물 혈액 관련 제품 현황

구분	혈원 및 추출성분	용도 / 기능 / 효과	관련제품/특허/학술논문
애완동물사료	전형 (Whole Blood)	단백질 공급원 (Protein Source)	• Patent US4089978
		사료 (Food Source)	• Actopro (Veos Group 제조)
가축사료	헤모글로빈		• Quigley et al. (2000)
	분무건조 가수 분해 혈액세포 (Spray-dried Hydrolyzed Blood Cell)	• 송아지, 새끼 돼지 이유기 때 사용되는 대용유 (Milk Replacer)에 첨가되어 혈청단백질 대체제로 활용 • 성장 및 사료섭취 촉진 및 식감 증가 효과 • 혈장 제품의 대체제로서 사용되어 가축사료 비용 절감 효과 • 가축 질병율, 사망률 저하 효과	• Quigley and Wolfe (2003) • Pierce and Others (2005)
	분무건조 혈장 (Spray-dried Blood Plasma)		• Proglobulin (Sonac 제조)
양식어류사료	돼지 혈장 (Porcine Plasma)	• 양식 육식어류 및 양식 새우 등의 사료로 활용	• Hemoglobin in aqua feed (Sonac 제조)
	헤모글로빈		

*자료 : Institute of Food Technologists(2013), Slaughterhouse Blood: An Emerging Source of Bioactive compounds

- 의약품 산업 분야에서 한우 부산물 및 혈액은 기능성 화합물 제조와 혈액 응고제 및 지혈제의 주요 성분으로 활용
- The Rotherham NHS Foundation Trust의 「Excipients: What are the general considerations for vegan patients?, 2019」와 「Medicines derived from animal products, 2017」에 의하면 제약 분야에서 소 부산물은 신생아의 폐 발달 과정에서 치료약으로 사용하지만, 채식주의 환자를 위하여 젤라틴 캡슐을 타 원료 사용 시 효율이 떨어지거나 부작용 발생 우려로 인하여 대체가 불가능 하다고 주장
- International Pharmaceutical Excipients Council의 「Qualification of Excipients for Use in Pharmaceuticals, 2008」에 따르면 의약품 첨가제 또는 부형제로 소 부산물이 사용되면, 반드시 동물성 원료가 사용되었다는 정보와 바이러스성의 안전성, 광우병 등에 대한 표시 의무화
- 한국축산물처리협회의 「2016년 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜 수립 계획연구」에 의하면 의약품 산업분야에서 소 혈액은 기능성 화합물 제조와 혈액 응고제 및 지혈제의 주요 성분으로 활용됨

표 3-7. 의약품 산업 내 동물 혈액 관련 제품 현황

구분	혈원 및 추출성분	적용	관련 제품/연구 결과
제약 분야	소, 돼지 혈청 (Bovine and Porcine Serum)	• 세포배양 (Cell Culture)을 위한 단백질, 비타민, 아미노산 공급	• 백신, 항체, 혈청 제품
	소, 돼지 혈장 (Bovine and Porcine Blood Plasma)	• 생물활성 펩타이드 추출	• 혈청 알부민 (Serum Albumin) • 글로불린 (Globulin) 동물단백질 제품
의료 분야	Bovine Thrombin	• 혈액 응고 (Ccoagulation) 촉진 • 상처치료 • 이식피부 (Skin Graft) 고정 및 고착	• Jayathilakan 외 (2011)
	Bovine Prothrombin	• 트롬빈 생산 및 정제의 전구체 (Precursor)로 사용 • 국소수술 시 지혈 작용	• Bovogen Biologicals 등 제조업체에서 생산
	Bovine Fibrinogen	• 혈청 실험실에서 사용되는 혈액 응고 시약 (Reagent)의 주요 성분으로 소 혈장에서 추출	• Bovogen Biologicals 등 제조업체에서 생산

*자료 : Institute of Food Technologists(2013), Slaughterhouse Blood: An Emerging Source of Bioactive compounds

- 「Pharmaceutical Excipients of Marine and Animal origin : A Review, 2019」, Sriaandhal Sabalingam에서 소 유래 의약품 원료를 추합하고, Queensland Health에서 발간한 「Medicines/pharmaceuticals of animal origin, 2020」 환자 동물성 약품의 알러지 반응 예방을 위한 지침서에 따르면 소에서 유래하는 각종 약품이 확인 가능 아래 표 참조

표 3-8. 소 유래 치료제 성분 및 제품명

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
부신 스테로이드 호르몬	Methylpred, Methylprednis olone Alphapharm & Solu-Medrol	Methylpredni solone sodium succinate	유당 (젖소)	-	-
지사제	Travelan	소 초유	-	-	-
진단제	타이로젠	티로트로핀 알파	-	-	소 TSH 치료한 환자 주의
소화기 보충제	Ethical Nutrients Inner Health plus capsules	락토바실러스 아시도필루스 , 소 초유	-	-	-
소화기 보충제	Ethical nutrients inner health plus powder	락토바실러스 아시도필루스 , 소 초유	-	-	-
소화기 보충제 및 담석용해제	Immune-5	-	-	-	-
소화기 보충제 및 담석용해제	Inner Health Plus capsules and Inner Health powder	-	초유	-	-
지혈제	Tisseel VH S/D Solution	아프로티닌 - 인자 XIII - 피브리노젠, 염화칼슘 이수화물 - 트롬빈	-	-	소 단백질 알레르기 환자 주의

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
지혈제	노보세븐알티	Eptacog alfa (활화)	IgG 단백질, 기타 단백질	-	-
약초 진통 및 황소염	Blackmores Joint Formula, Joint Formula Advanced & Joint Formula Advanced with MSM Booster	-	콘드로이틴 황산염	-	-
약초 진통 및 황소염	ChondroCare Excel	-	콘드로이틴 황산염	-	-
약초 진통 및 황소염	ChondroPlex	-	콘드로이틴 황산염	-	-
약초 진통 및 황소염	Totally Natural Products Exit Pain	-	콘드로이틴 황산염	-	-
약초 및 기타 대체 치료제	Lactoferrin Enhanced & Lactoferrin Plus SB	-	락토페린	-	-
약초 호흡치료제	Benadryl children's cough 2 years+	-	락토페린 (젓소)	-	-
약초 호흡치료제	Duro-Tuss Children's Cough Liquid	-	락토페린	-	-
면역 보충	Blackmores immunodefen ce capsule	-	락토페린 (젓소)	-	-
아연비타민 및 미네랄	BioHeme	-	락토페린 (젓소)	-	-

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
뇌하수체선 종	Saizen & Saizen 3	소마트로핀 (rmc), 성장호르몬	-	-	-
혈액증량제	Gelofusine	숙시닐 젤라틴	젤라틴	-	-
혈액증량제	Haemaccel	폴리젤린	락토페린 , 우유 단백질	-	-
폐계면활성 제	Survanta	베락탄트	폐 추출물	-	-
외과용 방부제 및 응용	Artiss	살모넬라 타이피 <i>Vi</i> <i>polysaccharide</i> 백신	-	합성한 아프로티닌 (소의 아프로티닌 동일함)	-
백신	아다셀	백일해 백신, 디프테리아 변독소, 파상풍 변독소, 소아마비 백신	-	-	-
백신	Adacel Polio	백일해, 디프테리아, 파상풍 및 폴리오 <i>type</i> <i>1, 2, 3</i>	-	-	-
백신	ADT 부스터	디프테리아 변독소	-	-	-
백신	아박심	A형간염 백신	-	-	-
백신	부스트릭스	디프테리아 변독소, 파상풍 변독소, 백일해 백신	-	-	-
백신	부스트릭스 - IPV suspension for injection	디프테리아 변독소, 파상풍 변독소, 백일해 백신, 소아마비백신	-	-	-

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
백신	Engerix-B Adult and Paediatric	B형간염 백신	-	-	-
백신	플루아릭스	인플루엔자 바이러스 백신	-	-	-
백신	하브릭스 1440	A형간염 백신	-	-	-
백신	하브릭스 주니어	A형간염 백신	-	-	-
백신	헥사심	디프테리아, 파상풍, 백일해, B형간염, 소아마비및B 형헤모필루스 인플루엔자접 합백신	-	-	-
백신	Hiberix	B형 헤모필루스 B 접합백신	-	-	-
백신	인판릭스	디프테리아, 파상풍, 백일해 (DTPa) 백신	-	-	-
백신	인판릭스 -IPV	디프테리아, 파상풍, 백일해 (DTPa)및 폴리오불활화 백신	-	-	-
백신	Ipol	폴리오 바이러스 (불활화)	-	-	-
백신	제스펙트	일본뇌염 불활화백신	-	-	소 알부민에 심각한 반응 주의
백신	Merieux inactivated rabies 백신	광견병 백신	-	-	-
백신	M-M-R II	홍역, 유행성이하선염, 풍진 바이러스 생백신	태아 세럼 (부산물)	-	-

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
백신	나이스박-C 백신	<i>Meningococcal group C polysaccharide</i> 접합 백신	-	-	-
백신	뉴모박스 23	Pneumococcal purified capsular polysaccharides	-	-	-
백신	프리오릭스	홍역, 유행성이하선염, 풍진(MMR) 백신	-	-	-
백신	프리오릭스-tetra	발리셀라 조스터 백신; 홍역, 유행성이하선염, 풍진(MMR)	-	-	-
백신	ProQuad	홍역, 유행성이하선염, 풍진 및 발리셀라 (Oka/Merck) 바이러스 생백신	알부민 (부산물)	-	-
백신	Quadracel	백일해, 디프테리아, 파상풍 변독소 (<i>adsorbed</i>), 불활화폴리오 <i>type 1, 2, 3</i>	알부민	-	-
백신	Rabipur	광견병 백신	-	-	닭 알, 닭 단백질, 소젤라틴 심각한 과민증 급기

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
백신	로타릭스 Oral Liquid	Human Rotavirus (live attenuated oral vaccine)	-	-	-
백신	로타텍	로타바이러스 백신	-	-	-
백신	Stamaril	황열 백신	-	-	-
백신	Tripacel	<i>Pertussis vaccinea cellular</i> , 디프테리아 변독소, 파상풍 변독소 혼합	-	-	-
백신	트윈릭스& 트윈릭스 주니어	A형간염 및 B형간염 혼합백신	-	-	-
백신	Typhim Vi	<i>Salmonella typhi Vi polysaccharide</i> 백신	-	-	-
백신	바릴릿스 HSA-Free	생 배리셀라 백신	-	-	-
백신	바리박스	발리셀라 조스터 백신 (생)	가수분해된 젤라틴, 세럼	-	-
백신	바리박스	발리셀라 조스터 백신 (생)	가수분해된 젤라틴, 세럼	-	-
백신	Vivaxim	현간염 A 백신; 살모넬라 타이피 백신	<10 ng 알부민	-	-
-	Recombinate	Octocog alfa	단백질	단백질 (생쥐, 명주쥐)	-
-	VAQTA & VAQTA Paediatric/adolescent	A형간염 바이러스	알부민	-	-

치료제 구분	제품명	성분명	원재료		주의
			소	기타	
-	Vivotif Oral	Oral Typhoid 백신 살모넬라 타이피 <i>strain Ty21a</i>	젤라틴	-	-
-	조스타박스	생 배리셀라 백신	세럼 (송아지)	-	-

*자료 : Queensland Health (2020)., Medicines/pharmaceuticals of animal products

■ 소로부터 유래되는 원료의 효능

표 3-9. 소 유래 원료들의 효능

원재료	효능
유당	일부 주입 가능한 메틸프레드니솔론 함유 제품의 부형제
초유	면역, 감염 싸움, 장 건강 향상
IgG 단백질	면역력이 약한 사람의 감염 위험을 낮추기 위해 신체의 자연방어체계 강화
콘드로이틴 황산염	가장 일반적 골관절염 관리
락토페린	박테리아, 바이러스, 곰팡이 감염의 보호
젤라틴	약품, 식품, 사진, 비타민 캡슐, 및 화장품 젤링제
폐 추출물	호흡 중에 폐포가 무너지는 것을 방지
태아 세럼	단백질 농도 표준, 세포 영양소, 제한 소화 중 효소 안정화로 사용
알부민 (부산물)	세포배양매질의 단백질 보충제
알부민	세포배양매질의 단백질 보충제

■ 소로부터 유래되는 원료의 분류 및 도식화



그림 3-3. 소 유래 원자재 및 그 이용 모식도 - 1



그림 3-4. 소 유래 원자재 및 그 이용 모식도 - 2



그림 3-5. 소 유래 원자재 및 그 이용 모식도 - 3

제2절. 전과정평가를 활용한 한우의 열량 및 영양소당 온실가스 영향

〈Take home message〉

- 축산업을 제외했을 경우, 미국 농업 시스템에서 축산업이 차지하는 온실가스 배출량이 49% 전체가 줄어드는 것이 아니라, 합성 비료 대체 및 식품 부산물 폐기 등의 이유로 28%가 줄어, 감소 기대치에 43%로 절반 이상도 줄이지 못함
- 축산업을 제외하게 되는 경우 증가하는 인구의 영양성분을 모두 충족시키기 어려워지며, 식량 안보 문제 등이 발생할 수 있음
- 한국인 권장식단과 완전채식식단에서 동물성 식품 섭취 목적을 단백질과 아미노산으로 하여 온실가스 배출량을 계산하면 각각 23.3%, 50%까지 온실가스 배출량을 줄일 수 있음
- 극단적인 식단을 설정하여 한우 고기만 (100%) 섭취하였을 때, 한우를 아예 섭취하지 않았을 경우, 한우를 1인분(150~200g)만 섭취하였을 경우로 구분하여 영양성분 및 온실가스 배출량을 산출함
- 국내 식품을 활용하여 동물성, 식물성, 동물성+식물성 식품을 분류하여 각각의 영양성분 충족량 비교 결과 식물성 식품만으로는 권장 에너지 및 권장 단백질 기준 별 각각

1.5배, 3배 더 많은 두류를 섭취해야 하고, 단백질의 권장량을 충족시킨다 해도 아미노산 권장량은 3 - 57%까지 충족시키지 못하여, 보충제 혹은 추가적인 식품을 섭취하여야 함

- 각 식품군별로 영양소당 온실가스 배출량을 서로 비교하였을 때 동물성 식품의 경우가 대체로 높았으나, 반대로 비타민 B12당 온실가스 배출량은 식물성 식품군만 섭취했을 경우가 18.22배 더 높은 온실가스 배출량을 배출하였음
- 동물성 식품의 경우 섭취 목적이 단백질과 아미노산, 비타민 B12 등과 같고, 식물성 식품의 경우 섭취 목적이 에너지, 탄수화물, 물리브덴, 엽산 등과 같은 영양성분 섭취이며, 온실가스 감축이 목적이 아니라는 점에서, 동물성과 식물성 식품을 같이 섭취하면 적절한 양의 동물성 식품을 섭취함으로써 영양성분도 권장량을 충족하고, 동시에 온실가스 배출량도 줄일 수 있음

1. 연구방법

- 동물성 식품을 제거한 경우의 영양성분 및 온실가스 배출량 영향에 대한 국외 동향 자료 분석
 - United Nations (UN) 산하 기관인 Food and Agriculture Organization (FAO). (2006)에 따르면 축산업이 세계적으로 온실가스 배출량의 주요 원인이며, 미국의 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee. (2015)는 식물성 식품 식이요법이 미국의

식품 공급에 있어 장기적인 지속가능성을 도모한다고 주장하며, 축산업이 없어지면 온실가스 배출량이 미국의 농업 온실가스 배출량의 49% 감축 기대

- 반면, US Department of Agriculture. (2011)에 따르면 축산업은 단순 식품 이상의 것을 제공해주고 있으며, 식품 부산물의 처리와 동물 유래 산물로 접착제, 세라믹, 섬유질, 필름, 양초, 연고, 각종 의약품 원료 등으로 활용
- 미국 내의 식품 공급에 있어 축산업의 기여 정도와 농축산업에서 발생하는 온실가스 배출량을 동물성 식품을 포함한 경우와 제외한 경우를 통해 「Nutritional and greenhouse gas impacts of removing animals from US agriculture, 2017」, Robin R. White et al.에서 결과를 비교

■ 선행 연구로 한·육우로부터 생산되는 축산물을 적용한 식단이 온실가스 배출량에 미치는 영향에 대한 기초 연구 수행

- 사회로 진출하는 나이이며 동시에 영양소 요구량이 가장 높은 19 - 29세의 성인 남자를 바탕으로 작성된 식단을 사용
- 국립농림과학원의 하루 식단 데이터베이스를 활용하여 권장식단과 권장식단에서 고기와 계란과 같은 동물성 식품을 식물성 단백질 식품으로 대체한 완전 채식 식단을 설정함
- 한국영양학회에서 제시한 ‘2015 한국인영양섭취기준’에서 권장 섭취량 값을 기준값으로 설정하고, 성인 남자 19 - 29세의 필요한 열량 2,600Kcal/day 기준으로 식단을 구성함
- 권장식단의 열량당 온실가스 배출량과 완전채식식단의 열량당 온실가스 배출량을 비교하기 위하여 기준값을 권장식단을 사용하여 비율로 비교를 진행함

표 3-10. 선행 연구의 한국인 권장식단과 완전채식식단 비교 연구

	완전채식식단				한국 권장 식단			
	메뉴 (g)	섭취량 (g)	열량 (kcal)	온실가스 배출량 (g CO ₂ eq)	메뉴 (g)	섭취량 (g)	열량 (kcal)	온실가스 배출량 (g CO ₂ eq)
아침	쌀밥 (210 g) 감자미역국 (52 g) 김치 (40 g) 시금치나물(86 g) 콩조림 (20 g)	408	503.37	632	쌀밥 (210 g) 소고기 미역국(59 g) 김치 (40 g) 시금치 나물(86 g) 조기구이(62 g)	457	533.64	901
점심	현미밥 (210 g) 김치찌개 (149 g) 깍두기 (50 g) 숙주나물(38 g) 동치미 (250 g)	697	905.71	841	현미밥 (210 g) 팽이버섯두부 된장국 (128 g) 달걀찜 (68 g) 파리고추조림 (111 g) 콩나물 무침(78 g)	594	1,033.96	952
저녁	보리밥 (210 g) 달래된장찌개 (116 g) 총각김치 (35 g) 들깨잎장아찌 (2 g) 표고버섯잡채 (81 g)	524.6	1,169.4	1,176	보리밥 (210 g) 배추된장국 (100 g) 채육볶음 (157 g) 상추겉절이 (91 g) 가지나물 (68 g)	531.8	1,035.52	1,416
Total	-	1,629.6	2,578.48	2,649	-	1,582.8	2,608.47	3,269

■ 후속 연구, 한우 고기 섭취 유무에 따른 온실가스 영향 기준을 권장 에너지 섭취량 및 권장 단백질 섭취량으로 한 식품별 적합한 온실가스 배출량 산정 비교

- 2021년 국가표준식품성분표 제 9개정판이 개정됨에 따라, 필수아미노산의 함량이 추가되었고, 더 자세한 영양소당 온실가스 배출량 산출이 가능해짐
- 한국보건산업진흥원 (Korea Health Industry Development institute : KHIDI)에서 제공하는 국민영양통계 2019년 기준 지역별, 식품별 섭취량 중 전체 평균 섭취량이 각 식품군 별로 0.5g 이상에

해당하며 전과정평가를 통해 산출된 온실가스 배출량 데이터가 있는 일부 식품들로 선발

- 동물성, 식물성, 동물성+식물성 식품의 열량당 온실가스 배출량과 단백질, 아미노산, 비타민당 온실가스 배출량을 비교하기 위하여 권장 에너지 섭취량 2,600kcal/day와 권장 단백질 섭취량 65g/day 을 기준으로 식품을 구성함

표 3-11. 권장 에너지 섭취량 기준 식품별 섭취량

식품 대분류	식품명	동물성 식품 (g)	식물성 식품 (g)	동물성+식물성 식품 (g)
육류	소고기, 한우(1등급), 등심(윗등심살), 생것	850	0	200
	소 부산물, 간, 생것	50	0	0
곡류	현미	0	250	150
	보리	0	10	50
	참쌀	0	50	20
	멥쌀	0	150	150
	조	0	5	10
	수수	0	5	5
	귀노아	0	10	0
	귀리	0	10	0
서류	고구마	0	200	100
두류	강낭콩	0	20	10
	녹두	0	20	10
	콩(대두), 서리태, 볶은것	0	10	10
	두부	0	50	30
	렌틸콩	0	10	10
	병아리콩	0	10	10

식품 대분류	식품명	동물성 식품 (g)	식물성 식품 (g)	동물성+식물성 식품 (g)
야채류	깨,검정깨	0	1	1
	깨,흰깨	0	1	1
	가지	0	50	60
	고사리	0	40	40
	풋고추	0	30	30
	김치, 깍두기	0	30	30
	김치, 배추 김치	0	30	30
	당근	0	50	50
	마늘	0	30	30
	무	0	30	30
	배추	0	40	40
	부추	0	40	40
	브로콜리	0	10	10
	상추, 로메인, 적상추, 생것	0	10	10
	시금치	0	10	10
	양배추	0	10	10
	양상추	0	10	10
	양파	0	10	10
	오이	0	10	10
	취나물	0	10	10
	콩나물	0	10	10
	토마토	0	10	10
	파프리카	0	40	40
	파	0	40	40
	큰스타리버섯 (새송이버섯)	0	40	40
	표고버섯	0	40	40
	김	0	5	5
과일류	사과	0	100	100
총 섭취량 (g)		900	1,547	1,512

표 3-12. 권장 단백질 섭취량 기준 식품별 섭취량

식품 대분류	식품명	동물성 식품 (g)	식물성 식품 (g)	동물성 + 식물성 식품 (g)
육류	소고기, 한우(1등급), 등심(윗등심살), 생것	300	0	150
	소 부산물, 간, 생것	30	0	0
곡류	현미	0	200	50
	보리	0	10	50
	찹쌀	0	50	20
	멥쌀	0	130	100
	조	0	5	10
	수수	0	5	5
	귀노아	0	10	0
	귀리	0	10	0
서류	고구마	0	200	0
두류	강낭콩	0	20	0
	녹두	0	20	0
	콩(대두), 서리태	0	10	0
	두부	0	50	30
	렌틸콩	0	10	0
	병아리콩	0	10	0
야채류	깨,검정깨	0	1	1
	깨,흰깨	0	1	1
	가지	0	50	40
	고사리	0	40	20
	풋고추	0	30	30
	김치, 깍두기	0	30	30
	김치, 배추 김치	0	30	30
	당근	0	50	50
	마늘	0	30	30
	무	0	30	30
	배추	0	40	40
	부추	0	40	40
	브로콜리	0	10	10
	상추, 로메인, 적상추, 생것	0	10	10
	시금치	0	10	10
	양배추	0	10	10
	양상추	0	10	10

식품 대분류	식품명	동물성 식품 (g)	식물성 식품 (g)	동물성 + 식물성 식품 (g)
야채류	양파	0	10	10
	오이	0	10	10
	취나물	0	10	10
	콩나물	0	10	10
	토마토	0	10	10
	파프리카	0	40	40
	파	0	40	40
	큰노타리버섯 (새송이버섯)	0	40	40
	표고버섯	0	40	40
	김	0	5	5
과일류	사과	0	100	100
총 섭취량 (g)		330	1,477	1,122

