

한우자조금 지정연구과제 최종보고서

대체식품 현황 및 대응방안 연구

강원대학교
서울대학교
중앙대학교

2024.4.



 한우자조금관리위원회

「본 연구결과는 연구진의 의견 및 주장이며 한우자조금의
공식입장과는 다를 수 있음」

대체식품 현황 및 대응 방안 연구

2024. 4. 30.

주관연구기관명: 강원대학교
공동연구기관명: 서울대학교
증양대학교

책임연구원: 장애라
참여연구원: 허선진
박규현
김갑돈
이종인
조철훈
김동욱
오수민
이다영
윤승현
송수민
임조은

제 출 문

한우자조금관리위원장 귀하

본 보고서를 "대체식품 현황 및 대응 방안 연구"과제의
최종보고서로 제출합니다.

2024년 4월 30일

연구책임자: 강원대학교 교수 장애라

연구 요약

◎ 본 연구에서는 경제적, 산업적, 사회적, 환경적 측