- 온실가스 배출량 산정을 위하여 환경부와 농업실용화재단의 탄소발자국 데이터를 활용하고, 한우 등급판정에 기준이 되는 등심 부위 (1등급)을 기준으로 식품의 시나리오를 구성함

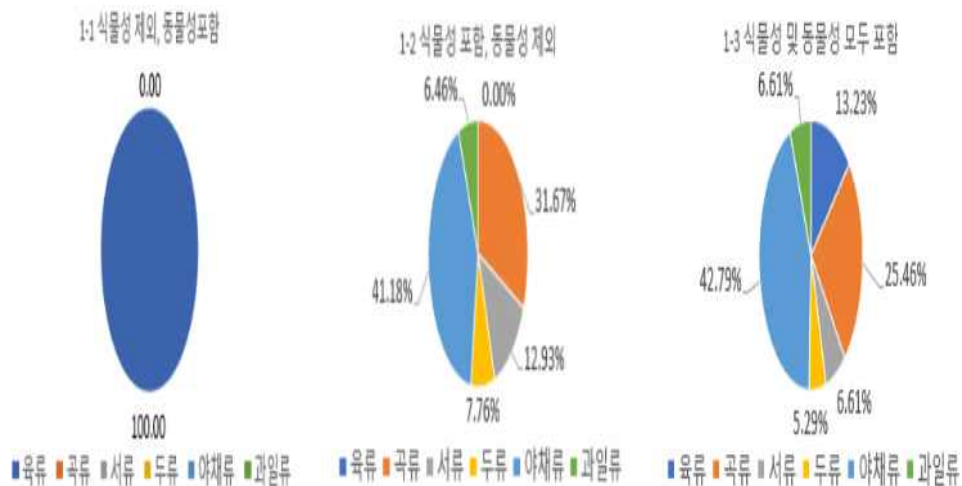


그림 3-6. 권장에너지(Kcal) 섭취량 기준 각 식품군 별 함량 비율 (%)

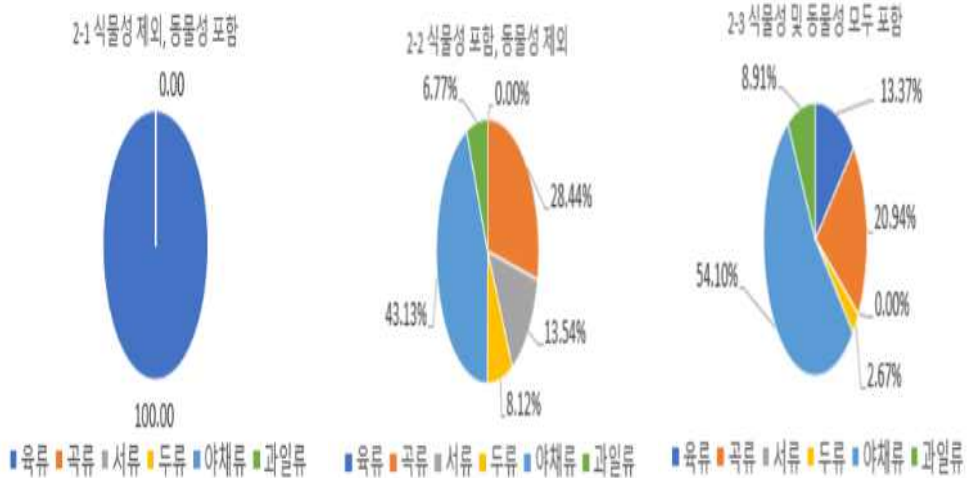
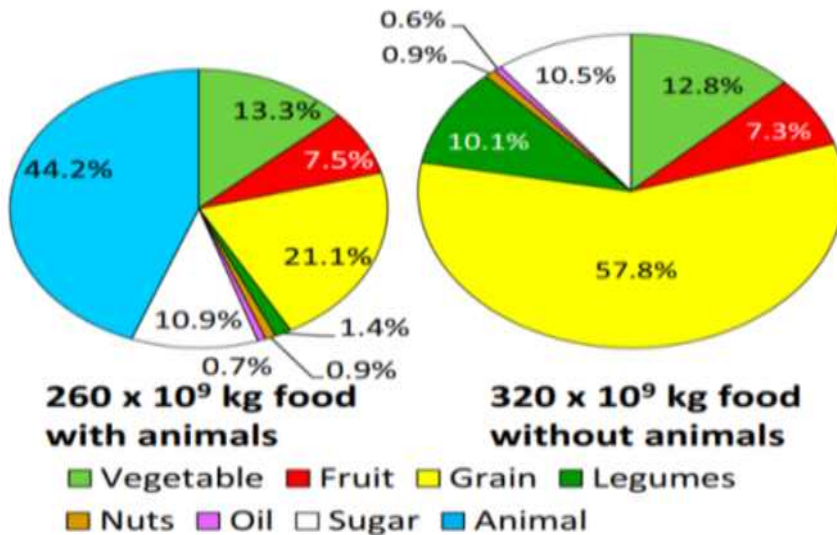


그림 3-7. 권장단백질(g) 섭취량 기준 각 식품군 별 함량 비율 (%)

2. 연구결과

- 동물성 식품을 제거한 경우 영양성분 및 온실가스 배출량 영향에 대한 「Nutritional and greenhouse gas impacts of removing animals from US agriculture, 2017」, Robin R. White et al. 연구 사례 결과
 - 미국의 식품 산업 부분에서 농업 및 사람 그리고 축산업의 생태계 상호 교환 관계 및 자원 순환 관점에서 다양한 부분에서 기여
 - 사람/산업 : 부산물 사료 4.32×10^{10} kg/year
 - 작물 농업 : 사람/산업 → 식품 1.72×10^{11} kg/year, 비식품으로 1.28×10^{11} kg/year 축산사료작물 : 1.12×10^{11} kg/year
 - 축산업 : 사람/산업 → 식품으로 1.20×10^{11} kg/year, 비식품으로 1.22×10^{10} kg/year 작물 농업 → 가축분뇨 비료 N 4.01×10^9 kg/year, P 1.68×10^9 kg/year, K 1.88×10^9 kg/year, 2.84×10^8 kg/year
 - 미국은 사람이 동물 유래 식품들로부터 24%의 에너지, 48%의 단백질, 23-100%의 필수지방산과 34-67%의 필수 아미노산, 50%

이상의 Ca과 비타민 A, B12, D, 콜린 등 영양소를 섭취함



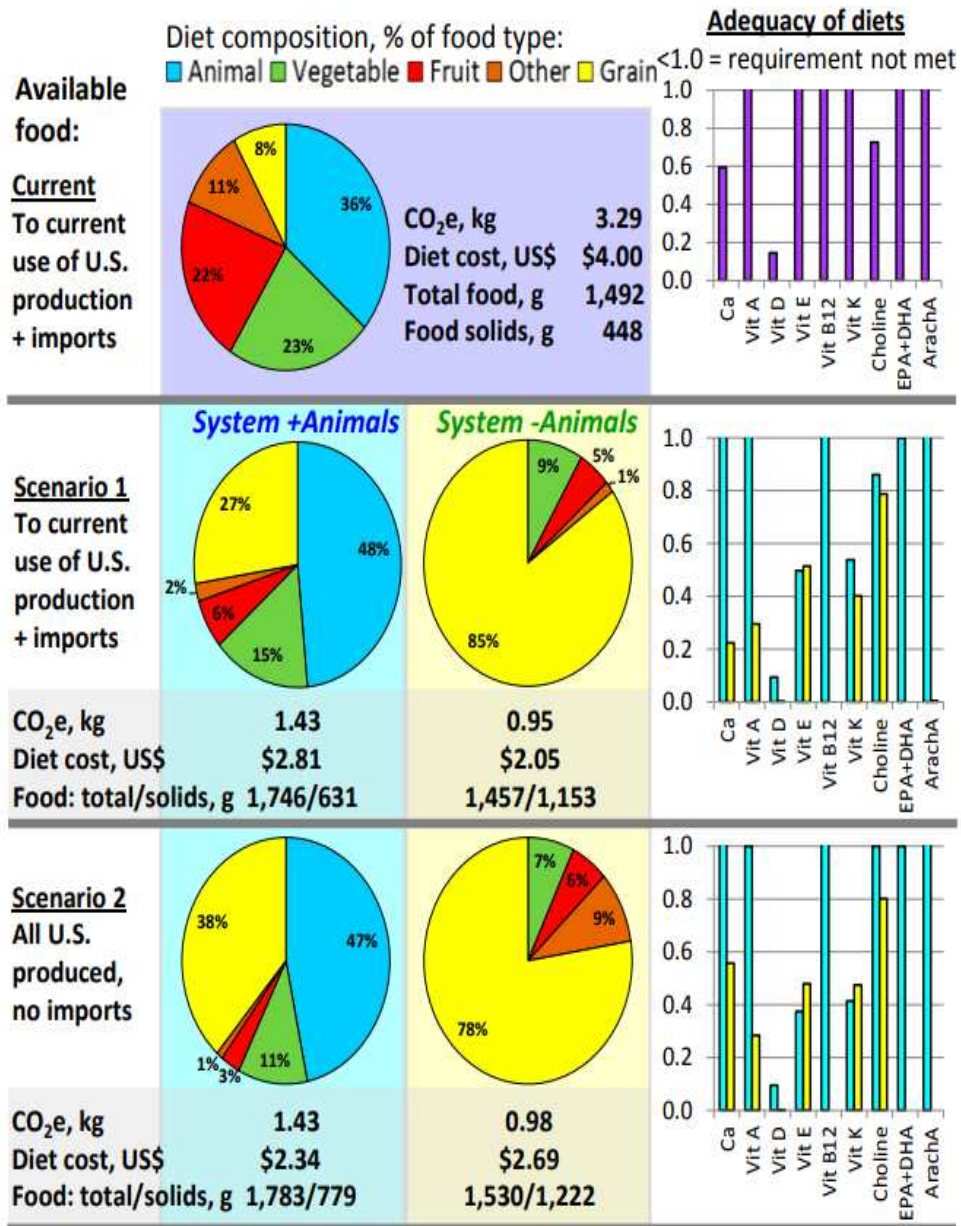
*Adopted from White et al. (2017)

그림 3-8. 동물성 식품 포함 혹은 제외 경우 식품 섭취 비율 변화

- 현재 미국의 식품 체계로 단백질 및 에너지는 1억 2천만 ~ 1억 4천만 인구를 책임질 만큼의 수준이 된다고 하지만, Herrero M et al. (2017)에 따르면, 이 결과는 단백질과 에너지 함량에만 치중이 되어 있고, 다른 미량영양소에 대한 평가가 진행되지 않았기에 한계가 있다고 제시
- 축산업을 제외하는 경우 곡물 섭취량이 증가하게 되며, 옥수수 곡류는 77%, 대두 혹은 콩 밀가루로 구성된 두과류 식품 섭취량은 92% 증가 예상되며, 미국 인구의 영양 요구량을 충족시키기 위해 추가적으로 경작되어야 하는 토지가 증가
- 현재 미국의 식품 섭취 비율에 따른 영양성분 섭취 정도는 권장량에 비해 Ca 60%, 비타민 K 75%, 비타민 D 15%, 콜린 73%, 필수지방산 중 리놀레익 90%, 알파-리놀레닉 71% 부족하지만, 단백질은

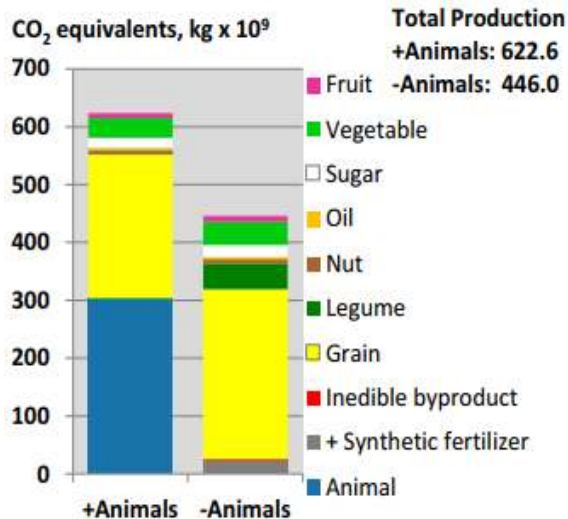
요구량의 171%, 에너지는 인간 활동량의 12%를 초과함

- 동물성 식품을 제외하고 식물성 식품만 섭취할 경우 곡물 비중이 10배 정도 성장하고 다른 식품군의 비율은 감소, 섭취하는 영양소 측면에서도 Ca, 비타민 A, EPA, DHA, 아라키돈산 등이 부족해지며, Payne et al. (2016)에 따르면, 식물성 식품만 섭취하는 식이요법은 온실가스 배출량을 줄일 수 있으나, 영양의 질과 건강 개선은 어려운 것으로 판단
- 식물성 식품으로 영양성분 균형을 맞추다 하더라도 증가하는 인구의 모든 영양 상태를 충족시키기 위해선 고밀도의 영양성분이 포함된 동물성 식품이 McGirr et al. (2017)과 Cleveland DA et al.(2017)에 따르면 필요하며, 단백질과 에너지에 치중된 연구가 아닌 다양한 영양소가 반영되어야 한다고 주장
- 식물성 식품만 섭취하는 경우 영양소 충족을 위해 동물성 식품 섭취 경우 보다 고형물을 444 - 522g 더 섭취해야하며, Darmon N et al. (2002)과 Kuhnlein HV et al. (2007)에 따르면 영양 농축된 식단 연구에 집중해야 한다고 주장
- 축산업을 제외한다면, 경작되지 않은 목초지나 가축들의 초지로 사용되는 $168 \times 10^6 \text{ha}$ 가 사라지고, 미국 농무부에서 제시한 기존 $158 \times 10^6 \text{ha}$ 의 경작지에 인구 증가 대비 식량 확보를 위한 추가적인 작물 생산 경작지가 필요



*Adopted from White et al. (2017)

그림 3-9. 미국의 식품 구성과 동물성 식품 포함 혹은 제외 경우 식품 구성에 따른 영양성분 함량 및 온실가스 배출량, 소요 비용, 식품 섭취량 비교



*Adopted from White et al. (2017)

그림 3-10. 동물성 식품 포함 혹은 제외 경우 온실가스 배출량 비교

- 미국 농업 시스템에서 축산업을 제외한다 하더라도, 미국 농업 시스템에서 온실가스 배출량이 49%가 줄어드는 것이 아니라, 28%가 줄어들어 감소 기대치의 43%로 절반 이상도 줄이지 못함.
- 가축 분뇨를 합성 비료로 대체하는데 발생하는 온실가스 배출량 23.2×10^9 kg CO₂ eq.와 비식용 부산물의 사료 원료 폐기 1.7×10^9 kg CO₂ eq. 추가적인 곡물 생산을 위한 토지 이용 등의 원인으로 실질적인 미국의 총 온실가스 배출량의 9% 중 2.6 percentage units 감소
- 축산업을 제외하더라도 기대 이상만큼의 온실가스 배출량 감축이 어렵고, 오히려 생태계의 위기, 인구 증가 대비 영양소 충족량 부족으로 인한 식량 안보 문제 초래, 반려동물 식품의 대체제 필요, 콩 밀가루 섭취에 따른 인체 건강에 부정적 영향 등 부작용을 초래할 수 있음

- 동물성 식품이 포함된 일반 식단과 동물성 식품을 제외한 완전 채식 식단 선행 연구 결과
- 권장 식단의 열량당 온실가스 배출량은 1.253g CO₂ eq/kcal인 반면, 완전 채식식단의 경우는 1.027g CO₂ eq/kcal 으로 권장식단에 비해 18%가 낮음

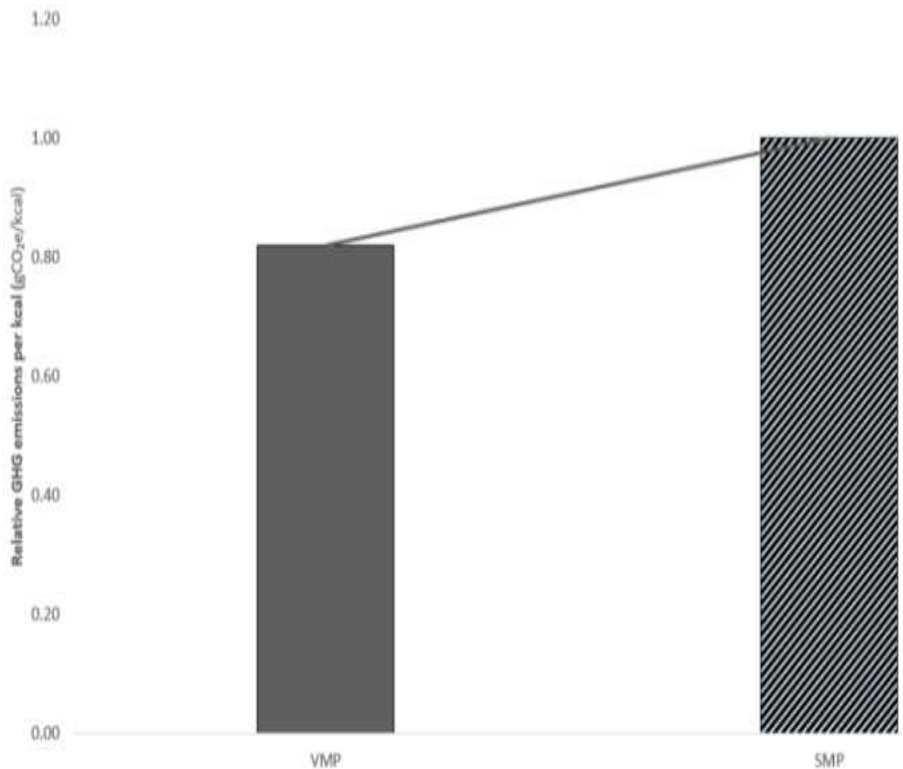


그림 3-11. 완전채식식단(VMP)과 한국인 권장식단(SMP)의 열량당 온실가스 배출량 비교

- 축산물의 섭취 이유를 열량이 아닌 영양소 공급이라고 생각한다면, 주로 단백질과 아미노산을 기준으로 온실가스 배출량을 산정할 수 있음

표 3-13. 완전채식식단(VMP)와 한국인 권장식단(SMP)의 단백질 및 아미노산 비교

영양 성분	단백질(g)		총 아미노산(mg)		필수아미노산(mg)		비필수아미노산(mg)	
	VMP	SMP	VMP	SMP	VMP	SMP	VMP	SMP
아침	18.68	32.31	6,897.28	20,297.68	3,077.95	9,468.57	3,819.33	10,829.11
점심	22.15	35.40	6,541.28	18,869.00	2,850.16	8,761.83	3,691.12	10,107.17
저녁	24.02	35.25	8,649.70	19,329.72	3,751.36	9,167.93	4,898.34	10,168.94
Total	64.85	102.95	32,759.11	69,691.38	14,359.53	32,293.70	18,399.58	37,404.83

*자료: 제9판 국가표준식품성분표 이용하여 비교

- 권장 식단이 완전채식 식단보다 2.13배 높은 아미노산을 함유하고 있으며, 필수 아미노산의 경우 2.25배, 비필수 아미노산은 2.03배 더 많이 함유함
- 단백질 양당 온실가스 배출량 (g CO₂ eq/g)을 산정한 결과, 권장 식단에서는 31.75g CO₂ eq/g이 나온 반면, 완전채식 식단의 경우 40.85g CO₂ eq/g으로 권장 식단이 22.3%정도 더 낮게 산정됨
- 필수아미노산 양당 온실가스 배출량 (g CO₂ eq/mg)은 권장 식단의 경우 0.06g CO₂ eq/mg, 완전채식 식단의 경우 0.12g CO₂ eq/g으로 채식 식단의 경우 온실가스 배출량이 2배 더 높음
- 식단 작성의 기준을 열량으로 할 것인지, 식품의 섭취 목적에 맞게 기준을 변경하여 작성할 것인지에 따라 식단 설정 방법이 달라지고, 그에 따른 온실가스 배출량의 계산 방법 또한 기준이 달라져야 함
- 식단 작성의 기준을 권장 단백질 섭취량인 65g/day 기준으로 식단을 작성하여 열량 당 온실가스 배출량과의 비교하는 추가 연구가 필요

표 3-14. 한국인 권장식단과 완전채식식단의 단백질 및 아미노산 당 온실가스 배출량

	완전채식식단	한국권장식단
단백질 양당 온실가스 배출량 (g CO ₂ eq/g)	40.85	31.75
아미노산 양당 온실가스 배출량 (g CO ₂ eq/mg)	0.12	0.06

■ 추가 연구를 통한 권장 에너지 섭취량 기준 및 단백질 섭취량 기준에 따른 영양성분 및 온실가스 배출량 비교

- 권장 에너지를 충족하기 위해 동물성 식품의 경우 900g을 섭취해야 하지만, 식물성의 경우 1,547g 약 1.72배 음식 섭취가 더 필요하고 동물성+식물성의 경우 1,512g으로 1.68배 섭취가 더 필요함
- 반면, 권장 단백질을 충족시키기 위해 동물성 식품의 경우 330g을 섭취하면 되지만, 식물성 식품의 경우 1,447g 약 4.47배의 음식을 더 섭취해야 하고 동물성+식물성의 경우 1,122g으로 3.4배의 음식을 더 섭취해야 함
- 권장 에너지를 충족하기 위해서 동물성 식품만 섭취하는 경우에는 권장 단백질 충족을 위해 섭취하는 동물성 식품 330g보다 약 2.73배 더 섭취를 하게 되며, 단백질 섭취량 또한 179.93g으로 2.77배를 초과하여 섭취하게 됨
- 식물성 식품만으로 단백질을 충족시키기 위해서 동물성+식물성 식품과 비교 했을 때, 권장 에너지 및 권장 단백질 기준 별 각각 1.5배, 3배 더 많은 두류를 섭취해야 하고, 단백질의 권장량을 충족시킨다 해도 아미노산 권장량은 3 - 57%까지 충족시키지 못하여, 보충제 혹은 추가적인 식품을 섭취하여야 함
- 그림 3-12와 그림 3-11은 권장 에너지 및 단백질 섭취량 기준

각 식품별 권장 영양성분 함량을 각 영양소 별 권장량 및 충분량을
기준으로 나누어 검정 점선으로 기준선을 표시하여 선을 넘을
경우 영양성분이 권장량 및 충분량을 충족한 것이고, 선을 넘지
못한 경우 권장량과 충분량을 충족하지 못한 것을 보여줌.

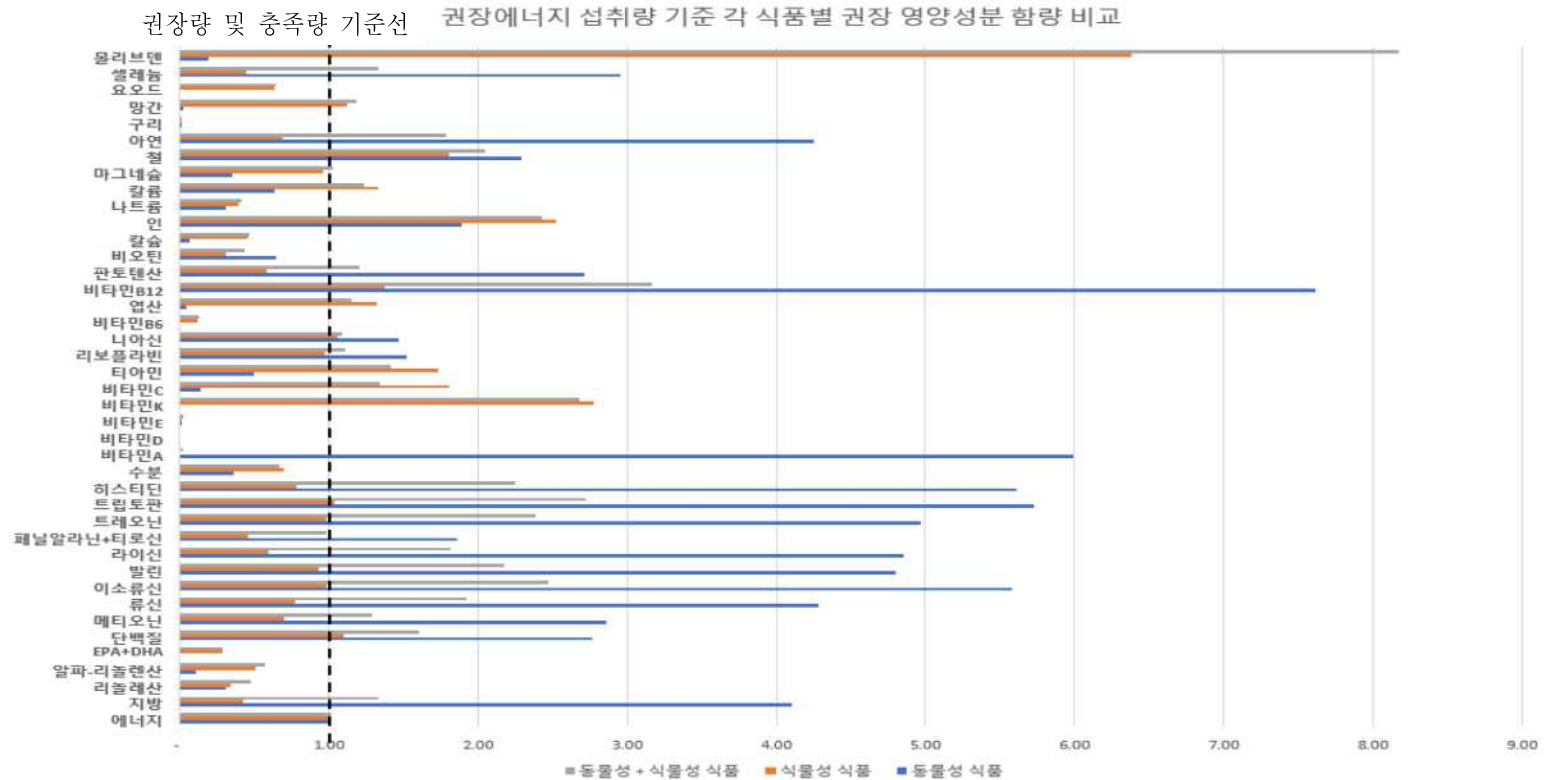


그림 3-12. 권장 에너지(Kcal) 섭취량 기준 각 식품별 영양성분 권장 섭취량 도달 정도 비교

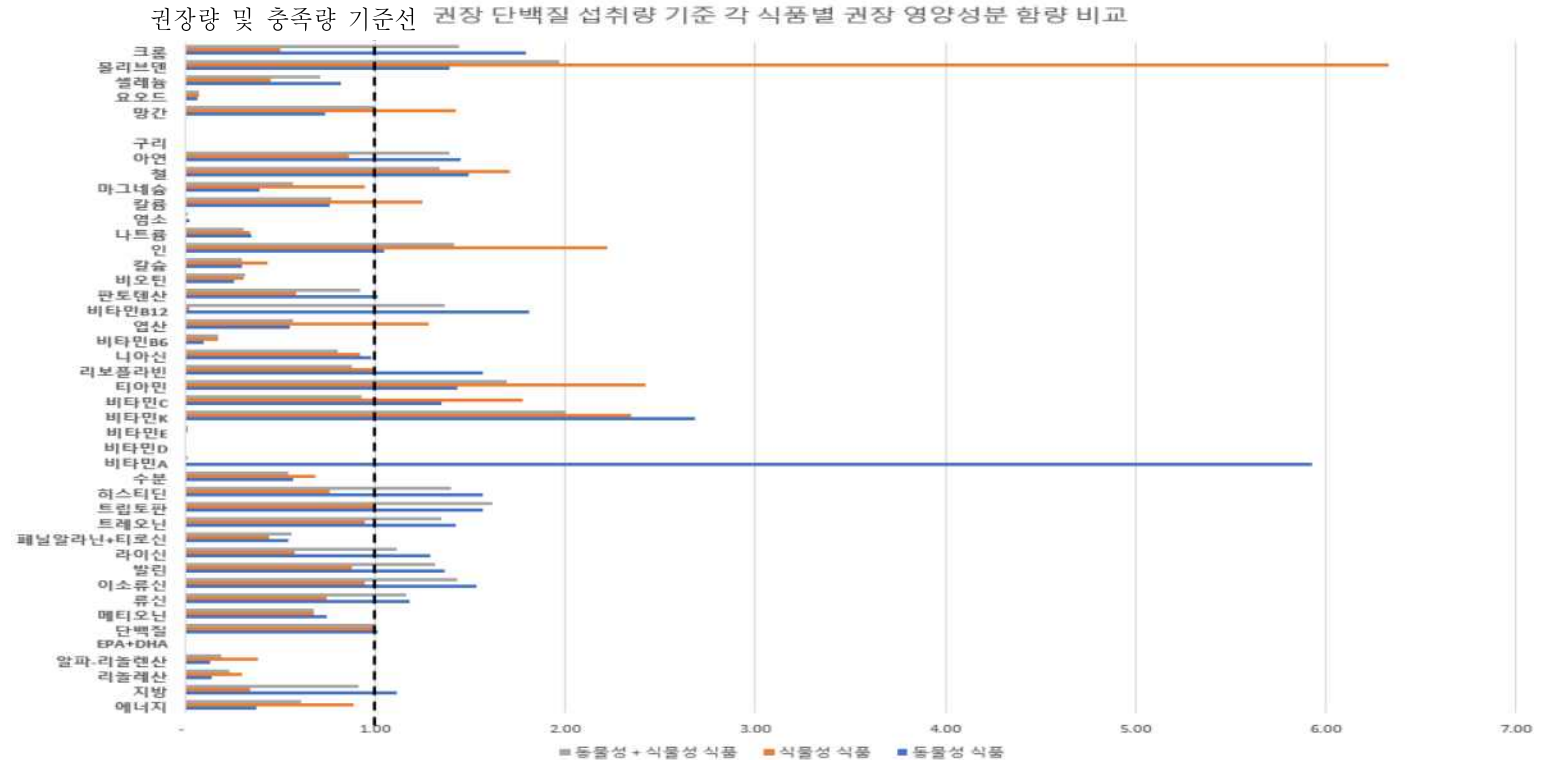


그림 3-13. 권장 단백질(g) 섭취량 기준 각 식품별 영양성분 권장 섭취량 도달 정도 비교

표 3-15. 권장 에너지 섭취량 기준 식품별 영양소 및 온실가스 배출량 비교

구분	단위	동물성 식품		식물성 식품		동물성+식물성 식품	
음식 섭취량 영양소	g	섭취량	900	섭취량	1,547	섭취량	1,512
		육류	900	육류	0	육류	200
		곡류	0	곡류	490	곡류	385
		서류	0	서류	200	서류	100
		두류	0	두류	120	두류	80
		야채류	0	야채류	637	야채류	647
		과일류	0	과일류	100	과일류	100
에너지	kcal	2,624.00		2,617.35		2,610.70	
지방	g	205.37		18.71		62.90	
리놀레산	g	4,087.65		3,909.39		4,605.98	
알파-리놀렌산	g	177.40		618.83		550.19	
EPA+DHA	mg	-		1.64		1.64	
단백질	g	179.93		70.48		98.05	
메티오닌	mg	4,012.00		930.09		1,611.24	
류신	mg	13,285.50		2,219.80		5,253.75	
이소류신	mg	7,820.00		1,273.54		2,979.89	
발린	mg	8,160.00		1,428.56		3,248.31	
라이신	mg	15,053.50		1,693.90		5,033.00	
페닐알라닌+티로신	mg	6,689.50		1,539.22		3,024.47	
트레오닌	mg	7,454.50		1,345.67		3,007.37	
트립토판	mg	1,717.00		290.61		700.06	
히스티딘	mg	5,610.00		740.06		2,009.41	
수분	mL	511.55		896.08		919.88	
비타민A	ug	4,795.50		0.47		16.47	
비타민D	ug	-		-		0.46	
비타민E	mg	3.74		9.79		9.90	
비타민K	ug	69.96		175.85		185.20	
비타민C	mg	14.17		167.41		131.43	
티아민	mg	0.60		3.11		2.71	
리보플라빈	mg	2.28		1.52		1.66	
니아신	mg NE	23.55		16.52		17.58	
비타민B6	mg	-		0.26		0.27	
엽산	ug DFE	17.00		490.39		404.14	
비타민B12	ug	18.28		0.05		4.35	
판토텐산	mg	13.55		2.60		5.78	
비오틴	ug	19.47		9.38		13.20	

구분	단위	동물성 식품	식물성 식품	동물성+식물성 식품
칼슘	mg	54.00	347.23	323.28
인	mg	1,321.00	1,733.46	1,629.51
나트륨	mg	466.00	533.73	565.03
염소	mg	205.37	18.01	62.20
칼륨	mg	2,233.00	4,201.29	4,028.79
마그네슘	mg	127.50	315.30	307.95
철	mg	22.96	17.95	19.16
아연	mg	42.50	8.14	18.25
구리	ug	0.30	2.20	2.20
불소	mg	205.37	17.63	61.82
망간	mg	0.10	5.58	5.34
요오드	ug	8.50	11.29	13.96
셀레늄	ug	177.14	22.70	63.65
몰리브덴	ug	5.95	188.10	151.92
크롬	ug	205.37	16.54	60.73
온실가스배출량	gCO ₂ eq	39,108.00	2,021.29	10,775.29

표 3-16. 권장 단백질 섭취량 기준 식품별 영양소 및 온실가스 배출량 비교

구분	단위	동물성 식품		식물성 식품		동물성+식물성 식품	
음식 섭취량 영양소	g	섭취량	330	섭취량	1,447	섭취량	1,122
		육류	330	육류	0	육류	150
		곡류	0	곡류	420	곡류	235
		서류	0	서류	200	서류	0
		두류	0	두류	120	두류	30
		야채류	0	야채류	637	야채류	607
		과일류	0	과일류	100	과일류	100
단백질	g	65.85		65.50		65.49	
에너지	kcal	942.30		2,363.25		1,593.70	
지방	g	73.05		17.63		45.54	
리놀렌산	g	1,442.70		3,909.39		3,038.98	
알파-리놀렌산	g	62.61		618.83		314.55	
EPA+DHA	mg	0.00		1.64		1.43	
메티오닌	mg	1,416.00		930.09		952.74	
류신	mg	4,689.00		2,219.80		3,624.85	

구분	단위	동물성 식품	식물성 식품	동물성+식물성 식품
이소류신	mg	2,760.00	1,273.54	2,003.69
발린	mg	2,880.00	1,428.56	2,231.31
라이신	mg	5,313.00	1,693.90	3,446.00
페닐알라닌+티로신	mg	2,361.00	1,539.22	2,009.87
트레오닌	mg	2,631.00	1,345.67	2,018.77
트립토판	mg	606.00	290.61	485.56
히스티딘	mg	1,980.00	740.06	1,396.61
수분	mL	189.54	887.65	763.37
비타민A	ug	2,860.50	0.47	12.47
비타민D	ug	-	-	-
비타민E	mg	1.32	9.79	6.89
비타민K	ug	0.00	175.85	149.99
비타민C	mg	7.47	167.41	93.33
티아민	mg	0.25	2.93	2.03
리보플라빈	mg	1.08	1.49	1.32
니아신	mg NE	10.13	15.08	12.91
비타민B6	mg	-	0.26	0.27
엽산	ug DFE	6.00	490.39	229.64
비타민B12	ug	6.45	0.05	3.28
판토텐산	mg	4.78	2.60	4.62
비오틴	ug	6.87	9.38	9.49
칼슘	mg	19.80	344.33	243.18
인	mg	494.40	1,585.06	991.41
나트륨	mg	172.50	520.13	463.43
엽소	mg	73.05	16.93	44.84
칼륨	mg	827.40	4,032.79	2,702.19
마그네슘	mg	45.00	315.30	204.35
철	mg	9.09	16.94	13.39
아연	mg	15.00	8.14	13.94
구리	ug	0.11	2.20	1.66
불소	mg	73.05	16.55	44.47
망간	mg	0.04	5.58	3.99
요오드	ug	0.00	11.29	11.16
셀레늄	ug	62.52	22.70	42.65
몰리브덴	ug	2.10	188.10	59.22

구분	단위	동물성 식품	식물성 식품	동물성+식물성 식품
크롬	ug	73.05	15.46	43.37
온실가스배출량	gCO ₂ eq	14,075.70	1,988.39	8,320.19

- 권장 에너지 및 단백질 기준, 열량당 온실가스 배출량으로 환산 시 동물성이 식물성에 비해 각각 95%, 94% 더 많은 배출량이 나오지만, 단백질당 온실가스 배출량으로 환산하면 87%, 86%로 더 많은 온실가스 배출량이 나오는 것으로 환산되며 각각 약 8%의 차이가 발생함
- 권장 에너지 및 단백질 기준, 열량당 온실가스 배출량으로 환산 시 동물성이 동물성+식물성에 비해 각각 72%, 65% 더 많은 배출량이 나오지만, 단백질당 온실가스 배출량으로 환산하면 각각 52%, 41%로 더 많은 온실가스 배출량이 나오는 것으로 환산되며 약 20%, 24%의 차이가 발생하여 그 차이가 줄어드는 것으로 확인
- 권장 에너지 및 단백질 기준, 각 아미노산당 온실가스 배출량으로 환산 시 동물성이 식물성에 비해 22-71%, 22-78% 더 배출하며, 동물성+식물성에 비해 각각 18-49%, 9-41% 더 많은 배출량이 발생하며 차이가 줄어드는 것으로 확인
- 권장 에너지 및 단백질 기준, 비타민 B12당 온실가스 배출량으로 환산 시 반대로 식물성과 동물성+식물성이 동물성에 비해 권장 에너지 기준 각각 18.89배, 1.16배 더 배출하고, 권장 단백질 기준 각각 18.22배, 1.16배 더 배출하여, 영양소 기준에 따라 온실가스 배출량이 많을 수도 적을 수도 있다는 것을 확인
- 동물성 식품의 경우 섭취 목적이 단백질과 아미노산, 비타민 B12 등과 같고, 식물성 식품의 경우 섭취 목적이 에너지, 탄수화물, 폴리브텐, 엽산 등과 같은 영양성분 섭취이며, 온실가스 감축이

목적은 아님

- 따라서, 동물성과 식물성 식품을 같이 섭취하면 적절한 양의 동물성 식품을 소비하게 되며, 각 영양성분 권장량을 충족하고 동시에 축산물을 과하게 섭취하는 경우보다 온실가스 배출량 감축이 가능함

제3절. 소비자 홍보전략 수립

〈Take home message〉

- 한우산업이 기후변화에 미치는 영향에 사전 조사 ‘약간 그렇다’가 37명(36.3%), ‘매우 그렇다’가 29명(28.4%), ‘약간 그렇지 않다’가 18명(17.6%)의 순에서 카드 뉴스를 본 후, 조사에서는 ‘전혀 그렇지 않다’가 34명(33.3%), ‘약간 그렇지 않다’가 31명(30.4%), ‘약간 그렇다’가 16명(15.7%)의 순으로 인식의 변화가 매우 긍정적으로 전환됨.
- 한우산업이 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량이 많다고 생각하느냐에 대한 사전 조사에서 ‘약간 그렇다’가 34명(33.3%), ‘매우 그렇다’가 28명(27.5%), ‘보통이다’가 20명(19.6%)의 순에서, 카드 뉴스를 본 후, 조사에서는 ‘전혀 그렇지 않다’가 50명(50.0%), ‘약간 그렇지 않다’가 30명(29.4%), ‘보통이다’와 ‘약간 그렇다’가 각각 10명(9.8%)의 순으로 인식의 변화가 매우 긍정적으로 전환됨.
- 기후환경에 미치는 오염요인들 사전 및 사후 조사 비교 시, ‘이산화탄소 배출’이라는 응답자가 25명 감소 되었으나, ‘공기오염(냄새)’ 응답자는 19명 증가
- 한우 고기와 부산물이 산업용 원료로 사용되는 것을 알고 있는가 여부에 대한 조사는 카드 뉴스를 본 후 98명(96.1%)는 알고 있다고 응답하여 이는 사전 조사에 비해 무려 56.9%가 증가함
- 한우산업에서 발생한 축산 분뇨를 식물재배 등 산업

에너지원으로 활용함으로써 환경에 기여 정도를 묻는 질문에 사전 조사에서는 42.2%, 카드 뉴스를 본 후 80.4%로 증가함

- 벚짚, 대두박 등 부산물을 한우 사료로 급여 시 환경에 기여 정도를 묻는 질문에 사전 조사에서는 55.9%, 카드 뉴스를 본 후 83.4%로 증가함
- 한우가 식품 제조, 가공 부산물을 먹이 원료로 활용할 경우 환경 폐기물 감축에 미치는 영향의 정도를 묻는 질문에 사전 조사에서는 59.8%가 긍정적이었으나, 카드 뉴스를 본 후 89.3%로 증가함
- 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 원료로 활용 시 환경에 기여 정도를 묻는 질문에 사전 조사는 46.1%, 카드 뉴스를 본 후, 85.3%로 증가
- 카드 뉴스를 본 후, 한우산업에 대한 인식 변화 결과 '매우 크게 바뀜'은 59.8%, '약간 바뀜'은 25.5%, '변화 없음'은 8.8% 순
- 카드 뉴스 중 가장 충격적 내용의 카드번호는 '한우, 어떻게 이용될까? 30.4%', '동일 기준 비교 시 도로수송이 온실가스 배출량이 더 많다 23.5', '한우와 환경의 관계(부산물 사료이용으로 온실가스 배출량 감소) 7.8%' 순

1. 연구방법

■ 소비자 인식 설문조사

- 축산에 대한 전문적 지식을 지닌 조사자를 대상으로 사전 조사(일반적 인식)와 동일 조사자를 대상으로 사후 조사(세부 정보를 인지한 후의 인식)을 실시함
- 조사 개요
 - 대상 : 전국 소재 오피니언 리더 102명
 - 지역 : 전국 4개 권역(수도권, 충청권, 경상권, 호남권)으로 구분
 - * 모집단 : 환경에 관심 있는 소비자 중에서 오피니언 리더 선정
 - 방법 : 대면 접촉을 통해 카드 뉴스를 보여주고 전/후 인식조사
- 분석 방법
 - 통계용 패키지는 SPSS 18을 이용하여 빈도, 평균, 백분율, 대응표본 t검정 등의 통계분석을 통해 결과 도출함
- 조사 내용 및 척도
 - 조사 내용

표 3-17. 한우산업에 대한 인식 조사 항목

항목	세부 조사 항목
개인적 특성	성별, 연령, 학력, 지역
설문 내용	한우산업이 기후환경에 미치는 영향 한우산업이 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량 정도 한우산업이 기후환경에 미치는 다양한 요인들

항목	세부 조사 항목
설문 내용	한우의 고기와 부산물이 식용 외의 산업원료로 사용된다는 사실 인지 여부 축산분뇨 등의 산업 에너지원으로 활용 시 기여 정도 벗짚, 대두박 등 부산물을 한우의 먹이로 활용 시 기여 정도 한우가 여러 식품제조, 가공 부산물을 먹이 원료 활용 시 환경폐기물 감축에 미치는 영향 한우의 식량자원 및 화장품, 의약품 등 다양한 용도의 원료로 활용 시 환경에 미치는 영향 카드 뉴스를 본 후의 한우산업에 대한 인식변화 정도 카드 뉴스에서 가장 충격적인 내용을 담고 있는 카드번호

- 조사 척도: 설문에 사용된 척도는 Likert 5점 척도를 사용
예) 전혀 그렇지 않다, 약간 그렇지 않다, 보통이다, 약간 그렇다, 매우 그렇다

2. 연구결과

1) 조사대상자의 일반적 특성

■ 일반적 특성

- 조사 대상의 일반적 특성은 표 3-18.와 같다. 성별에서는 남성 46명(45.1%), 여성 56명(54.9%)이며, 연령 분포는 20세 이상 21명(20.6%), 30세 이상 17명(16.7%), 40세 이상 23명(22.5%), 50세 이상 41명(40.2%)으로 가장 높았다, 학력은 고졸 11명(10.8%), 전문대졸 15명(14.7%), 대학교졸 49명(48.0%), 대학원졸 27명(26.5%)으로 나타남
- 거주지역은 수도권(서울, 인천, 경기 및 강원 포함)은

43명(42.2%), 충청권(세종, 충남 및 충북 포함) 19명(18.6%), 경상권(부산, 대구, 경북 및 경남 포함) 30명(29.4%), 호남권(광주, 전북, 전남 및 제주도 포함) 10명(9.8%)으로 나타남

표 3-18. 조사대상자의 일반적 특성

변수	구분	사례수 (명)	백분율 (%)
성별	남	46	45.1
	여	56	54.9
연령	20세 이상	21	20.6
	30세 이상	17	16.7
	40세 이상	23	22.5
	50세 이상	41	40.2
학력	고졸	11	10.8
	전문대졸	15	14.7
	대학교졸	49	48.0
	대학원졸	27	26.5
거주지역	수도권	43	42.2
	충청권	19	18.6
	경상권	30	29.4
	호남권	10	9.8
계		102	100.0

2) 소비자 인식조사 결과

■ 한우산업이 기후환경에 미치는 영향(대응1)

- 한우산업이 기후환경에 미치는 영향이 크다고 생각하느냐는 설문에 사전 조사에서는 ‘약간 그렇다’가 37명(36.3%), ‘매우 그렇다’가 29명(28.4%), ‘약간 그렇지 않다’가 18명(17.6%)의 순이었으나, 사후 조사에서는 ‘전혀 그렇지 않다’가 34명(33.3%), ‘약간 그렇지 않다’가 31명(30.4%),

‘약간 그렇다’가 16명(15.7%)의 순이었다. 이는 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사에서 인식의 변화가 매우 긍정적인 방향으로 전환되었음을 보여주고 있음

표 3-19. 한우산업이 기후환경에 미치는 영향

구분	사전 조사		사후 조사	
	빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)
전혀 그렇지 않다	1	1.0	34	33.3
약간 그렇지 않다	18	17.6	31	30.4
보통이다	17	16.7	9	8.8
약간 그렇다	37	36.3	16	15.7
매우 그렇다	29	28.4	12	11.8
합계	102	100.0	102	100.0

■ 위의 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 대응표본 t검정을 실시한 분석 결과는 다음과 같음

- 먼저 대응표본의 통계량을 살펴보면 표 3-20.와 같다. 사전 조사의 평균값은 3.7353, 표준편차는 1.08934로 나타났으며, 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 평균값은 2.4216, 표준편차는 1.39615로 나타나 사전 조사보다 사후 조사의 평균값이 낮아졌음

표 3-20. 기후환경에 미치는 영향 대응 표본 통계량

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	기후환경에 영향1	3.7353	102	1.08934	0.10786
	기후환경에 영향2	2.4216	102	1.39615	0.13824

- 그리고 대응표본의 상관계수는 표 3-21.와 같다. 0.256, 유의확률은 0.009로 유의미하여 대응표본 검정의 진행이 가능한 것으로 나타남

표 3-21. 기후환경에 미치는 영향 대응 표본 상관관계

구분		N	상관계수	유의확률
대응 1	기후환경 영향1 & 기후환경 영향2	102	0.256	0.009

- 대응표본 t검정 결과 표 3-22.과 같다. ‘대응차’ 즉, 두 시점 평균값의 차이 점수는 1.31373이었다. ‘검정량’에는 두 시점의 차이 점수를 통계적으로 계산한 t값은 8.644이고, 자유도는 101이며, 유의도 수준은 0.000로서 0.001보다 작기 때문에 통계적으로 유의미한 차이가 있었음
- 즉, 카드 뉴스를 보기 전과 본 후의 한우산업이 기후환경에 미치는 영향에 대한 인식에 있어 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사에서 한우산업에 대한 인식이 매우 긍정적으로 변화되었으며 이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타남

표 3-22. 기후환경에 미치는 영향 대응표본 검정

구분		대응차		검정량		
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 1	기후환경에 영향1 - 기후환경에 영향2	1.31373	1.53494	8.644	101	0.000

- 그리고 남성 집단과 여성 집단으로 구분하여 대응표본 t검정을 분석한 결과에서는 남성 집단만이 위의 결과와 일치하였음. 즉 한우산업에 대한 인식이 매우 긍정적으로 변화되었으며 통계적으로 유의미하였음
- 한우산업이 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량이 많은지 여부(대응2)
 - 한우산업이 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량이 많다고 생각하느냐에 대한 설문 사전 조사에서는 ‘약간 그렇다’가 34명(33.3%), ‘매우 그렇다’가 28명(27.5%), ‘보통이다’가 20명(19.6%)의 순이었으나, 사후 조사에서는 ‘전혀 그렇지 않다’가 50명(50.0%), ‘약간 그렇지 않다’가 30명(29.4%), ‘보통이다’와 ‘약간 그렇다’가 각각 10명(9.8%)의 순, 이는 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사에서 인식의 변화가 매우 긍정적인 방향으로 전환되었음을 보여주고 있음.

표 3-23. 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량

구분	사전 조사		사후 조사	
	빈도	비율	빈도	비율
전혀 그렇지 않다	2	2.0	51	50.0
약간 그렇지 않다	18	17.6	30	29.4
보통이다	20	19.6	10	9.8
약간 그렇다	34	33.3	10	9.8
매우 그렇다	28	27.5	1	1.0
합계	102	100.0	102	100.0

- 위의 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 대응표본 t검정을 실시한 분석 결과는 다음과 같음

- 먼저 대응표본의 통계량을 살펴보면 표 3-24.과 같다. 사전 조사의 평균값은 3.6667, 표준편차는 1.11988로 나타났으며, 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 평균값은 1.8235, 표준편차는 1.02843로 나타나 사전 조사보다 사후 조사의 평균값이 낮아졌음

표 3-24. 온실가스 배출량이 많은지 여부 대응표본 통계량

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 2	온실가스 배출량1	3.6667	102	1.11988	0.11088
	온실가스 배출량2	1.8235	102	1.02843	0.10183

- 그리고 대응표본의 상관계수는 표 3-25.와 같다. 0.335, 유의확률은 0.001로 유의미하여 대응표본 검정의 진행이 가능한 것으로 나타남

표 3-25. 온실가스 배출량이 많은지 여부 대응표본 상관관계

구분		N	상관계수	유의확률
대응 2	온실가스 배출량1 & 온실가스 배출량2	102	0.335	0.001

- 대응표본 t검정 결과는 표 3-26.과 같다. ‘대응차’ 즉, 두 시점 평균값의 차이 점수는 1.84314이었다. ‘검정량’에는 두 시점의 차이 점수를 통계적으로 계산한 t값은 15.003이고, 자유도는 101이며, 유의도 수준은 0.000로서 0.001보다 작기

때문에 통계적으로 유의미한 차이가 있었음

- 즉, 카드뉴스를 보기 전과 본 후의 다른 산업과 비교시 온실가스 배출량이 많다고 생각하느냐에 대한 인식에 있어 카드뉴스를 본 후의 사후조사에서 한우 산업의 온실가스 배출량이 다른 사업과 비교시 크지 않다는 긍정적 인식으로 변화되었으며 이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타남

표 3-26. 온실가스 배출량이 많은지 여부 대응표본 검정

구분		대응차		검정량		
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 2	온실가스 배출량1 - 온실가스 배출량2	1.84314	1.24077	15.003	101	0.000

- 그리고 남성 집단과 여성 집단으로 구분하여 대응표본 t검정을 분석한 결과에서는 여성 집단만이 위의 결과와 일치하였음. 즉 온실가스 배출량이 다른 사업과 비교시 크지 않다는 인식으로 변화되었으며 이는 통계적으로 유의미하였음

■ 한우 산업이 기후환경에 미치는 다양한 오염 요인들

- 한우 산업이 기후환경에 미치는 오염요인으로 한우의 되새김으로 인한 이산화탄소 배출, 축산분뇨 등으로 인한 수질 및 토양오염, 축사에서 나오는 냄새 등으로 알려지고 있음
- 사전조사의 결과는 표 3-27.과 같다. 대표적인 오염요인으로 추정되는 항목에 대하여 설문조사한 결과, ‘이산화탄소 배출’이 55명(53.9%), ‘수질오염’이 22명(21.6%),

‘공기오염(냄새)’가 13명(12.7%), ‘토양오염’은 12명(11.8%)의 순으로 나타남

표 3-27. 오염요인 인식 사전 조사

구분		빈도	비율	누적 비율
기후환경오염 요인 (사전)	이산화탄소배출	55	53.9	53.9
	수질오염	22	21.6	75.5
	토양오염	12	11.8	87.3
	공기오염(냄새)	13	12.7	100.0
	합계	102	100.0	

- 카드뉴스를 본 후의 사후조사의 결과는 표 3-28.와 같다.
‘공기오염’이 32명(31.4%), ‘이산화탄소 배출’가 30명(29.4%), ‘수질오염’이 26명(25.5%), ‘토양오염’은 14명(13.7%)의 순으로 나타남

표 3-28. 오염요인 인식 사후 조사

구분		빈도	비율	누적 비율
기후환경요인 (사후)	이산화탄소 배출	30	29.4	29.4
	수질오염	26	25.5	54.9
	토양오염	14	13.7	68.6
	공기오염(냄새)	32	31.4	100.0
	합계	102	100.0	

- 사전 및 사후 조사 비교 시 특이사항은 ‘이산화탄소 배출’이라고 응답한 응답자의 사례가 25명이 감소 된 반면

‘공기오염(냄새)’ 라고 응답한 응답자의 사례가 19명이 증가한 것임. 이는 한우의 되새김로 인하여 발생 되는 ‘이산화탄소 배출’ 이 가장 주요한 오염원이라고 생각하고 있던 응답자가 카드 뉴스를 본 후에 새로운 정보를 얻게 됨으로써 사후 조사의 결과치에 있어 변화된 결과로 나타남

■ 한우의 고기와 부산물이 산업용 원료로 사용되고 있는지 인지 여부

- 한우 고기와 한우의 부산물이 식용외 산업용 원료로 사용되고 있는지 알고 있는가에 대한 사전 분석 결과 40명(39.2%)는 알고 있다고 응답하였으며, 62명(60.8%)는 모른다고 답변하였음. 즉 한우와 한우의 부산물이 산업용 원료로 사용되고 있다는 사실을 잘 모르고 있는 실정이었음

표 3-29. 산업용 원료 사용되고 있는지 인지 여부 사전 조사

구분		빈도	비율	누적 비율
산업용 원료 사용 인지여부 (사전)	예	40	39.2	39.2
	아니오	62	60.8	100.0
	합계	102	100.0	-

- 카드 뉴스를 본 후의 한우의 고기와 한우의 부산물이 산업용 원료로 사용되고 있는지 알고 있는가에 대한 사후 조사 결과 98명(96.1%)는 알고 있다고 응답하였으며, 단 4명(3.9%)만이 모른다고 답변하였음. 즉 카드 뉴스를 본 응답자는 산업용 원료로 사용되고 있다는 정보를 확인한 결과로 보임

표 3-30. 산업용 원료에 사용되고 있는지 인지 여부 사후 조사

구분		빈도	비율	누적 비율
산업용 원료 사용 인지여부 (사후)	예	98	96.1	96.1
	아니오	4	3.9	100.0
	합계	102	100.0	

- 사전 및 사후 조사의 결과를 비교해 보면 한우의 고기와 한우의 부산물이 산업용 원료를 사용되고 있다고 답변한 응답의 비율이 무려 56.9%의 증가를 보이고 있음
- 이는 일반인들의 절대 다수가 한우의 고기는 일반적으로 육식 재료로 활용되고 있다고 생각하고, 다른 산업용 원료로 활용되고 있다는 사실에 대한 정보의 절대적 부족으로 인하여 그 사실을 인지하지 못하고 있는 실정이었음
- 그러나 카드 뉴스를 통하여 새로운 정보를 인지함으로써 응답자의 절대 다수가 알고 있다고 설문에 응하였음

<한우산업이 다른 산업과의 관계에서 환경에 미치는 요인>

■ 축산 분뇨의 산업 에너지원으로 활용시 환경 기여 정도
(대응3)

- 한우산업에서 발생한 축산 분뇨를 식물재배 등 산업 에너지원으로 활용함으로써 환경에 기여 정도를 묻는 설문조사 사전 조사 분석 결과 ‘약간 크다’와 ‘보통이다’가 각각 37명(36.3%), ‘약간 크지 않다’가 18명(17.6%)의 순이었으나, 사후 조사에서는 ‘매우 크다’가 55명(53.9%), ‘약간 크다’가 27명(26.5%), ‘보통이다’가 10명(9.8%)의 순이었다.

이는 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사에서 축산 분뇨가
식물재배 등의 에너지원으로 활용된다는 정보를 인지한
결과로 보임

표 3-31. 에너지원 활용으로 환경에 기여 정도

구분	사전 조사		사후 조사	
	빈도	비율	빈도	비율
매우 크지 않다	4	3.9	2	2.0
약간 크지 않다	18	17.6	8	7.8
보통이다	37	36.3	10	9.8
약간 크다	37	36.3	27	26.5
매우 크다	6	5.9	55	53.9
합계	102	100.0	102	100.0

- 위의 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 대응표본 t검정을 실시한 분석 결과는 다음과 같음
- 먼저 대응표본의 통계량을 살펴보면 표 3-32.과 같다. 사전 조사의 평균값은 3.2255, 표준편차는 0.94300으로 나타났으며, 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 평균값은 4.2255, 표준편차는 0.10324로 나타나 사전 조사보다 사후 조사의 평균값이 상승

표 3-32. 축산분뇨 활용 기여 정도 대응표본 통계량

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 3	축산분뇨 활용기여1	3.2255	102	.94300	0.09337
	축산분뇨 활용기여2	4.2255	102	1.04272	0.10324

- 그리고 대응표본의 상관계수는 표 3-33.과 같다 0.481, 유의확률은 0.000로 유의미하여 대응표본 검정의 진행이 가능한 것으로 나타남

표 3-33. 축산 분뇨 활용 기여 정도 대응표본 상관관계

구분		N	상관계수	유의확률
대응 3	축산분뇨 활용기여1 & 축산분뇨 활용기여2	102	0.481	0.000

- 대응표본 t검정 결과는 표 3-34.과 같다. ‘대응차’ 즉, 두 시점 평균값의 차이 점수는 1.000이었다. ‘검정량’에는 두 시점의 차이 점수를 통계적으로 계산한 t값은 -9.953이고, 자유도는 101이며, 유의도 수준은 0.000로서 0.001보다 작기 때문에 통계적으로 유의미한 차이가 있었음
- 즉 카드 뉴스를 보기 전과 본 후의 한우산업에서 발생한 축산 분뇨를 식물재배 등 산업 에너지원으로 활용에 대한 인식에 있어 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 경우 한우산업에서 발생한 축산 분뇨를 산업 에너지원으로 활용할 여지가 매우

크다는 인식으로 변화되었으며 이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타남

표 3-34. 축산 분뇨 활용 기여 정도 대응표본 검정

구분		대응차		검정량		
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 3	축산분뇨 활용기여1	-1.0000	1.01474	-9.953	101	0.000
	축산분뇨 활용기여2					

- 그리고 남성 집단과 여성 집단으로 구분하여 대응표본 t검정을 분석한 결과도 두 집단 모두에 위의 결과와 일치하였음. 즉 축산 분뇨를 산업 에너지원으로 활용할 여지가 매우 크다는 인식으로 변화되었으며, 이는 통계적으로 유의미하였음

■ 볏짚, 대두박 등 부산물을 한우의 먹이로 활용시 환경 기여정도 (대응4)

- 볏짚, 대두박 등 부산물을 한우의 먹이로 활용시 환경에 기여 정도를 묻는 설문 분석 결과 표 3-35.와 같다. 사전 조사에서는 ‘약간 크다’가 45명(44.1%), ‘보통이다’가 28명(27.5%), ‘약간 크지 않다’가 13명(12.7%)의 순이었으나, 사후 조사에서는 ‘매우 크다’가 68명(66.7%), ‘약간 크다’가 17명(16.7%), ‘보통이다’가 10명(9.8%)의 순이었다. 이는 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사에서 볏짚, 대두박 등 부산물을 먹이로 활용 시 한우산업이 환경에 크게 기여할 수 있음을 인지한 결과로 보임

표 3-35. 부산물을 한우 먹이 활용시 환경기여도

구분	사전 조사		사후 조사	
	빈도	비율	빈도	비율
매우 크지 않다	4	3.9	2	2.0
약간 크지 않다	13	12.7	5	4.9
보통이다	28	27.5	10	9.8
약간 크다	45	44.1	17	16.7
매우 크다	12	11.8	68	66.7
합계	102	100.0	102	100.0

- 위의 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 대응표본 t검정을 실시한 분석 결과는 다음과 같음
- 먼저 대응표본의 통계량을 살펴보면 표 3-36.과 같다. 사전 조사의 평균값은 3.4706, 표준편차는 0.99211로 나타났으며, 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 평균값은 4.4118, 표준편차는 0.98858로 나타나 사전 조사보다 사후 조사의 평균값이 상승함

표 3-36. 대두박 등 먹이활용 대응표본 통계량

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 4	대두박 등 먹이활용1	3.4706	102	0.99211	0.09823
	대두박 등 먹이활용2	4.4118	102	0.98858	0.09788

- 그리고 대응표본의 상관계수 표 3-37.과 같다. .436, 유의확률은 0.000로 유의미하여 대응표본 검정의 진행이

가능한 것으로 나타남

표 3-37. 대두박 등 먹이활용 대응표본 상관관계

구분		N	상관계수	유의확률
대응 4	대두박 등 먹이활용1 & 대두박 등 먹이활용2	102	.436	0.000

- 대응표본 t검정 결과는 표 3-38.와 같다. ‘대응차’ 즉, 두 시점 평균값의 차이 점수는 .9412이었다. ‘검정량’에는 두 시점의 차이 점수를 통계적으로 계산한 t값은 -9.041이고, 자유도는 101이며, 유의도 수준은 0.000로서 0.001보다 작기 때문에 통계적으로 유의미한 차이가 있었음
- 즉 카드 뉴스를 보기 전과 본 후의 한우산업이 벗짚, 대두박 등을 먹이로 활용함으로써 환경에 기여 인식이 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 경우 한우산업이 환경에 더 많은 기여를 하고 있는 것으로 인식이 더 변화되었으며 이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타남

표 3-38. 대두박 등 먹이활용 대응표본 검정

구분		대응차		검정량		
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 4	대두박 등 먹이활용1 - 대두박 등 먹이활용2	-.9412	1.05139	-9.041	101	0.000

- 그리고 남성 집단과 여성 집단으로 구분하여 대응표본 t검정을 분석한 결과도 두 집단 모두에 위의 결과와 일치하였음. 즉 뽕ջ, 대두박 등을 한우 먹이로 활용되어 환경에 기여하고 있다는 인식이 크게 변화되었으며, 이는 통계적으로 유의미하였음

■ 한우가 식품 제조, 가공의 부산물을 먹이의 원료 활용 시 환경폐기물 감축에 미치는 영향(대응5)

- 한우가 식품 제조, 가공의 부산물을 먹이의 원료로 활용될 경우 환경폐기물 감축에 미치는 영향의 정도를 묻는 설문 분석 결과 표 3-39.과 같다. 사전 조사에서는 ‘약간 긍정적이다’가 46명(45.1%), ‘보통이다’가 25명(24.5%), ‘매우 긍정적이다’가 15명(14.7%)의 순이었으나, 사후 조사에서는 ‘매우 긍정적이다’가 63명(61.8%), ‘약간 긍정적이다’가 28명(27.5%), ‘보통이다’가 9명(8.8%)의 순이었다. 이는 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사에서 한우가 식품 제조, 가공 부산물을 먹이의 원료로 활용되어 환경폐기물 감축에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 인지한 결과로 보임

표 3-39. 환경폐기물 감축 영향도

구분	사전 조사		사후 조사	
	빈도	비율	빈도	비율
매우 부정적이다	2	2.0	1	1.0
약간 부정적이다	14	13.7	1	1.0
보통이다	25	24.5	9	8.8
약간 긍정적이다	46	45.1	28	27.5
매우 긍정적이다	15	14.7	63	61.8
합계	102	100.0	102	100.0

- 위의 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 대응표본 t검정을 실시한 분석 결과는 다음과 같음
- 먼저 대응표본의 통계량을 살펴보면 표 3-40.와 같다. 사전 조사의 평균값은 3.5686, 표준편차는 0.96994으로 나타났으며, 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 평균값은 4.4804, 표준편차는 0.78008로 나타나 사전 조사보다 사후 조사의 평균값이 상승함

표 3-40. 환경 폐기물 감축 영향 대응표본 통계량

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 5	폐기물 감축에 영향1	3.5686	102	0.96994	0.09604
	폐기물 감축에 영향2	4.4804	102	0.78008	0.07724

- 그리고 대응표본의 상관계수는 표 3-41.와 같다. 0.381, 유의확률은 0.000로 유의미하여 대응표본 검정의 진행이 가능한 것으로 나타남

표 3-41. 환경 폐기물 감축 영향 대응표본 상관관계

구분		N	상관계수	유의확률
대응 5	폐기물 감축에 영향1 & 폐기물 감축에 영향2	102	.381	0.000

- 대응표본 t검정 결과 표 3-42.과 같다. ‘대응차’ 즉, 두 시점 평균값의 차이 점수는 0.91176이었다. ‘검정량’에는 두

시점의 차이 점수를 통계적으로 계산한 t값은 -9.338이고, 자유도는 101이며, 유의도 수준은 0.000로서 0.001보다 작기 때문에 통계적으로 유의미한 차이가 있었음

- 즉 카드 뉴스를 보기 전과 본 후의 한우가 식품 제조, 가공 부산물을 먹이의 원료로 활용될 경우 환경폐기물 감축에 미치는 영향의 정도의 인식에 있어 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 경우 한우가 식품 제조, 가공 부산물을 먹이의 원료로 활용되어 환경폐기물 감축에 대한 영향에 대한 인식이 긍정적인 방향으로 크게 변화가 있었으며, 이는 통계적으로 유의미한 것으로 나타남

표 3-42. 폐기물 감축 영향 대응표본 검정

구분		대응차		검정량		
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 5	폐기물 감축영향1 - 폐기물 감축영향2	-.91176	.98607	-9.338	101	0.000

- 그리고 남성 집단과 여성 집단으로 구분하여 대응표본 t검정을 분석한 결과에서는 여성 집단만이 위의 결과와 일치하였음. 즉 한우가 식품 제조, 가공 부산물을 먹이의 원료로 활용하여 환경폐기물 감축에 긍정적 영향을 미칠 수 있다는 인식으로 변화되었으며, 이는 통계적으로 유의미하였음

■ 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 용도로 활용 시 환경에 기여 정도 (대응6)

- 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 원료로 사용될 경우

환경에 대한 기여 정도를 묻는 설문 분석 결과 표 3-43.과 같다. 사전 조사에서는 ‘약간 기여한다’가 37명(36.3%), ‘보통이다’가 35명(34.3%), ‘약간 기여하지 않는다’가 14명(13.7%)의 순이었으나, 사후 조사에서는 ‘매우 기여한다’가 55명(53.9%), ‘약간 기여한다’가 32명(31.4%), ‘보통이다’가 11명(10.8%)의 순이었다. 이는 카드뉴스를 본 후의 사후조사에서 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 원료로 사용되어 환경에 기여하고 있다는 인식이 더 많아졌음을 보여주고 있음

표 3-43. 환경 기여도

구분	사전조사		사후조사	
	빈도	비율	빈도	비율
전혀 기여하지 않는다	6	5.9	1	1.0
약간 기여하지 않는다	14	13.7	3	2.9
보통이다	35	34.3	11	10.8
약간 기여한다	37	36.3	32	31.4
매우 기여한다	10	9.8	55	53.9
합계	102	100.0	102	100.0

- 위의 결과에 대한 통계적 유의성을 검증하기 위하여 대응표본 t검정을 실시한 분석결과는 다음과 같음
- 먼저 대응표본의 통계량을 살펴보면 표 3-44.과 같다. 사전 조사의 평균값은 3.3039, 표준편차는 1.02241으로 나타났으며, 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 평균값은 4.3431, 표준편차는 0.86167로 나타나 사전 조사보다 사후 조사의 평균값이 상승함

표 3-44. 환경에 기여정도 대응표본 통계량

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 6	환경에 기여1	3.3039	102	1.02241	0.10123
	환경에 기여2	4.3431	102	0.86167	0.08532

- 그리고 대응표본의 상관계수 표 3-45.와 같다. 상관계수 0.420, 유의확률은 0.000로 유의미하여 대응표본 검정의 진행이 가능한 것으로 나타남

표 3-45. 환경에 기여정도 대응표본 상관관계

구분		N	상관계수	유의확률
대응 6	환경에 기여1 & 환경에 기여2	102	0.420	0.000

- 대응표본 t검정 결과 표 3-46.과 같다. ‘대응차’ 즉, 두 시점 평균값의 차이 점수는 1.03922이었다. ‘검정량’에는 두 시점의 차이 점수를 통계적으로 계산한 t값은 -10.253이고, 자유도는 101이며, 유의도 수준은 0.000로서 0.001보다 작기 때문에 통계적으로 유의미한 차이가 있었음
- 즉 카드 뉴스를 보기 전과 본 후의 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 원료로 사용될 경우 환경에 대한 기여 정도에 대한 인식에 있어 카드 뉴스를 본 후의 사후 조사의 경우 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 원료로 사용되어 환경에 크게 기여하고 있다는 인식으로 변화되었으며 이는 통계적으로

유의미한 것으로 나타남

표 3-46. 환경에 기여정도 대응표본 검정

구분		대응차		검정량		
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 6	환경에 기여1 - 환경에 기여2	-1.03922	1.02370	-10.253	101	0.000

- 그리고 남성 집단과 여성 집단으로 구분하여 대응표본 t검정을 분석한 결과에서는 여성 집단만이 위의 결과와 일치하였음. 즉 한우가 식량 및 화장품, 의약품 등의 원료로 사용되어 크게 기여하고 있다는 인식으로의 변화가 있음을 보여주고 있으며, 이는 통계적으로 유의미하였음

■ 카드 뉴스를 본 후의 한우산업에 대한 인식변화 정도

- 카드 뉴스를 본 후의 한우산업에 대한 응답자의 인식변화 결과를 살펴보면 표 3-47.과 같다. ‘매우 크게 바뀜’은 61명(59.8%), ‘약간 바뀜’은 26명(25.5%), ‘변화없음’은 9명(8.8%)의 순으로 나타남
- 카드 뉴스를 본 후에 한우산업에 대한 인식이 긍정적으로 변화된 응답자는 87명(85.3%)로 나타남
- 통계량은 평균 4.3824이고, 표준편차는 0.91245로 인식이 매우 긍정 수준
- 즉, 카드 뉴스를 통하여 새로운 정보를 인지한 응답의 절대 다수가 한우산업에 대한 부정적 인식이 긍정적으로 크게 변화된 것으로 해석됨

표 3-47. 한우 산업에 대한 인식변화

구분		빈도	비율	누적 비율	통계량		
한우 산업에 대한 인식 변화	전혀 바뀌지 않음	1	1.0	1.0	N	유효	102
	별로 바뀌지 않음	5	4.9	5.9		결측	0
	변화없음	9	8.8	14.7	평균		4.3824
	약간 바뀜	26	25.5	40.2	표준편차		0.91245
	매우 크게 바뀜	61	59.8	100.0			
	합계	102	100.0				

■ 카드 뉴스 중 가장 충격적인 내용을 담고 있는 카드번호는?

- 카드뉴스 중 가장 충격적인 사실을 담고 있는 카드번호에 대한 분석 결과 표 3-48.와 같다. ‘7번 한우 어떻게 이용될까?’ 항목이 31명(30.4%), ‘3번 동일기준 비교시 도로수송이 온실가스배출량이 더 많다’가 24명(23.5%), ‘4번 축산업 사라질 경우 다른 산업 피해를 끼친다’가 11명(10.8%), ‘9번 한우와 환경의 관계(부산물 사료 이용으로 온실가스감소’가 8명(7.8%)의 순이었으며, 이는 전체 응답자 중 61명(61.7%)에 해당됨

표 3-48. 충격적인 내용 담고 있는 카드번호

카드내용			빈도	비율	누적 비율
카드 번호	1	한우가 환경에 미치는 영향	2	2.0	2.0
	2	축산이 도로수송보다 온실가스를 더 만든다?	5	4.9	6.9
	3	동일 기준 비교 시 도로수송이 온실가스배출량이 더 많다	24	23.5	30.4
	4	축산업 사라질 경우 다른 산업 피해를 끼친다	11	10.8	41.2
	5	대두박을 한우가 안먹면 폐기물이 돼요	6	5.9	47.1
	6	한우는 식량 및 필요 원료를 제공해요	3	2.9	50.0
	7	한우, 어떻게 이용될까?	31	30.4	80.4
	8	한우와 환경의 관계? (온실가스감소와 영양자원 낭비방지)	2	2.0	82.4
	9	한우와 환경의 관계? (부산물 사료이용으로 온실가스 배출량 감소)	8	7.8	90.2
	10	한우가 없다면? 추가 온실가스발생과 영양자원 낭비초래	4	3.9	94.1
	11	한우가 없다면? 폐기물 늘어나 온실가스 배출량 증가	6	5.9	100.0
	합계		102	100.0	

《통계분석 결과 요약》

대응표본 T-검정 분석결과(전체)

〈대응표본 통계량〉

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	기후영향정도1	3.7353	102	1.08934	.10786
	기후영향정도2	2.4216	102	1.39615	.13824
대응 2	온실가스배출1	3.6667	102	1.11988	.11088
	온실가스배출2	1.8235	102	1.02843	.10183
대응 3	축산분뇨활용1	3.2255	102	.94300	.09337
	축산분뇨활용2	4.2255	102	1.04272	.10324
대응 4	대두박먹이활용1	3.4706	102	.99211	.09823
	대두박먹이활용2	4.4118	102	.98858	.09788
대응 5	폐기물감축1	3.5686	102	.96994	.09604
	폐기물감축2	4.4804	102	.78008	.07724
대응 6	환경기여1	3.3039	102	1.02241	.10123
	환경기여2	4.3431	102	.86167	.08532

〈대응표본 상관계수〉

구분		N	상관계수	유의확률
대응 1	기후영향정도1 & 기후영향정도2	102	.256	.009
대응 2	온실가스배출1 & 온실가스배출2	102	.335	.001
대응 3	축산분뇨활용1 & 축산분뇨활용2	102	.481	.000
대응 4	대두박먹이활용1 & 대두박먹이활용2	102	.436	.000
대응 5	폐기물감축1 & 폐기물감축2	102	.381	.000
대응 6	환경기여1 & 환경기여2	102	.420	.000

〈대응표본 검정〉

구분		검정량				
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 1	기후영향정도1 - 기후영향정도2	1.31373	1.53494	8.644	101	.000
대응 2	온실가스배출1 - 온실가스배출2	1.84314	1.24077	15.003	101	.000
대응 3	축산분뇨활용1 - 축산분뇨활용2	-1.00000	1.01474	-9.953	101	.000
대응 4	대두박먹이활용1 - 대두박먹이활용2	-.94118	1.05139	-9.041	101	.000
대응 5	폐기물감축1 - 폐기물감축2	-.91176	.98607	-9.338	101	.000
대응 6	환경기여1 - 환경기여2	-1.03922	1.02370	-10.253	101	.000

설문문항3) 한우산업이 기후환경에 미치는 다양한 요인

기후환경 요인1					
		빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트
사전	이산화탄소 배출	55	53.9	53.9	53.9
	수질오염	22	21.6	21.6	75.5
	토양오염	12	11.8	11.8	87.3
	공기오염(냄새)	13	12.7	12.7	100.0
	합계	102	100.0	100.0	

기후환경 요인2					
		빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트
사후	이산화탄소배출	30	29.4	29.4	29.4
	수질오염	26	25.5	25.5	54.9
	토양오염	14	13.7	13.7	68.6
	공기오염(냄새)	32	31.4	31.4	100.0
	합계	102	100.0	100.0	

설문문항4) 식용외 산업원료 사용 인지 여부

산업원료 사용1					
		빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트
사전	예	40	39.2	39.2	39.2
	아니오	62	60.8	60.8	100.0
	합계	102	100.0	100.0	

산업원료사용2					
		빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트
사후	예	98	96.1	96.1	96.1
	아니오	4	3.9	3.9	100.0
	합계	102	100.0	100.0	

설문문항8) 카드 뉴스 본 후(사후 조사)의 인식 변화

카드 후 인식변화						통계량		
		빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트	카드 후 인식변화		
유효	전혀바뀌지않음	1	1.0	1.0	1.0	N	유효	102
	별로바뀌지않음	5	4.9	4.9	5.9		결측	0
	변화없음	9	8.8	8.8	14.7	평균		4.3824
	약간바뀜	26	25.5	25.5	40.2	표준편차		.91245
	매우크게바뀜	61	59.8	59.8	100.0			
	합계	102	100.0	100.0				

설문문항9) 카드 뉴스 중 충격적인 내용 담고 있는 카드번호

카드번호					
		빈도	퍼센트	유효 퍼센트	누적퍼센트
카드번호	1	2	2.0	2.0	2.0
	2	5	4.9	4.9	6.9
	3	24	23.5	23.5	30.4
	4	11	10.8	10.8	41.2
	5	6	5.9	5.9	47.1
	6	3	2.9	2.9	50.0
	7	31	30.4	30.4	80.4
	8	2	2.0	2.0	82.4
	9	8	7.8	7.8	90.2
	10	4	3.9	3.9	94.1
	11	6	5.9	5.9	100.0
	합계	102	100.0	100.0	

대응표본 T-검정 분석결과(남성)

〈대응표본 통계량〉

	구분	평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	기후영향정도1	3.7826	46	1.05226	.15515
	기후영향정도2	2.0435	46	1.15386	.17013
대응 2	온실가스배출1	3.5435	46	1.14904	.16942
	온실가스배출2	1.8043	46	.98024	.14453
대응 3	축산분뇨활용1	3.2609	46	.90516	.13346
	축산분뇨활용2	4.2391	46	.94715	.13965
대응 4	대두박먹이활용1	3.3913	46	1.04304	.15379
	대두박먹이활용2	4.3478	46	.94792	.13976
대응 5	폐기물감축1	3.6304	46	.90330	.13318
	폐기물감축2	4.4565	46	.68982	.10171
대응 6	환경기여1	3.3696	46	.87835	.12951
	환경기여2	4.3043	46	.86589	.12767

〈대응표본 상관계수〉

	구분	N	상관계수	유의확률
대응 1	기후영향정도1 & 기후영향정도2	46	.356	.015
대응 2	온실가스배출1 & 온실가스배출2	46	.274	.065
대응 3	축산분뇨활용1 & 축산분뇨활용2	46	.496	.000
대응 4	대두박먹이활용1 & 대두박먹이활용2	46	.331	.025
대응 5	폐기물감축1 & 폐기물감축2	46	.170	.259
대응 6	환경기여1 & 환경기여2	46	.258	.084

*대응2, 대응5, 대응6은 상관관계가 유의하지 않음

〈대응표본 검정〉

구분		검정량				
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 1	기후영향정도1 - 기후영향정도2	1.73913	1.25494	9.399	45	.000
대응 2	온실가스배출1 - 온실가스배출2	1.73913	1.28987	9.145	45	.000
대응 3	축산분뇨활용1 - 축산분뇨활용2	-.97826	.93069	-7.129	45	.000
대응 4	대두박먹이활용1 - 대두박먹이활용2	-.95652	1.15386	-5.622	45	.000
대응 5	폐기물감축1 - 폐기물감축2	-.82609	1.03932	-5.391	45	.000
대응 6	환경기여1 - 환경기여2	-.93478	1.06254	-5.967	45	.000

대응표본 T-검정 분석결과(여성)

〈대응표본 통계량〉

구분		평균	N	표준편차	평균의 표준오차
대응 1	기후영향정도1	3.6964	56	1.12686	.15058
	기후영향정도2	2.7321	56	1.50745	.20144
대응 2	온실가스배출1	3.7679	56	1.09530	.14637
	온실가스배출2	1.8393	56	1.07495	.14365
대응 3	축산분뇨활용1	3.1964	56	.98016	.13098
	축산분뇨활용2	4.2143	56	1.12354	.15014
대응 4	대두박먹이활용1	3.5357	56	.95278	.12732
	대두박먹이활용2	4.4643	56	1.02628	.13714
대응 5	폐기물감축1	3.5179	56	1.02675	.13721
	폐기물감축2	4.5000	56	.85280	.11396
대응 6	환경기여1	3.2500	56	1.13217	.15129
	환경기여2	4.3750	56	.86471	.11555

〈대응표본 상관계수〉

구분		N	상관계수	유의확률
대응 1	기후영향정도1 & 기후영향정도2	56	.230	.089
대응 2	온실가스배출1 & 온실가스배출2	56	.385	.003
대응 3	축산분뇨활용1 & 축산분뇨활용2	56	.473	.000
대응 4	대두박먹이활용1 & 대두박먹이활용2	56	.522	.000
대응 5	폐기물감축1 & 폐기물감축2	56	.509	.000
대응 6	환경기여1 & 환경기여2	56	.534	.000

* 대응1은 상관관계가 유의하지 않음

〈대응표본 검정〉

구분		검정량				
		평균	표준편차	t	자유도	유의확률
대응 1	기후영향정도1 - 기후영향정도2	.96429	1.66203	4.342	55	.000
대응 2	온실가스배출1 - 온실가스배출2	1.92857	1.20389	11.988	55	.000
대응 3	축산분뇨활용1 - 축산분뇨활용2	-1.01786	1.08697	-7.008	55	.000
대응 4	대두박먹이활용1 - 대두박먹이활용2	-.92857	.96967	-7.166	55	.000
대응 5	폐기물감축1 - 폐기물감축2	-.98214	.94371	-7.788	55	.000
대응 6	환경기여1 - 환경기여2	-1.12500	.99201	-8.487	55	.000

- 소비자 홍보전략 수립을 위하여 축산에 대한 전문적 지식을 지닌 조사자를 대상으로 설문조사를 실시한 결과를 요약하면 다음과 같음

- 카드뉴스를 통한 세부정보를 인지한 후의 인식이 긍정적으로 변화된 응답자 비율이 약 85%로 나타남에 따라 홍보의 중요성이 인정되었음
- 한우 산업이 다른 산업과 비교시 온실가스 배출량이 많은지에 대한 질문에 그렇지 않다라는 답변 비율이 19.6%에서 79.4%로 크게 증가함
- 한우의 부산물이 산업용 원료로 사용되고, 타 산업의 부산물을 한우가 사용하고, 분뇨를 타 산업에서 활용한다는 사실에 대한 인지도가 크게 증가함에 따라 한우의 산업구조적 특성 이해도가 높아졌음
- 한우가 농업부산물이나 식품제조 및 가공의 부산물을 먹이의 원료 활용시 환경폐기물 감축 등 긍정적인 영향을 미치고 있음에 대한 인지도 증가

제4절. 한우 사육 전과정 측면의 환경적·산업적 특징을 고려한 홍보 방안

〈Take home message〉

- 한우 소비 촉진을 위한 연구 및 홍보전략은 2005년 한우자조금 출범 후 지속적으로 수행되어오고 있으나, 한우의 환경적·산업적 이용 및 역할에 대한 홍보는 부족한 실정
- 축산 전문 지식을 가진 오피니언 리더들 102명을 대상 설문한 결과 기후환경에 미치는 영향 및 온실가스 배출량이 많은지에 대한 사전조사 경우 ‘그렇다’는 의견이 각각 64.7%, 60.8%를 차지한 것으로 보아, 일반 소비자들은 한우를 고기 및 식품 이상으로 생각하지 않을 확률이 높음
- 한우의 전과정 측면에서의 환경적·산업적 특징을 효율적으로 홍보하기 위해서는 TV광고 및 방송협찬프로그램(PPL)과 꾸준히 시청률이 증가하고 있는 유튜브 인플루언서들을 통한 영상매체 홍보와 신뢰성과 정보전달에 도움을 주는 인쇄매체 홍보가 필요
- 온라인 홍보는 인터넷 포털과 온라인 뉴스 및 보도자료가 각각 36%와 13.6%로 절반에 가까운 약 49.6%가 정보를 얻기 위해 활용, 청소년 및 대학생 대상 UCC 및 공모전 진행 제안
- 오프라인 홍보는 백화점 및 농축협, 각종 박람회 및 전시회와 한우를 사용하는 식당에서 소비자를 대상으로 한 설문조사 혹은 한우의 환경적·산업적 이용 실태에 대한 O, X 퀴즈를 통한 홍보

■ 지난 2021년 11월 영국에서 개최되었던 유엔기후변화협약 제26차 당사국 총회가 끝난 후 외국의 한 언론은 농업에 대한 논의 동향을 ‘The cow in the room: why is no one talking about farming at COP26?’ 이라고 표현하였음

- 이는 농업이 기후변화에 미치는 영향들에 대한 문제를 충분히 인지하고 있으나 식량 안보 및 인간에게 필요한 영양소 공급 등의 농업의 중요한 역할 또한 간과할 수 없음을 단편적으로 보여주는 것임
- 따라서 한우 사육의 홍보자료 구축을 위해서는 축산의 산업 구조적 위치와 함께 본 보고서 3장 2절에 제시한 바와 같이 전과정평가를 활용한 열량 및 영양소와 같이 다양한 기능단위의 탄소 배출량을 제시함과 함께 환경적·산업적으로 기여하는 부문 등 소비자들에게 다양한 정보를 제공함으로써 가축사육에 대한 잘못된 인식을 개선하는 것이 필요함

■ 한우의 환경적·산업적 특징 홍보 필요성

- 한우 소비자의 환경에 대한 관심이 높아지면서, 한우의 환경적·산업적 영향에 대한 오해를 직·간접적으로 해소하기 위한 홍보 자료 필요
- 한우의 소비 촉진을 위한 홍보전략은 2005년부터 지속적으로 연구가 되어오고 있으나, 한우의 환경적·산업적 이용에 대한 홍보는 부족한 실정
- 축산에 전문 지식을 지닌 조사자들 102명 대상으로 설문조사를 한 결과 기후환경에 미치는 영향 및 온실가스 배출량이 많은지에 대한 사전조사 경우 ‘그렇다’는 의견이 각각 64.7%, 60.8%를 차지함
- 축산에 대한 전문 지식이 부족한 일반 소비자들의 경우 한우를

식품 이상으로 생각하지 않을 확률이 더욱 높음

- 일반 소비자 대상으로 한우의 환경적·산업적 특징에 대한 홍보 및 인식에 대한 설문 조사 필요

■ 한우의 환경적·산업적 특징 홍보 전략

- ‘2020년 한우자조금 성과분석’ 결과를 바탕으로 각 매체별 효율적인 홍보전략 수립 필요
- 연간 홍보 계획을 수립하여 홍보 활동의 효율성을 높이고, 오피니언 리더 및 마케팅 전문가를 육성하거나 선정하여 통합적 관리 필요



그림 3-14. 한우 환경적·산업적 특징 홍보를 위한 촉진 전략

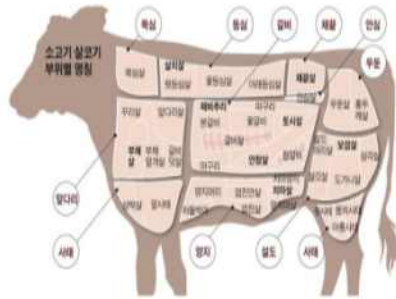
■ 한우의 환경적·산업적 특징 각 채널별 홍보 방안

- TV광고 및 방송 협찬, 인쇄 매체 홍보 방안

- TV광고의 경우 ‘2020년 한우자조금 성과 분석’ 자료를 바탕으로 신뢰감을 주는 모델을 활용해야하며, 한우의 우수성을 환경적·산업적으로 기여하는 특징을 바탕으로 홍보 진행
- 방송협찬프로그램(PPL)의 경우 KBS2의 1박 2일, 사장님 귀는 당나귀 귀, MBC의 생방송 오늘 저녁 등 일반 소비자인 시청자들을 대상으로 한 예능프로그램과 생활 정보 프로그램에서 한우의 환경적·산업적 특징 관련 퀴즈 및 정보 공유
- 방송협찬프로그램의 호감도 및 한우 소비량은 각각 2019년 대비 2020년에 68.1점에서 67.6점으로 0.5점, 64.2점에서 63.6점으로 0.6점 감소하였지만, 한우 홍보의 적합성과 정보 공유에서 68.8점에서 69.5점으로 0.7점, 68점에서 68.3점으로 0.3점 소폭 상승한 것으로 보아, 한우의 정보 공유 및 홍보에 적합한 채널로 판단됨
- 인쇄매체 홍보기사를 통해서 광고를 진행할 때, 광고 호감도는 2016년부터 매년 상승하고 있으며, 정보공유 도움도가 65점에서 67.5점으로 2.5점 상승하였으며, 메시지 전달성과 가독성에 신경 써서 홍보 필요
- 온라인 홍보 방안
 - 블로그 및 인스타그램 등 SNS 홍보의 경우 1회성 혹은 단발성으로 끝날 수 있으나, 한우 환경적·산업적 특징과 연관된 카테고리 혹은 스토리를 따로 만들어 꾸준히 게시글을 올리는 방법 제안
 - 설날과 추석과 같은 명절과 연말 ‘사전예약 선물세트 온라인 광고’와 같이 사람들의 인지도와 참여도가 높은

- 시기에 한우 환경적·산업적 특징 홍보 및 퀴즈 이벤트 진행
- 정보를 얻기 위해 인터넷 포털, 유튜브, 온라인 기사 및 뉴스가 각각 36%, 16.8% 13.6% 차지하며, 온라인 매체 특성상 재미와 흥미를 유발할 수 있으면서 신뢰도가 있는 정보 전달 필요
 - 유튜브의 경우 단순 한우자조금, 한우협회 등의 기관들보다 구독자 및 조회수가 높은 유튜버 인플루언서 ‘승우아빠’, ‘고기남자 MeatMan’, ‘육식맨’, ‘정육왕 MeatCreator’, ‘산적TV 밥굽남’, ‘시즌비시즌’ 등을 활용한 홍보 진행
 - 네이버, 구글 등의 인터넷 포털에서 ‘한우’라는 키워드 검색 시 단순 판매 상품 광고와 한우 음식점들이 50% 이상의 비중을 차지하고 있으므로, 키워드 검색 시 한우산업이 환경적·산업적으로 기여하는 부문 등 특징 노출이 필요
 - 한우의 먹이가 대기중의 이산화탄소를 활용한 광합성의 산물인 풀이나 대두박 등을 섭취함으로써 인간과 식량작물로 경합하는 것이 아님
 - 부산물 활용으로 부산물 처리 시 발생하는 온실가스 저감으로 기후변화 대응에 기여함
 - 한우 사양으로 얻어지는 부산물 중에서 분뇨는 작물 재배의 양분으로 활용하며, 기타 털이나 가죽 등이 다양한 산업용 원료로 활용됨

■ 한우 고기의 부위 알기



	인 보충제		아스팔트
	비타민 B-12		윤활제
	타이어		강철 볼 베어링
	빙결방지제		유압 브레이크유

■ 한우 성분이 들어간 내 주위 물품 O, X 퀴즈

	크레용		옷
	양초		인슐린
	향수		소화제
	페인트		화상치료제
	세제		칼슘제
	단열플라스틱		혈액장애 치료제
	사진인화지		성형수술 재료
	반창고		협압조절제
	풀		항바이러스제
	벽지		빈혈치료제
	예술품		혈액 항응고제

그림 3-15. 한우 환경적·산업적 이용에 대한 홍보자료

- 백화점 및 할인점 홍보 방안
 - 백화점의 경우 고급육 및 신선함을 강조하며, 특히 소비자들의 가심비를 자극하며 한우의 우수성을 환경적·산업적 특징 홍보 진행
 - 팝업 스토어 및 한우 홍보관, 매장 디스플레이 환경을 조성하여 그림 5-2.의 홍보자료 및 설문조사 진행
- 전시회 및 박람회 홍보 방안
 - 각종 농축산업 박람회 및 식품 박람회 등에서 이벤트를 진행할 경우 한우의 환경적·산업적 특징 관련 설문조사 및 카드뉴스 리플렛 제작, 그림 5-2. 자료 바탕 O, X 퀴즈 이벤트 진행
 - 한우요리 경진대회 등을 통한 한우의 환경적·산업적 특징

관련 설문조사 및 카드뉴스 리플렛 및 그림 5-2. 자료 바탕
O, X 퀴즈 이벤트 진행

- 농축협매장 홍보 방안
 - 다른 유통채널과 달리 한우를 주로 판매하기 때문에, 한우에 대한 전문성 및 신뢰성을 컨셉으로 홍보가 필요
 - 고급화된 매장 디스플레이 환경 조성 및 판매자 교육과 홍보 리플렛 등을 통해 한우의 환경적·산업적 특징 홍보 필요
- 급식업체 홍보 방안
 - 산업체급식, 학교급식, 병원급식, 복지시설 급식 등 여러 급식업체들 중 특히 교육기관인 학교에서 식사 전에 설문조사 혹은 그림 5-2.를 활용하여 한우의 환경적·산업적 특징 홍보
- 식육판매점 홍보 방안
 - 식육판매점 중 관리 대상 업소를 선정하여 한우고기 전문점 인증 및 소비자에게 신뢰감을 줄 수 있도록 해야하며, 식육 판매점 종사자 대상으로 한우의 환경적·산업적 특징을 교육하고 제품 판매 시 홍보용 리플렛을 함께 포장하여 제공하도록 함
- 식당 홍보 방안
 - 한우를 사용하는 식당의 테이블마다 일시적으로 그림 5-2.의 홍보자료를 통하여, 음식을 기다리는 동안 한우의 환경적·산업적 특징에 대해 O, X 퀴즈 등을 풀 수 있도록 흥미 요소 제공
 - 식당 관계자들 또한 한우고기를 판매함에 있어 단순 고급육 판매가 아닌 환경적·산업적 이점과 영양학적 이점을

부각하여 자부심을 느낄 수 있도록 교육 진행

- 체험 목장 및 농가 교육 방안
 - 체험 목장 및 농가에서 단순 먹이 주기 및 농장 운영 시스템과 가공 과정을 설명하는 것에서 끝나는 것이 아닌 실생활에서 사용되는 한우 유래 제품들을 보여주며 교육 및 홍보 진행

제5절. 종합결론

- 축산업을 제외했을 경우의 시나리오를 가정하여 온실가스 배출 저감 효과를 검토한 결과, 축산업을 제외하더라도 미국 전체 온실가스 배출량의 2.6% 수준으로 기대치 이하 수준이며, 반면에 영양소 충족량 부족 및 생태계 교란에 대한 우려가 지적됨에 따라 축산업이 온실가스의 주범이라는 인식에 대한 개선이 필요함
- 식품을 섭취하는 목적에 맞게 온실가스 배출량을 산정한 결과, 축산물을 통해 공급되는 단백질과 아미노산을 기준으로 하여 온실가스 배출량을 계산하면 각각 23.3%, 50% 까지 온실가스 배출량이 낮게 산정됨
- 카드뉴스 등을 통한 세부 정보를 인지한 후의 축산에 대한 소비자의 인식이 긍정적으로 변화된 응답자 비율이 약 85%로 나타남
 - 한우 산업이 다른 산업과 비교시 온실가스 배출량이 많은지에 대한 질문에 ‘그렇지 않다’라는 답변 비율이 19.6%에서 79.4%로 크게 증가함
 - 한우의 부산물이 산업용 원료로 사용되고, 타 산업의 부산물을 한우가 사용하고, 분뇨를 타 산업에서 활용한다는 사실에 대한 인지도가 크게 증가함에 따라 한우의 산업구조적 특성 이해도가 높아졌음
 - 한우가 농업부산물이나 식품제조 및 가공의 부산물을 먹이의 원료 활용 시 환경폐기물 감축 등 긍정적인 영향을 미치고 있음에 대한 인지도 증가
- 한우 사육의 홍보 자료 구축을 위해서는 축산의 산업구조적 위치와 함께 영양소 등 다양한 기능단위의 탄소 배출량을

제시함으로써 소비자들에게 관련 정보를 제공함으로써 가축 사육에 대한 잘못된 인식을 개선하는 것이 필요함

- 한우의 전과정 측면 환경적·산업적 특징을 홍보하기 위한 수단으로 TV 광고, 언론 매체, 온라인 광고, 오프라인 광고 등을 활용할 수 있으며, ‘2020년 한우자조금 성과분석 연구 최종보고서’의 결과를 바탕으로 효율적인 광고 활용이 필요함

- TV 광고 및 방송협찬프로그램(PPL)을 통한 광고 및 생활 정보 프로그램 등에서 한우에 ‘우수성’, ‘친근감’ 및 ‘신뢰성’을 높이는데 기여하였으며, 한우의 이해도 향상에는 유튜브 및 온라인 광고 등이 효과적인 것으로 보아, 한우 산업의 이해도와 우수성을 홍보하기 위한 수단으로 TV 광고와 온라인 광고가 효율적일 것으로 판단됨
- 정보를 얻기 위해 자주 활용하는 매체로 인터넷 포털이 36%, 유튜브 16.8%, 지상파 TV 16.2% 순으로 나타나는 것을 바탕으로 한우의 환경적·산업적 이용의 정보 전달 매체의 우선순위를 인터넷 포털과 구독자 및 조회수가 높은 유튜버 인플루언서 ‘승우아빠’, ‘고기남자 MeatMan’, ‘육식맨’, ‘정육왕 MeatCreator’, ‘산적TV 밥굽남’, ‘시즌비시즌’ 등의 활용이 효율적일 것으로 판단됨

제4장. 요약 및 결론

- 본 연구의 목적은 한우 산업의 영양소 기준의 온실가스 배출량을 재평가하고 타산업에 대한 환경적 기여 및 원료로서의 이용성에 대한 평가를 통해 한우 산업의 이미지를 제고함에 있음
- 농장에서 사육되어 도축장으로 출하되는 한우 1마리에 대한 탄소발자국을 산정하고 경종 농업, 식품제조 및 가공부산물, 분뇨처리 등의 폐기 시나리오와 현재 이용 시나리오와의 비교
 - 한우 사육 시 필요한 사료, 음용수, 에너지, 장내발효 및 분뇨처리 등의 기여도를 고려한 탄소발자국을 평가한 결과, 1.60×10^4 kgCO₂-eq/head 로 산정 됨
 - 한우 사육에서 활용되는 경종 농업, 식품제조 및 가공부산물의 폐기 시나리오와 현재 이용 시나리오와의 비교 결과, 1kg의 바이오폐기물 처리당 0.228 kgCO₂-eq. 발생하는 것으로 나타났음
 - 이를 축산에서 처리하지 않는다면 경종 부문에서 직접 처리해야하는 온실가스 배출 부하량임
 - 분뇨처리 등 축산 폐기물 자원화 방법별 시나리오 비교 진행 결과 우분 퇴비 활용에 따른 질소질 화학비료 대체 효과로 토양에 공급하는 질소 1 kg 당 약 1.3 kgCO₂-eq.의 탄소배출을 저감
 - 이 양은 화학비료 사용 대비 17.7% 저감하며 가축분뇨의 자원순환이 환경친화적이며 기후변화 대응을 위한 저탄소기술로서의 가치가 있음을 밝힘
 - 퇴비화되지 않은 가축분뇨를 바이오가스화 시킬 경우, 기존의 분뇨처리 방법에 비해 온실가스 배출이 약 74.8% 저감과 94,838천 m³의 천연가스를 대체하는 효과를 보임
- 한우산업 유무에 따른 온실가스 배출량과 자동차 연료 소모량에 따른 온실가스 배출량 비교

- 한우 산업이 없을 시 식품 및 경종농업이 책임져야할 연간 온실가스 배출량 29,028,449 tCO₂-eq.을 자동차 대수로 환산하면 각각 일반 내연기관 자동차의 경우 30,103,434대, 하이브리드의 경우 18,590,462대, 전기차의 경우 25,181,427대, 수소차의 경우 20,576,546대에 해당하는 온실가스를 타산업에서 처리해야함
- 환경부 국가 보고서 산정 기준, 한우 한 마리의 장내발효와 가축분뇨에서 발생하는 온실가스 배출량을 동일 기간 자동차의 온실가스 배출량과 비교하였을 경우, 장내발효의 전기차의 경우를 제외하면 각각 자동차 1대 미만의 온실가스를 배출하며, 차종별 온실가스 배출량 평균인 5.2 tCO₂-eq.보다 18.6% 한우가 자동차보다 온실가스 배출량이 더 낮음
- 한우 산업의 분뇨 에너지화로 연간 458,007.09 tCO₂-eq.의 온실가스 배출량 감축이 기대되며 그 배출량은 트럭의 경우 144,032 대, 승용차의 경우 211,248 대, 승합차의 경우 167,657 대, 하이브리드의 경우 275,541 대, 전기차의 경우 373,229 대, 수소차의 경우 304,978 대에 해당함
- 한우 사육을 통해 생산된 부산물의 활용 실태에 대한 조사 수행
 - 한우 도축 부산물의 활용은 식품, 사료, 화장품 그리고 의약품 등으로 각종 산업군의 원료로 활용되는 등 한우의 산업 구조적 특성을 확인
- 열량당, 영양소당 한우의 온실가스 배출량 비교
 - 국외 자료를 바탕으로 FAO와 미국 영양학회에서 축산업이 온실가스의 주범이라는 주장을 탈피하기 위해 축산업을 제외했을 경우와 포함하는 경우의 시나리오를 가정하여 온실가스 배출량이 얼마나 감소하며, 영양소를 충족시키기 위한 곡물과 두류 원료가 얼마나 필요할지에 대해 논함

- 축산업을 제외하더라도 축산업을 제외한 49%가 줄어드는 것이 아닌, 식량 대체를 위한 토지 사용 및 화학비료 사용 등의 이유로 28% 수준으로 감축되어 기대치의 43% 수준으로 절반도 넘지 못하고, 인구 증가 대비 영양소 충족량 부족 결과를 초래하고, 생태계 교란을 불러일으킬 수 있음
 - 국외 자료를 토대로 국내 한우 및 축산물 섭취 시 발생할 수 있는 온실가스 배출량을 단순 에너지 섭취량 기준으로 비교하지 않고, 축산물 섭취 목적에 맞게 영양소 기준으로 비교 결과 단백질과 아미노산 기준으로 각각 23.3%, 50% 온실가스 배출량이 낮게 산정됨
 - 권장 에너지 섭취량 기준과 권장 단백질 섭취량 기준으로 비교한 경우 식물성 식품만 섭취하는 경우 비타민 A, B12, 아미노산의 충족량이 모두 부족하였고, 비타민 B12의 기준으로 온실가스 배출량을 계산하면 식물성 식품만 섭취한 경우 18.89배의 온실가스 배출량이 나오며, 비타민 보충제를 섭취하는 경우 보충제의 생산부터 유통 판매, 폐기까지의 전과정평가 연구가 선행되어야 함
- 한우의 산업적 위치에 대하여 소비자 대상 인식개선을 위한 자료
- 카드 뉴스를 통한 세부 정보를 인지한 후의 인식이 긍정적으로 변화된 응답자 비율이 약 85%로 나타남에 따라 홍보의 중요성이 인정되었음
 - 한우산업이 다른 산업과 비교 시 온실가스 배출량이 많은지에 대한 질문에 ‘그렇지 않다’라는 답변 비율이 19.6%에서 79.4%로 크게 증가함
 - 한우산업이 기후환경에 미치는 영향에서도 이산화탄소 배출 53.9%에서 그 비율이 29.4%로 감소하고 공기 오염이

12.7%에서 31.4%로 증가하여 기후변화의 영향력에 대한 인식이 전환됨

- 한우의 부산물이 산업용 원료로 사용되고, 타 산업의 부산물을 한우가 사용하고, 분뇨를 타 산업에서 활용한다는 사실에 대한 인지도가 크게 증가함에 따라 한우의 산업 구조적 특성 이해도가 높아졌음
- 한우가 농업 부산물이나 식품 제조 및 가공의 부산물을 먹이의 원료 활용 시 환경폐기물 감축 등 긍정적인 영향을 미치고 있음에 대한 인지도 증가

■ 한우 사육 전과정 측면의 환경적·산업적 특징을 고려한 홍보 방안

- 한우의 전과정 측면 환경적·산업적 특징을 홍보하기 위한 수단으로 TV 광고, 언론 매체, 온라인 광고, 오프라인 광고 등 다양한 부분에서 홍보가 진행되어야 함
- ‘2020년 한우자조금 성과분석 연구 최종보고서’의 결과를 바탕으로 정보 전달의 매체로서 TV광고, 방송협찬프로그램(PPL), 온라인 포털, 유튜브 인플루언서 등의 활용을 높여 한우의 식품으로서의 가치 외에 환경적·산업적으로 기여하는 부문에 대한 소비자들을 대상으로 신뢰성 있는 정보 제공 필요
- 오프라인 광고로 백화점, 할인매장, 단체급식, 지하철과 버스, 한우를 이용하는 정육점과 식당 등에서 한우의 환경적·산업적 이용 관련 안내 리플렛, 설문조사 혹은 O, X퀴즈 이벤트 등을 통하여 홍보 진행 필요

본 연구를 통해 한우 산업이 온실가스 배출량과 타 산업에 대한 환경적 기여 및 원료로서의 이용성에 대하여 한우 산업의 산업 구조적 특성이 확인되었음. 한우 축산물 섭취 시 발생하는 온실가스 배출량 평가에 있어 에너지(열량) 기준으로만 비교할 것이 아니라, 섭취 목적에 맞게 단백질, 아미노산, 미량영양성분 등을 기준으로 재평가할 필요성이 있음. 소비자들에게 축산에 대한 다양하고 정확한 정보들을 제공함으로써 축산물에 대한 오해를 해소하고 이미지 개선을 위한 노력이 필요함. 이를 통해 한우 산업의 필요성과 대체 불가능한 산업임을 강조할 필요가 있음.

참고문헌

- A. Beauchemin(2010). Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada
- Akifumi Ogino, Hideki Orito, Kazuhiro Shimada, Hiroyuki Hirooka(2007). Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method. *Animal Science Journal*, 78(4): 424-432
- Akifumi Ogino, Kouichi Kaku, Takashi Osada, Kazuhiro Shimada(2004). Environmental impacts of the Japanese beef-fattening system with different feeding lengths as evaluated by a life-cycle assessment method. *Animal Science Journal*, 82(7): 2115-2122
- Bart Durlinger, Elena Koukouna, Roline Broekema, Mike van Paassen, Jasper Scholten(2017). Agri-footprint 4.0-Part 1: Methodology and basic principles. Agri-Footprint, Gouda, NL
- Bart Durlinger, Elena Koukouna, Roline Broekema, Mike van Paassen, Jasper Scholten(2017). Agri-footprint 4.0-Part 2: Description of data. Agri-Footprint, Gouda, NL
- Christel Cederberg, Magnus Stadig(2003). System expansion and allocation in life cycle assessment of milk and beef production, *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(6): 350-356
- European Union (2016). PEFCR Red Meat Version 1.4. European Union
- European Union (2018). PEFCR Feed for food producing animals,

Version 4.1. European Union

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010).
Greenhouse Gas Emissions from the Dairy Sector. FAO, Rome,
Italy

G. W. Park, J.Y. Kim, M.H. Lee, J.I. Yun, and K.H. Park(2020).
Comparing greenhouse gas emissions and nutritional values
based on Korean suggested meal plans and modified vegan
meal plans. Journal of Animal Science and Technology 62(1):
64-73.

Gregory M. Peters, Hazel V. Rowley, Stephen Wiedemann, Robyn
Tucker, Michael D. Short, Matthias Schulz(2009). Red meat
production in Australia: life cycle assessment and comparison
with overseas studies. Environmental Science & Technology,
44(4): 1327-1332

International Pharmaceutical Excipients Council (2008). Qualification
of Excipients for Use in Pharmaceuticals

IPCC guideline 2006, emission from livestock and manure
management, chapter 10, pp. 10.7 – 10.20

ISO 14040, Environmental management – Life cycle assessment –
Principle and framework, 1997

ISO 14041, Environmental management – Life Cycle Assessment –
Goal and scope definition and life cycle inventory analysis,
1999

J.W. Casey, N.M. Holden(2005). Quantification of GHG emissions
from suckler-beef production in Ireland. Agricultural System,
90(1-3): 79-98

- Jude L Capper(2011). The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. *Journal of Animal Science*, 89(12): 4249-61
- K.R. Stackhouse-Lawson, C.A. Rotz, J.W. Oltjen, F.M. Mitloehner(2015). Carbon footprint and ammonia emissions of California beef production systems. *Journal of animal science*, 90(12): 4641-4655
- Luigi Cristiano and Manuela Guagni (2022). Zooceuticals and Cosmetic Ingredients Derived from Animals. *Cosmetics*, 9(1): 13
- Milene Dick, Marcelo Abreu da Silva, Homero Dewes(2015). Life Cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 96(1): 426-434
- Ministry of Environment Korea (2013). The Act on the Allocation and Trading of Greenhouse Gas Emission Permits. Ministry of Environment Korea, Seoul, Korea.
- Ministry of Environment Korea (2013). The Framework Act on Low Carbon, Green Growth. Ministry of Environment Korea, Seoul, Korea.
- Nathan Pelletier, Rich Pirog, Rebecca Rasmussen(2010). Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*, 103(6): 380-389
- Queensland Health (2020). Medicines/pharmaceuticals of animal origin. Version 3.0
- Robin R. White, and Mary Beth Hall, (2017). Nutritional and

- greenhouse gas impacts of removing animals from US agriculture. *Proceeding of the National Academy of Science*, 114(48):E10301-E10308
- S. H. Lee, C.N. Kim, K.B. Ko, S.P. Park, H.K. Kim, J.M. Kim, and Y.C. Ryu(2019). Comparisons of beef fatty acid and amino acid characteristics between Jeju black cattle, Hanwoo, and Wagyu breeds. *Food Science of Animal Resources* 39(3): 402-409.
- Sriaandhal Sabalingam, W. J. A. Banukie N. Jayasuriya, (2019). Pharmaceutical Excipients of Marine and Animal origin : A Review. *Biological and Chemical Research*, 6:184-196
- The Rotherham NHS Foundation Trust (2017). Medicines derived from animal products, Version 3.0
- Thu Lan T. Nguyen, John E. Hermansen, Lisbeth Mogensen(2010). Environmental consequences of different beef production systems in the EU. *Journal of Cleaner Production*, 18(8): 756-766
- X.P.C. Vergé, J.A. Dyer, R.L. Desjardins, D. Worth(2008). Greenhouse gas emissions from the Canadian beef industry. *Agricultural Systems*, 98(2): 126-134
- 농협중앙회, (주)다인커뮤니케이션즈 (2006). 한우 소비량 조사를 통한 한우 홍보방안에 관한 연구 보고서
- 제이피 솔루션, 최준표 (2013). 도축부산물 혈액 현황과 이용. *축산식품과학과 산업*, 2(2)
- 축산물품질평가원 (2016). 2016 축산물 유통실태. 발간등록번호 11-B552679-000003-10
- 한국축산물처리협회 (2016). 동물혈액 자원화 시설사업 마스터플랜

수립 계획연구 최종보고서

한국표준산업분류. 통계청. https://kssc.kostat.go.kr:8443/ksscNew_web/link.do?gubun=001#

한우자조금위원회 (2021). 2020년 한우자조금 성과분석 연구
최종보고서

부록 A. 해외 육우 LCA 연구 및 PCR 분석표

Issue	Countries	Function	Functional Unit	Scope	Allocation criteria for meat department	Reference
Beef	Australia	Do not define	1kg of live weight	Up stream, on farm	Product mass,Gross energy, Economic value	Agri-footprint 4.0
		Do not define	1kg of meat	Up stream, on farm, down stream(only slaughter house included)		Agri-footprint 4.0
		Do not define	the delivery of 1 kg of hot standard carcass weight	Up stream, on farm	Product mass,Economic value	M. Peters(2009)
	Brazil	Do not define	1kg of live weight	Up stream, on farm	-	Dick(2015)
	Canada	Do not define	1kg of carcass	Up stream, on farm	-	A. Beauchemin (2010)
		Do not define	1kg of live weight	Up stream, on farm	-	Verge(2008)
	Denmark	Do not define	1 beef cattle (available for sale)	Up stream, on farm	-	Denmark LCA Food Database
	EU	Do not define	100g of fresh meat	Up stream, on farm, down stream	Biological, Protein content, Dry matter, Mass	PEFCR Red Meat Version 1.4
		Meat production	1kg meat slaughter weight	Up stream, on farm	-	T. Nguyen(2010)
	Ireland	Do not define	1kg of live weight	Up stream, on farm	Product mass	Casey(2005)
	Japan	Do not define	1 calf	Up stream, on farm	-	Ogino(2007)
		Do not define	1 calf	Up stream, on farm	-	Ogino(2004)
	Sweden	Do not define	1kg of fresh meat	Up stream, on farm, down stream	Economic value	Swedish EPD

Issue	Countries	Function	Functional Unit	Scope	Allocation criteria for meat department	Reference
		Do not define	1kg of bone-free meat	Up stream, on farm	Economic value, Biological, System expansion	Cederberg(2003)
	U.S.A	Calf production	75 calves	Up stream, on farm	Chemical energy content	Pelletier(2010)
		Do not define	1 billion kg of beef	Up stream, on farm	-	Capper(2011)
		Do not define	1kg of hot carcass weight	Up stream, on farm	Economic value	Satackhouse -Lawson(2015)

부록 B. 기후변화 특성화 계수 (IPCC 2013, 100a)

Flow	Category	Factor	Unit
Carbon dioxide	Emission to air/high population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide	Emission to air/low population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide	Emission to air/low population density, long-term	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/high population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/low population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/low population density, long-term	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, fossil	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, from soil or biomass stock	Emission to air/indoor	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, land transformation	Emission to air/high population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, land transformation	Emission to air/low population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, land transformation	Emission to air/low population density, long-term	1	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Carbon dioxide, land transformation	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, land transformation	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
Methane	Emission to air/high population density	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane	Emission to air/low population density	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane	Emission to air/low population density, long-term	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane	Emission to air/unspecified	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, biogenic	Emission to air/high population density	27.75	kgCO ₂ eq/kg
Methane, biogenic	Emission to air/indoor	27.75	kgCO ₂ eq/kg
Methane, biogenic	Emission to air/low population density	27.75	kgCO ₂ eq/kg
Methane, biogenic	Emission to air/low population density, long-term	27.75	kgCO ₂ eq/kg
Methane, biogenic	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	27.75	kgCO ₂ eq/kg
Methane, biogenic	Emission to air/unspecified	27.75	kgCO ₂ eq/kg
Dinitrogen monoxide	Emission to air/high population density	265	kgCO ₂ eq/kg
Dinitrogen monoxide	Emission to air/low population density	265	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Dinitrogen monoxide	Emission to air/low population density, long-term	265	kgCO ₂ eq/kg
Dinitrogen monoxide	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	265	kgCO ₂ eq/kg
Dinitrogen monoxide	Emission to air/unspecified	265	kgCO ₂ eq/kg
(E)-1,2,3,3,3-Pentafluoroprop-1-ene	Emission to air/unspecified	0.079	kgCO ₂ eq/kg
(E)-1-Chloro-3,3,3-trifluoroprop-1-ene	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
(Perfluorobutyl)ethylene	Emission to air/unspecified	0.136	kgCO ₂ eq/kg
(Perfluorooctyl)ethylene	Emission to air/unspecified	0.0929	kgCO ₂ eq/kg
(Perfluorohexyl)ethylene	Emission to air/unspecified	0.108	kgCO ₂ eq/kg
(Z)-1,1,1,4,4,4-Hexafluorobut-2-ene	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
(Z)-1,2,3,3,3-Pentafluoroprop-1-ene	Emission to air/unspecified	0.233	kgCO ₂ eq/kg
(Z)-1,3,3,3-Tetrafluoroprop-1-ene	Emission to air/unspecified	0.285	kgCO ₂ eq/kg
1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	Emission to air/high population density	182	kgCO ₂ eq/kg
1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	Emission to air/indoor	182	kgCO ₂ eq/kg
1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	Emission to air/low population density	182	kgCO ₂ eq/kg
1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	Emission to air/low population density, long-term	182	kgCO ₂ eq/kg
1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	182	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
1,1,1,3,3,3-Hexafluoropropan-2-ol	Emission to air/unspecified	182	kgCO ₂ eq/kg
1,2,2-Trichloro-1,1-difluoroethane	Emission to air/unspecified	59	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	Emission to air/high population density	421	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	Emission to air/low population density	421	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	Emission to air/low population density, long-term	421	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	421	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, 3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, HFE-7100	Emission to air/unspecified	421	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, i-3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, i-HFE-7100	Emission to air/unspecified	407	kgCO ₂ eq/kg
1-Propanol, n-3,3,3-trifluoro-2,2-bis(trifluoromethyl)-, n-HFE-7100	Emission to air/unspecified	486	kgCO ₂ eq/kg
1-Undecanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,10,10,11,11,11-nonadecafluoro-	Emission to air/unspecified	0.69	kgCO ₂ eq/kg
2,3,3,3-Tetrafluoropropene	Emission to air/unspecified	0.352	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, 1,1-difluoroethyl 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/unspecified	31	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, 2,2,2-trifluoroethyl 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/unspecified	7	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, difluoromethyl 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/unspecified	27	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, methyl 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/unspecified	52	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Acetate, methyl 2,2-difluoro-	Emission to air/unspecified	3	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, perfluorobutyl-	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, perfluoroethyl-	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, perfluoropropyl-	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Acetate, trifluoromethyl-	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Butane, 1,1,1,2,2,3,3,4,4-nonafluoro-, HFC-329p	Emission to air/unspecified	2360	kgCO ₂ eq/kg
Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	Emission to air/high population density	804	kgCO ₂ eq/kg
Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	Emission to air/low population density	804	kgCO ₂ eq/kg
Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	Emission to air/low population density, long-term	804	kgCO ₂ eq/kg
Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	804	kgCO ₂ eq/kg
Butane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-365mfc	Emission to air/unspecified	804	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluoro-	Emission to air/high population density	9200	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluoro-	Emission to air/low population density	9200	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluoro-	Emission to air/low population density, long-term	9200	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluoro-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	9200	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluoro-	Emission to air/unspecified	9200	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	Emission to air/high population density	9540	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	Emission to air/low population density	9540	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	Emission to air/low population density, long-term	9540	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	9540	kgCO ₂ eq/kg
Butane, perfluorocyclo-, PFC-318	Emission to air/unspecified	9540	kgCO ₂ eq/kg
Butanol, 2,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-	Emission to air/unspecified	34	kgCO ₂ eq/kg
Butanol, 2,2,3,3,4,4,4-heptafluoro-1-	Emission to air/unspecified	16	kgCO ₂ eq/kg
Butanol, 2,2,3,4,4,4-hexafluoro-1-	Emission to air/unspecified	17	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, to soil or biomass stock	Emission to soil/agricultural	-1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, to soil or biomass stock	Emission to soil/forestry	-1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, to soil or biomass stock	Emission to soil/industrial	-1	kgCO ₂ eq/kg
Carbon dioxide, to soil or biomass stock	Emission to soil/unspecified	-1	kgCO ₂ eq/kg
Chloroform	Emission to air/high population density	16	kgCO ₂ eq/kg
Chloroform	Emission to air/indoor	16	kgCO ₂ eq/kg
Chloroform	Emission to air/low population density	16	kgCO ₂ eq/kg
Chloroform	Emission to air/low population density, long-term	16	kgCO ₂ eq/kg
Chloroform	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	16	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Chloroform	Emission to air/unspecified	16	kgCO ₂ eq/kg
Cis-perfluorodecalin	Emission to air/unspecified	7240	kgCO ₂ eq/kg
Decane, 1,1,...,15,15-eicosafuoro-2,5,8,11,14-Penta-oxapenta-	Emission to air/unspecified	3630	kgCO ₂ eq/kg
Decane, 1,1,3,3,4,4,6,6,7,7,9,9,10,10,12,12-hexadecafluoro-2,5,8,11-tetraoxado-	Emission to air/unspecified	4490	kgCO ₂ eq/kg
Decane, 1,1,3,3,5,5,7,7,8,8,10,10-dodecafluoro-2,4,6,9-tetraoxa-	Emission to air/unspecified	3890	kgCO ₂ eq/kg
Decane, 1,1,3,3,5,5,7,7,9,9-decafluoro-2,4,6,8-tetraoxanonane-	Emission to air/unspecified	7330	kgCO ₂ eq/kg
Decane, 3,3,4,4,6,6,7,7,9,9,10,10-dodecafluoro-2,5,8,11-tetraoxado-	Emission to air/unspecified	221	kgCO ₂ eq/kg
EPTE-furan	Emission to air/unspecified	56	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-(difluoromethoxy)-1,1,2,2-tetrafluoro-	Emission to air/unspecified	4240	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Emission to air/high population density	1300	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Emission to air/indoor	1300	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Emission to air/low population density	1300	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Emission to air/low population density, long-term	1300	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1300	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-, HFC-134a	Emission to air/unspecified	1300	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-2-bromo-, Halon 2401	Emission to air/high population density	184	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-2-bromo-, Halon 2401	Emission to air/low population density	184	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-2-bromo-, Halon 2401	Emission to air/low population density, long-term	184	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-2-bromo-, Halon 2401	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	184	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1,2-tetrafluoro-2-bromo-, Halon 2401	Emission to air/unspecified	184	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/high population density	160	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/indoor	160	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/low population density	160	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/low population density, long-term	160	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	160	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trichloro-, HCFC-140	Emission to air/unspecified	160	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	Emission to air/high population density	4800	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	Emission to air/low population density	4800	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	Emission to air/low population density, long-term	4800	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	4800	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-143a	Emission to air/unspecified	4800	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,1-trifluoro-2-bromo-	Emission to air/unspecified	173	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	Emission to air/high population density	1120	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	Emission to air/low population density	1120	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	Emission to air/low population density, long-term	1120	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1120	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-, HFC-134	Emission to air/unspecified	1120	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-1-(fluoromethoxy)-	Emission to air/unspecified	871	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-1,2-dimethoxy-	Emission to air/unspecified	222	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2,2-tetrafluoro-1-methoxy-2-(1,1,2,2-tetrafluoro-2-methoxyethoxy)-	Emission to air/unspecified	236	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Emission to air/high population density	5820	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Emission to air/indoor	5820	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Emission to air/low population density	5820	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Emission to air/low population density, long-term	5820	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	5820	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoro-, CFC-113	Emission to air/unspecified	5820	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trichloro-1,2-difluoro-, HCFC-122a	Emission to air/unspecified	258	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	Emission to air/high population density	328	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	Emission to air/low population density	328	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	Emission to air/low population density, long-term	328	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	328	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1,2-trifluoro-, HFC-143	Emission to air/unspecified	328	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1,2-difluoro-, HCFC-132c	Emission to air/unspecified	338	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	Emission to air/high population density	782	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	Emission to air/indoor	782	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	Emission to air/low population density	782	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	Emission to air/low population density, long-term	782	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	782	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-dichloro-1-fluoro-, HCFC-141b	Emission to air/unspecified	782	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Emission to air/high population density	138	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Emission to air/low population density	138	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Emission to air/low population density, long-term	138	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	138	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1-difluoro-, HFC-152a	Emission to air/unspecified	138	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,1'-oxybis[2-(difluoromethoxy)-1,1,2,2-tetrafluoro-]	Emission to air/unspecified	4920	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dibromotetrafluoro-, Halon 2402	Emission to air/high population density	1470	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dibromotetrafluoro-, Halon 2402	Emission to air/low population density	1470	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dibromotetrafluoro-, Halon 2402	Emission to air/low population density, long-term	1470	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dibromotetrafluoro-, Halon 2402	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1470	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dibromotetrafluoro-, Halon 2402	Emission to air/unspecified	1470	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-	Emission to air/high population density	0.898	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-	Emission to air/indoor	0.898	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-	Emission to air/low population density	0.898	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-	Emission to air/low population density, long-term	0.898	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	0.898	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 1,2-dichloro-	Emission to air/unspecified	0.898	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Emission to air/high population density	8590	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Emission to air/low population density	8590	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Emission to air/low population density, long-term	8590	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	8590	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2,2-tetrafluoro-, CFC-114	Emission to air/unspecified	8590	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-dichloro-1,1,2-trifluoro-, HCFC-123a	Emission to air/unspecified	370	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-difluoro-, HFC-152	Emission to air/high population density	16	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-difluoro-, HFC-152	Emission to air/low population density	16	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-difluoro-, HFC-152	Emission to air/low population density, long-term	16	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-difluoro-, HFC-152	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	16	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1,2-difluoro-, HFC-152	Emission to air/unspecified	16	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142b	Emission to air/high population density	1980	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142b	Emission to air/low population density	1980	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142b	Emission to air/low population density, long-term	1980	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142b	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1980	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-1,1-difluoro-, HCFC-142b	Emission to air/unspecified	1980	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-2,2,2-trifluoro-(difluoromethoxy)-, HCFE-235da2	Emission to air/high population density	491	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-2,2,2-trifluoro-(difluoromethoxy)-, HCFE-235da2	Emission to air/indoor	491	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-2,2,2-trifluoro-(difluoromethoxy)-, HCFE-235da2	Emission to air/low population density	491	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-2,2,2-trifluoro-(difluoromethoxy)-, HCFE-235da2	Emission to air/low population density, long-term	491	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-2,2,2-trifluoro-(difluoromethoxy)-, HCFE-235da2	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	491	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-chloro-2,2,2-trifluoro-(difluoromethoxy)-, HCFE-235da2	Emission to air/unspecified	491	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 1-ethoxy-1,1,2,2,2-pentafluoro-	Emission to air/unspecified	58	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	Emission to air/high population density	79	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	Emission to air/indoor	79	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	Emission to air/low population density	79	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	Emission to air/low population density, long-term	79	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	79	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoro-, HCFC-123	Emission to air/unspecified	79	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Emission to air/high population density	527	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Emission to air/indoor	527	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Emission to air/low population density	527	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Emission to air/low population density, long-term	527	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	527	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,1,2-tetrafluoro-, HCFC-124	Emission to air/unspecified	527	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, 2-chloro-1,1,2-trifluoro-1-methoxy-	Emission to air/unspecified	122	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	Emission to air/high population density	7670	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	Emission to air/low population density	7670	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	Emission to air/low population density, long-term	7670	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	7670	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, chloropentafluoro-, CFC-115	Emission to air/unspecified	7670	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, fluoro-, HFC-161	Emission to air/high population density	4	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, fluoro-, HFC-161	Emission to air/low population density	4	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethane, fluoro-, HFC-161	Emission to air/low population density, long-term	4	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, fluoro-, HFC-161	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	4	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, fluoro-, HFC-161	Emission to air/unspecified	4	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Emission to air/high population density	11100	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Emission to air/low population density	11100	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Emission to air/low population density, long-term	11100	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	11100	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, hexafluoro-, HFC-116	Emission to air/unspecified	11100	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	Emission to air/high population density	3170	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	Emission to air/low population density	3170	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	Emission to air/low population density, long-term	3170	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	3170	kgCO ₂ eq/kg
Ethane, pentafluoro-, HFC-125	Emission to air/unspecified	3170	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/high population density	20	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ethanol, 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/indoor	20	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/low population density	20	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/low population density, long-term	20	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	20	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2,2,2-trifluoro-	Emission to air/unspecified	20	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2,2-difluoro-	Emission to air/unspecified	3	kgCO ₂ eq/kg
Ethanol, 2-fluoro-	Emission to air/unspecified	0.88	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1,2-trifluoro-2-(trifluoromethoxy)-	Emission to air/unspecified	0.209	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1-difluoro-, HFC-1132a	Emission to air/high population density	0.0422	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1-difluoro-, HFC-1132a	Emission to air/indoor	0.0422	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1-difluoro-, HFC-1132a	Emission to air/low population density	0.0422	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1-difluoro-, HFC-1132a	Emission to air/low population density, long-term	0.0422	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1-difluoro-, HFC-1132a	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	0.0422	kgCO ₂ eq/kg
Ethene, 1,1-difluoro-, HFC-1132a	Emission to air/unspecified	0.0422	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,1-trifluoromethyl methyl-, HFE-143a	Emission to air/high population density	523	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,1-trifluoromethyl methyl-, HFE-143a	Emission to air/low population density	523	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ether, 1,1,1-trifluoromethyl methyl-, HFE-143a	Emission to air/low population density, long-term	523	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,1-trifluoromethyl methyl-, HFE-143a	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	523	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,1-trifluoromethyl methyl-, HFE-143a	Emission to air/unspecified	523	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347mcf2	Emission to air/high population density	854	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347mcf2	Emission to air/low population density	854	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347mcf2	Emission to air/low population density, long-term	854	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347mcf2	Emission to air/unspecified	854	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347pcf2	Emission to air/indoor	889	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-347pcf2	Emission to air/unspecified	889	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl methyl-, HFE-254cb2	Emission to air/high population density	301	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl methyl-, HFE-254cb2	Emission to air/low population density	301	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl methyl-, HFE-254cb2	Emission to air/low population density, long-term	301	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl methyl-, HFE-254cb2	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	301	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,2-Tetrafluoroethyl methyl-, HFE-254cb2	Emission to air/unspecified	301	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356mec3	Emission to air/high population density	387	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356mec3	Emission to air/low population density	387	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356mec3	Emission to air/low population density, long-term	387	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356mec3	Emission to air/unspecified	387	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcc3	Emission to air/high population density	413	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcc3	Emission to air/low population density	413	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcc3	Emission to air/low population density, long-term	413	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcc3	Emission to air/unspecified	413	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf2	Emission to air/high population density	719	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf2	Emission to air/low population density	719	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf2	Emission to air/low population density, long-term	719	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf2	Emission to air/unspecified	719	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf3	Emission to air/high population density	446	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf3	Emission to air/low population density	446	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf3	Emission to air/low population density, long-term	446	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf3	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	446	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,1,2,3,3,3-Hexafluoropropyl methyl-, HFE-356pcf3	Emission to air/unspecified	446	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236ea2	Emission to air/high population density	1240	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236ea2	Emission to air/low population density	1240	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236ea2	Emission to air/low population density, long-term	1240	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236ea2	Emission to air/unspecified	1240	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236fa	Emission to air/high population density	979	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236fa	Emission to air/low population density	979	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236fa	Emission to air/low population density, long-term	979	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 1,2,2-trifluoroethyl trifluoromethyl-, HFE-236fa	Emission to air/unspecified	979	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2,2,3,3,3-Pentafluoropropyl methyl-, HFE-365mcf3	Emission to air/high population density	0.928	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2,2,3,3,3-Pentafluoropropyl methyl-, HFE-365mcf3	Emission to air/low population density	0.928	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2,2,3,3,3-Pentafluoropropyl methyl-, HFE-365mcf3	Emission to air/low population density, long-term	0.928	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2,2,3,3,3-Pentafluoropropyl methyl-, HFE-365mcf3	Emission to air/unspecified	0.928	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl-, HCFE-235ca2 (enflurane)	Emission to air/high population density	583	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl-, HCFE-235ca2 (enflurane)	Emission to air/indoor	583	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl-, HCFE-235ca2 (enflurane)	Emission to air/low population density	583	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl-, HCFE-235ca2 (enflurane)	Emission to air/low population density, long-term	583	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ether, 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl-, HCFE-235ca2 (enflurane)	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	583	kgCO ₂ eq/kg
Ether, 2-chloro-1,1,2-trifluoroethyl difluoromethyl-, HCFE-235ca2 (enflurane)	Emission to air/unspecified	583	kgCO ₂ eq/kg
Ether, bis(2,2,2-trifluoroethyl)-	Emission to air/unspecified	17	kgCO ₂ eq/kg
Ether, di(difluoromethyl), HFE-134	Emission to air/high population density	5560	kgCO ₂ eq/kg
Ether, di(difluoromethyl), HFE-134	Emission to air/low population density	5560	kgCO ₂ eq/kg
Ether, di(difluoromethyl), HFE-134	Emission to air/low population density, long-term	5560	kgCO ₂ eq/kg
Ether, di(difluoromethyl), HFE-134	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	5560	kgCO ₂ eq/kg
Ether, di(difluoromethyl), HFE-134	Emission to air/unspecified	5560	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 1,2,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-236ea2 (desflurane)	Emission to air/unspecified	1790	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245cb2	Emission to air/high population density	654	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245cb2	Emission to air/low population density	654	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245cb2	Emission to air/low population density, long-term	654	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245cb2	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	654	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245cb2	Emission to air/unspecified	654	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa1	Emission to air/high population density	828	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa1	Emission to air/low population density	828	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa1	Emission to air/low population density, long-term	828	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa1	Emission to air/unspecified	828	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa2	Emission to air/high population density	812	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa2	Emission to air/low population density	812	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa2	Emission to air/low population density, long-term	812	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa2	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	812	kgCO ₂ eq/kg
Ether, difluoromethyl 2,2,2-trifluoroethyl-, HFE-245fa2	Emission to air/unspecified	812	kgCO ₂ eq/kg
Ether, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-374pc2	Emission to air/high population density	627	kgCO ₂ eq/kg
Ether, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-374pc2	Emission to air/low population density	627	kgCO ₂ eq/kg
Ether, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-374pc2	Emission to air/low population density, long-term	627	kgCO ₂ eq/kg
Ether, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-374pc2	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	627	kgCO ₂ eq/kg
Ether, ethyl 1,1,2,2-tetrafluoroethyl-, HFE-374pc2	Emission to air/unspecified	627	kgCO ₂ eq/kg
Ether, ethyl trifluoromethyl-, HFE-263m1	Emission to air/unspecified	29	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Ether, i-nonafluorobutane ethyl-, HFE569sf2 (i-HFE-7200)	Emission to air/unspecified	44	kgCO ₂ eq/kg
Ether, n-nonafluorobutane ethyl-, HFE569sf2 (n-HFE-7200)	Emission to air/unspecified	65	kgCO ₂ eq/kg
Ether, nonafluorobutane ethyl-, HFE569sf2 (HFE-7200)	Emission to air/high population density	57	kgCO ₂ eq/kg
Ether, nonafluorobutane ethyl-, HFE569sf2 (HFE-7200)	Emission to air/low population density	57	kgCO ₂ eq/kg
Ether, nonafluorobutane ethyl-, HFE569sf2 (HFE-7200)	Emission to air/low population density, long-term	57	kgCO ₂ eq/kg
Ether, nonafluorobutane ethyl-, HFE569sf2 (HFE-7200)	Emission to air/unspecified	57	kgCO ₂ eq/kg
Ether, pentafluoromethyl-, HFE-125	Emission to air/unspecified	12400	kgCO ₂ eq/kg
Fluoridate, 1,1-difluoroethyl carbono-	Emission to air/unspecified	27	kgCO ₂ eq/kg
Fluoridate, methyl carbono-	Emission to air/unspecified	95	kgCO ₂ eq/kg
Fluoroxene	Emission to air/unspecified	0.0542	kgCO ₂ eq/kg
Formate, 1,1,1,3,3,3-hexafluoropropan-2-yl-	Emission to air/unspecified	333	kgCO ₂ eq/kg
Formate, 1,2,2,2-tetrafluoroethyl-	Emission to air/unspecified	470	kgCO ₂ eq/kg
Formate, 2,2,2-trifluoroethyl-	Emission to air/unspecified	33	kgCO ₂ eq/kg
Formate, 3,3,3-trifluoropropyl-	Emission to air/unspecified	17	kgCO ₂ eq/kg
Formate, perfluorobutyl-	Emission to air/unspecified	392	kgCO ₂ eq/kg
Formate, perfluoroethyl-	Emission to air/unspecified	580	kgCO ₂ eq/kg
Formate, perfluoropropyl-	Emission to air/unspecified	376	kgCO ₂ eq/kg
Formate, trifluoromethyl-	Emission to air/unspecified	588	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Halothane	Emission to air/indoor	41	kgCO ₂ eq/kg
Halothane	Emission to air/unspecified	41	kgCO ₂ eq/kg
Heptanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,7-undecafluoro-	Emission to air/unspecified	0.426	kgCO ₂ eq/kg
Hexane, perfluoro-	Emission to air/high population density	7910	kgCO ₂ eq/kg
Hexane, perfluoro-	Emission to air/low population density	7910	kgCO ₂ eq/kg
Hexane, perfluoro-	Emission to air/low population density, long-term	7910	kgCO ₂ eq/kg
Hexane, perfluoro-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	7910	kgCO ₂ eq/kg
Hexane, perfluoro-	Emission to air/unspecified	7910	kgCO ₂ eq/kg
HFE-227EA	Emission to air/high population density	6450	kgCO ₂ eq/kg
HFE-227EA	Emission to air/low population density	6450	kgCO ₂ eq/kg
HFE-227EA	Emission to air/low population density, long-term	6450	kgCO ₂ eq/kg
HFE-227EA	Emission to air/unspecified	6450	kgCO ₂ eq/kg
HFE-236ca12 (HG-10)	Emission to air/high population density	5350	kgCO ₂ eq/kg
HFE-236ca12 (HG-10)	Emission to air/low population density	5350	kgCO ₂ eq/kg
HFE-236ca12 (HG-10)	Emission to air/low population density, long-term	5350	kgCO ₂ eq/kg
HFE-236ca12 (HG-10)	Emission to air/unspecified	5350	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
HFE-263fb2	Emission to air/high population density	1	kgCO ₂ eq/kg
HFE-263fb2	Emission to air/low population density	1	kgCO ₂ eq/kg
HFE-263fb2	Emission to air/low population density, long-term	1	kgCO ₂ eq/kg
HFE-263fb2	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
HFE-329mcc2	Emission to air/high population density	3070	kgCO ₂ eq/kg
HFE-329mcc2	Emission to air/low population density	3070	kgCO ₂ eq/kg
HFE-329mcc2	Emission to air/low population density, long-term	3070	kgCO ₂ eq/kg
HFE-329mcc2	Emission to air/unspecified	3070	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338mcf2	Emission to air/high population density	929	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338mcf2	Emission to air/low population density	929	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338mcf2	Emission to air/low population density, long-term	929	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338mcf2	Emission to air/unspecified	929	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338pcc13 (HG-01)	Emission to air/high population density	2910	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338pcc13 (HG-01)	Emission to air/low population density	2910	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338pcc13 (HG-01)	Emission to air/low population density, long-term	2910	kgCO ₂ eq/kg
HFE-338pcc13 (HG-01)	Emission to air/unspecified	2910	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
HFE-43-10pccc124 (H-Galden1040x)	Emission to air/high population density	2820	kgCO ₂ eq/kg
HFE-43-10pccc124 (H-Galden1040x)	Emission to air/low population density	2820	kgCO ₂ eq/kg
HFE-43-10pccc124 (H-Galden1040x)	Emission to air/low population density, long-term	2820	kgCO ₂ eq/kg
HFE-43-10pccc124 (H-Galden1040x)	Emission to air/unspecified	2820	kgCO ₂ eq/kg
HG-02	Emission to air/unspecified	2730	kgCO ₂ eq/kg
HG-03	Emission to air/unspecified	2850	kgCO ₂ eq/kg
Methane, (difluoromethoxy)((difluoromethoxy)difluoromethoxy)difluoro-	Emission to air/unspecified	5300	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/high population density	2	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/indoor	2	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/low population density	2	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/low population density, long-term	2	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	2	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromo-, Halon 1001	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Emission to air/high population density	1750	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Emission to air/low population density	1750	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Emission to air/low population density, long-term	1750	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1750	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromochlorodifluoro-, Halon 1211	Emission to air/unspecified	1750	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	Emission to air/high population density	376	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	Emission to air/low population density	376	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	Emission to air/low population density, long-term	376	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	376	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromodifluoro-, Halon 1201	Emission to air/unspecified	376	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Emission to air/high population density	6290	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Emission to air/low population density	6290	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Emission to air/low population density, long-term	6290	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	6290	kgCO ₂ eq/kg
Methane, bromotrifluoro-, Halon 1301	Emission to air/unspecified	6290	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Emission to air/high population density	1760	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Emission to air/indoor	1760	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Emission to air/low population density	1760	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Emission to air/low population density, long-term	1760	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1760	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorodifluoro-, HCFC-22	Emission to air/unspecified	1760	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Emission to air/high population density	13900	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Emission to air/low population density	13900	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Emission to air/low population density, long-term	13900	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	13900	kgCO ₂ eq/kg
Methane, chlorotrifluoro-, CFC-13	Emission to air/unspecified	13900	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromo-	Emission to air/high population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromo-	Emission to air/low population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromo-	Emission to air/low population density, long-term	1	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromo-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromo-	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromodifluoro-, Halon 1202	Emission to air/high population density	231	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, dibromodifluoro-, Halon 1202	Emission to air/low population density	231	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromodifluoro-, Halon 1202	Emission to air/low population density, long-term	231	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromodifluoro-, Halon 1202	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	231	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dibromodifluoro-, Halon 1202	Emission to air/unspecified	231	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichloro-, HCC-30	Emission to air/high population density	9	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichloro-, HCC-30	Emission to air/indoor	9	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichloro-, HCC-30	Emission to air/low population density	9	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichloro-, HCC-30	Emission to air/low population density, long-term	9	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichloro-, HCC-30	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	9	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichloro-, HCC-30	Emission to air/unspecified	9	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Emission to air/high population density	10200	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Emission to air/indoor	10200	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Emission to air/low population density	10200	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Emission to air/low population density, long-term	10200	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	10200	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, dichlorodifluoro-, CFC-12	Emission to air/unspecified	10200	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Emission to air/high population density	148	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Emission to air/low population density	148	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Emission to air/low population density, long-term	148	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	148	kgCO ₂ eq/kg
Methane, dichlorofluoro-, HCFC-21	Emission to air/unspecified	148	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro(fluoromethoxy)-	Emission to air/unspecified	617	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro(methoxy)-	Emission to air/unspecified	144	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro-, HFC-32	Emission to air/high population density	677	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro-, HFC-32	Emission to air/low population density	677	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro-, HFC-32	Emission to air/low population density, long-term	677	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro-, HFC-32	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	677	kgCO ₂ eq/kg
Methane, difluoro-, HFC-32	Emission to air/unspecified	677	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fluoro(fluoromethoxy)-	Emission to air/unspecified	130	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fluoro(methoxy)-	Emission to air/unspecified	13	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fluoro-, HFC-41	Emission to air/high population density	116	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, fluoro-, HFC-41	Emission to air/low population density	116	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fluoro-, HFC-41	Emission to air/low population density, long-term	116	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fluoro-, HFC-41	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	116	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fluoro-, HFC-41	Emission to air/unspecified	116	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fossil	Emission to air/high population density	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fossil	Emission to air/low population density	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fossil	Emission to air/low population density, long-term	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fossil	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, fossil	Emission to air/unspecified	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, land transformation	Emission to air/high population density	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, land transformation	Emission to air/indoor	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, land transformation	Emission to air/low population density	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, land transformation	Emission to air/low population density, long-term	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, land transformation	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	30.5	kgCO ₂ eq/kg
Methane, land transformation	Emission to air/unspecified	30.5	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/high population density	12	kgCO ₂ eq/kg
Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/indoor	12	kgCO ₂ eq/kg
Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/low population density	12	kgCO ₂ eq/kg
Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/low population density, long-term	12	kgCO ₂ eq/kg
Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	12	kgCO ₂ eq/kg
Methane, monochloro-, R-40	Emission to air/unspecified	12	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrachloro-, CFC-10	Emission to air/high population density	1730	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrachloro-, CFC-10	Emission to air/indoor	1730	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrachloro-, CFC-10	Emission to air/unspecified	1730	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrachloro-, R-10	Emission to air/high population density	1730	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrachloro-, R-10	Emission to air/unspecified	1730	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Emission to air/high population density	6630	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrafluoro-, CFC-14	Emission to air/unspecified	6630	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrafluoro-, R-14	Emission to air/low population density	6630	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrafluoro-, R-14	Emission to air/low population density, long-term	6630	kgCO ₂ eq/kg
Methane, tetrafluoro-, R-14	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	6630	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/high population density	4660	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/indoor	4660	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/low population density	4660	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/low population density, long-term	4660	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	4660	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trichlorofluoro-, CFC-11	Emission to air/unspecified	4660	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trifluoro(fluoromethoxy)-	Emission to air/unspecified	751	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trifluoro-, HFC-23	Emission to air/high population density	12400	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trifluoro-, HFC-23	Emission to air/low population density	12400	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trifluoro-, HFC-23	Emission to air/low population density, long-term	12400	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trifluoro-, HFC-23	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	12400	kgCO ₂ eq/kg
Methane, trifluoro-, HFC-23	Emission to air/unspecified	12400	kgCO ₂ eq/kg
Methyl perfluoroisopropyl ether	Emission to air/unspecified	363	kgCO ₂ eq/kg
Nitrogen fluoride	Emission to air/high population density	16100	kgCO ₂ eq/kg
Nitrogen fluoride	Emission to air/low population density	16100	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Nitrogen fluoride	Emission to air/low population density, long-term	16100	kgCO ₂ eq/kg
Nitrogen fluoride	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	16100	kgCO ₂ eq/kg
Nitrogen fluoride	Emission to air/unspecified	16100	kgCO ₂ eq/kg
Nonanol, 3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,9,9,9-pentadecafluoro-	Emission to air/unspecified	0.327	kgCO ₂ eq/kg
Octa deca fluoro octane	Emission to air/unspecified	7620	kgCO ₂ eq/kg
Pentafluorobutene-1	Emission to air/unspecified	0.126	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, 2,3-dihydroperfluoro-, HFC-4310mee	Emission to air/high population density	1650	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, 2,3-dihydroperfluoro-, HFC-4310mee	Emission to air/low population density	1650	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, 2,3-dihydroperfluoro-, HFC-4310mee	Emission to air/low population density, long-term	1650	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, 2,3-dihydroperfluoro-, HFC-4310mee	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1650	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, 2,3-dihydroperfluoro-, HFC-4310mee	Emission to air/unspecified	1650	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, perfluoro-	Emission to air/high population density	8550	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, perfluoro-	Emission to air/low population density	8550	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, perfluoro-	Emission to air/low population density, long-term	8550	kgCO ₂ eq/kg
Pentane, perfluoro-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	8550	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Pentanol, 2,2,3,3,4,4,5,5-octafluorocyclo-	Emission to air/unspecified	13	kgCO ₂ eq/kg
Pentanone, 1,1,1,2,2,4,5,5,5-nonafluoro-4-(trifluoro methyl)-3-	Emission to air/unspecified	0.0997	kgCO ₂ eq/kg
Perfluorobut-1-ene	Emission to air/unspecified	0.0914	kgCO ₂ eq/kg
Perfluorobut-2-ene	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Perfluorobuta-1,3-diene	Emission to air/unspecified	0.00359	kgCO ₂ eq/kg
Perfluorocyclopentene	Emission to air/unspecified	2	kgCO ₂ eq/kg
Perfluorodecalin (mixed)	Emission to air/unspecified	7190	kgCO ₂ eq/kg
Perfluorodecalin (trans)	Emission to air/unspecified	6290	kgCO ₂ eq/kg
Perfluoroheptane	Emission to air/unspecified	7820	kgCO ₂ eq/kg
Perfluoropentane	Emission to air/unspecified	8550	kgCO ₂ eq/kg
Perfluoropropene	Emission to air/unspecified	0.07	kgCO ₂ eq/kg
PFPME	Emission to air/high population density	9710	kgCO ₂ eq/kg
PFPME	Emission to air/low population density	9710	kgCO ₂ eq/kg
PFPME	Emission to air/low population density, long-term	9710	kgCO ₂ eq/kg
PFPME	Emission to air/unspecified	9710	kgCO ₂ eq/kg
Propanal, 3,3,3-trifluoro-	Emission to air/unspecified	0.0108	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoro-, HFC-227ca	Emission to air/unspecified	2640	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoro-3-(1,2,2,2-tetrafluoroethoxy)-	Emission to air/unspecified	6490	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Propane, 1,1,1,2,2,3-hexafluoro-, HFC-236cb	Emission to air/high population density	1210	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3-hexafluoro-, HFC-236cb	Emission to air/low population density	1210	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3-hexafluoro-, HFC-236cb	Emission to air/low population density, long-term	1210	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3-hexafluoro-, HFC-236cb	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1210	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3-hexafluoro-, HFC-236cb	Emission to air/unspecified	1210	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2-pentafluoro-, HFC-245cb	Emission to air/unspecified	4620	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoro-, HFC-227ea	Emission to air/high population density	3350	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoro-, HFC-227ea	Emission to air/low population density	3350	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoro-, HFC-227ea	Emission to air/low population density, long-term	3350	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoro-, HFC-227ea	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	3350	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoro-, HFC-227ea	Emission to air/unspecified	3350	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3-hexafluoro-, HFC-236ea	Emission to air/high population density	1330	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3-hexafluoro-, HFC-236ea	Emission to air/low population density	1330	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3-hexafluoro-, HFC-236ea	Emission to air/low population density, long-term	1330	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3,3-hexafluoro-, HFC-236ea	Emission to air/unspecified	1330	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Propane, 1,1,1,2,3,3-hexafluoro-3-(trifluoromethoxy)-, HFE-329me3	Emission to air/unspecified	4550	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,3-pentafluoro-, HFC-245eb	Emission to air/unspecified	290	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-, HCFC-236fa	Emission to air/high population density	8060	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-, HCFC-236fa	Emission to air/low population density	8060	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-, HCFC-236fa	Emission to air/low population density, long-term	8060	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-, HCFC-236fa	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	8060	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-, HCFC-236fa	Emission to air/unspecified	8060	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-Hexafluoro-2-(difluoromethoxy)	Emission to air/unspecified	2620	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-(fluoromethoxy)-	Emission to air/unspecified	216	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3,3-hexafluoro-2-methoxy-(9Cl)	Emission to air/unspecified	14	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	Emission to air/low population density, long-term	858	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,3,3-pentafluoro-, HFC-245fa	Emission to air/unspecified	858	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1-trifluoro-, HFC-263fb	Emission to air/unspecified	76	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	Emission to air/high population density	716	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	Emission to air/low population density	716	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	Emission to air/low population density, long-term	716	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	716	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,2,2,3-pentafluoro-, HFC-245ca	Emission to air/unspecified	716	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,2,2-tetrafluoro-3-methoxy-	Emission to air/unspecified	0.525	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,2,3,3-pentafluoro-, HFC-245ea	Emission to air/unspecified	235	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoro-, HCFC-225cb	Emission to air/high population density	525	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoro-, HCFC-225cb	Emission to air/low population density	525	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoro-, HCFC-225cb	Emission to air/low population density, long-term	525	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoro-, HCFC-225cb	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	525	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,3-dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoro-, HCFC-225cb	Emission to air/unspecified	525	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1-ethoxy-1,1,2,2,3,3,3-heptafluoro	Emission to air/unspecified	61	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1-ethoxy-1,1,2,3,3,3-hexafluoro-	Emission to air/unspecified	23	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 2,2-difluoro-, HFC-272ca	Emission to air/unspecified	144	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoro-, HCFC-225ca	Emission to air/high population density	127	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoro-, HCFC-225ca	Emission to air/low population density	127	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Propane, 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoro-, HCFC-225ca	Emission to air/low population density, long-term	127	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoro-, HCFC-225ca	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	127	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoro-, HCFC-225ca	Emission to air/unspecified	127	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluoro-	Emission to air/high population density	8900	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluoro-	Emission to air/low population density	8900	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluoro-	Emission to air/low population density, long-term	8900	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluoro-	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	8900	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluoro-	Emission to air/unspecified	8900	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluorocyclo-	Emission to air/high population density	9200	kgCO ₂ eq/kg
Propane, perfluorocyclo-	Emission to air/unspecified	9200	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoro-3-me thoxy-, HFE-347mcc3 (HFE-7000)	Emission to air/indoor	530	kgCO ₂ eq/kg
Propane, 1,1,1,2,2,3,3-heptafluoro-3-me thoxy-, HFE-347mcc3 (HFE-7000)	Emission to air/unspecified	530	kgCO ₂ eq/kg
Propanol, 2,2,3,3-tetrafluoro-1-	Emission to air/unspecified	13	kgCO ₂ eq/kg
Propanol, 3,3,3-trifluoro-1-	Emission to air/unspecified	0.39	kgCO ₂ eq/kg
Propanol, pentafluoro-1-	Emission to air/unspecified	19	kgCO ₂ eq/kg
Sulfur hexafluoride	Emission to air/high population density	23500	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Sulfur hexafluoride	Emission to air/low population density	23500	kgCO ₂ eq/kg
Sulfur hexafluoride	Emission to air/low population density, long-term	23500	kgCO ₂ eq/kg
Sulfur hexafluoride	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	23500	kgCO ₂ eq/kg
Sulfur hexafluoride	Emission to air/unspecified	23500	kgCO ₂ eq/kg
Sulfuryl fluoride	Emission to air/low population density	4090	kgCO ₂ eq/kg
Sulfuryl fluoride	Emission to air/unspecified	4090	kgCO ₂ eq/kg
Tetrafluoroethylene	Emission to air/indoor	0.0029 2	kgCO ₂ eq/kg
Tetrafluoroethylene	Emission to air/unspecified	0.0029 2	kgCO ₂ eq/kg
trans-1,3,3,3-Tetrafluoropropene	Emission to air/unspecified	0.953	kgCO ₂ eq/kg
Trifluorobutanol	Emission to air/unspecified	0.0189	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoroethyl acetate	Emission to air/high population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoroethyl acetate	Emission to air/indoor	1	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoroethyl acetate	Emission to air/low population density	1	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoroethyl acetate	Emission to air/low population density, long-term	1	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoroethyl acetate	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	1	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoroethyl acetate	Emission to air/unspecified	1	kgCO ₂ eq/kg
Trifluoromethylsulfur pentafluoride	Emission to air/unspecified	17400	kgCO ₂ eq/kg

Flow	Category	Factor	Unit
Trifluoropropene, HFC-1243zf	Emission to air/unspecified	0.149	kgCO ₂ eq/kg
Vinylfluoride	Emission to air/high population density	0.0168	kgCO ₂ eq/kg
Vinylfluoride	Emission to air/indoor	0.0168	kgCO ₂ eq/kg
Vinylfluoride	Emission to air/low population density	0.0168	kgCO ₂ eq/kg
Vinylfluoride	Emission to air/low population density, long-term	0.0168	kgCO ₂ eq/kg
Vinylfluoride	Emission to air/lower stratosphere + upper troposphere	0.0168	kgCO ₂ eq/kg
Vinylfluoride	Emission to air/unspecified	0.0168	kgCO ₂ eq/kg

부록 C. 한우 산업의 환경영향에 대한 소비자 인식 변화조사
설문지

한우 산업이 환경에 미치는 영향 조사

본 조사의 내용은 통계법 제8조에 의거하여 비밀이 절대 보장되며,
통계목적 외에는 사용되지 않습니다.

안녕하십니까?

바쁘신 중에도 본 설문조사에 참여해 주셔서 감사합니다.

본 단체는 「한우 산업이 환경에 미치는 영향」을 파악하기 위한 연구를 진행하고 있습니다.

이에 필요한 중요한 자료를 직접 구하고자 전문적 지식을 지닌 조사자를 대상으로 하여 동일 조사자를 대상으로 사전조사(한우산업에 대한 일반적 인식)와 사후조사(한우산업에 대한 세부 정보를 인지 한 후의 인식)을 동시에 실시하기 위하여 조사지가 작성되었습니다.

특히, 사후조사를 위하여 준비한 관련 자료가 담긴 카드를 제공할 예정입니다.

1. 본 설문은 귀하의 실제 생각이나 태도 또는 느낌에 대한 답을 필요로 합니다.
2. 각 문항에 대해 읽고 난 후 느낌이나 생각을 솔직하게 응답하시면 됩니다.

본 설문에 대한 응답 내용은 연구 및 보고목적 이외의 다른 목적으로 일체 사용되지 않으며, 오직 연구 및 보고목적만을 위해서 사용될 것임을 분명히 밝혀 드립니다.

귀하의 협조에 진심으로 감사드리며, 귀하와 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

(사)소비자공익네트워크 정

책연구팀 드림

I. 1차 조사(사전조사) : 카드뉴스를 보기 전에

1. 귀하는 한우 산업이 기후환경에 미치는 영향이 크다고 생각하십니까? ()

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 약간 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 약간 그렇다
⑤ 매우 그렇다

2. 한우 산업이 다른 산업과 비교해 온실가스 배출량이 많다고 생각하십니까? ()

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 약간 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 약간 그렇다
⑤ 매우 그렇다

3. 한우 산업이 기후환경에 미치는 요인 중 가장 큰 것은 무엇이라고 생각하십니까? ()

- ① 이산화탄소 배출 ② 수질 오염 ③ 토양 오염 ④ 공기 오염(냄새)

4. 한우의 고기와 부산물(소머리, 족발, 소꼬리, 소뼈, 내장 등)이 식용 외의 산업 원료로 사용된다는 것을 알고 계십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

5. 한우 산업이 다른 산업과의 관계에 있어 환경에 미치는 요인 중 아래 항목에 대한 기여도에 ‘V’ 표시를 해주세요

구분	매우 크지 않다	약간 크지 않다	보통 이다	약간 크다	매우 크다
① 축산분뇨 등을 활용한 식물재배 등 산업의 에너지원으로 활용					
② 볏짚, 쌀겨, 대두박, 과일박, 콩 찌꺼기 등의 부산물을 한우 먹이로 활용					

6. 한우가 여러 식품제조, 가공 부산물을 먹이의 원료로 활용되어 환경 폐기물을 줄인다고 하는데, 이에 대해 어떻게 생각하십니까? ()

- ① 매우 부정적이다 ② 약간 부정적이다 ③ 보통이다 ④ 약간 긍정적이다
⑤ 매우 긍정적이다

7. 한우가 식량뿐만 아니라 화장품, 의약품, 세제, 염료, 접착제, 조미료(향료) 등의 다양한 용도의 원료로 제공되고 있습니다. 이것이 환경을 지키는데 어느 정도 기여한다고 생각하십니까? ()

- ① 전혀 기여하지 않는다 ② 약간 기여한다 ③ 보통이다 ④ 조금 기여한다
⑤ 매우 크게 기여한다

II. 2차 조사(사후조사)-- 카드뉴스를 본 후

1. 귀하는 한우 산업이 기후 환경에 미치는 영향이 크다고 생각하십니까? ()

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 약간 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 약간 그렇다
⑤ 매우 그렇다

2. 한우 산업이 다른 산업과 비교해 온실가스 배출량이 많다고 생각하십니까? ()

- ① 전혀 그렇지 않다 ② 약간 그렇지 않다 ③ 보통이다 ④ 약간 그렇다
⑤ 매우 그렇다

3. 한우 산업이 기후환경에 미치는 요인 중 가장 큰 것은 무엇이라고 생각하십니까? ()

- ① 이산화탄소 배출 ② 수질 오염 ③ 토양 오염 ④ 공기 오염(냄새)

4. 한우의 고기와 부산물(소머리, 족발, 소꼬리, 소뼈, 내장 등)이 식용 외의 산업 원료로 사용된다는 것을 알고 계십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

5. 한우 산업이 다른 산업과의 관계에 있어 환경에 미치는 요인 중 아래 항목에 대한 기여도에 ‘V’ 표시를 해주세요

구분	매우 크지 않다	약간 크지 않다	보통 이다	약간 크다	매우 크다
① 축산분뇨 등을 활용한 식물재배 등 산업의 에너지원으로 활용					
② 볏짚, 쌀겨, 대두박, 과일박, 콩 찌꺼기 등의 부산물을 한우 먹이로 활용					

6. 한우가 여러 식품제조, 가공 부산물을 먹이의 원료로 활용되어 환경 폐기물을 줄인다고 하는데, 이에 대해 어떻게 생각하십니까? ()
- ① 매우 부정적이다 ② 약간 부정적이다 ③ 보통이다 ④ 약간 긍정적이다
⑤ 매우 긍정적이다
7. 한우가 식량뿐만 아니라 화장품, 의약품, 세제, 염료, 접착제, 조미료(향료) 등의 다양한 용도의 원료로 제공되고 있습니다. 이것이 환경을 지키는데 어느 정도 기여한다고 생각하십니까? ()
- ① 전혀 기여하지 않는다 ② 약간 기여한다 ③ 보통이다 ④ 조금 기여한다
⑤ 매우 크게 기여한다
8. 해당 카드뉴스를 보고 한우 산업이 환경에 미치는 영향에 대한 인식이 어느 정도 바뀌었는지요? ()
- ① 전혀 바뀌지 않았다 ② 별로 바뀌지 않았다 ③ 변화없었다
④ 약간 바뀌었다 ⑤ 매우 크게 바뀌었다
9. 귀하가 본 카드뉴스에서 가장 큰 충격내용을 담고 있는 카드뉴스 번호는? ()

Ⅲ. 일반 설문

1. 성별 : ① 남 () ② 여 ()
2. 연령 : ① 20세 이상 () ② 30세 이상 () ③ 40세 이상 ()
④ 50세 이상 ()
3. 학력 : ① 고졸 () ② 전문대졸 () ③ 대학교졸 () ④ 대학원 이상 ()
4. 지역 : ① 수도권 ② 충청권 () ③ 경상권 () ④ 호남권 ()

부록 D. 한우산업의 환경영향 정보 카드 뉴스



07

```

graph TD
    A[재래 부산물  
- 배설  
- 대변  
- 조류 등] --> D[소각, 폐기]
    B[이름 재료 / 가공 부산물  
- 대두박  
- 곡물박  
- 술지게시  
- 빵지각 등] --> D
    D --> C[추가적 온실가스 발생]
  
```

08

09

10

11

조사기관: 한국소비자공익네트웍스
KOREAN CONSUMER SATISFACTION & ADVOCACY CENTER

12

「본 보고서에 대한 지적재산권은 한우자조금관리위원회에 있으며, 본 연구결과 및 내용의 일부 또는 전부를 인용하는 경우에는 한우자조금관리위원회 자료 인용에 대한 내용을 명기한 경우에만 사전승인 없이 무상으로 인용할 수 있음」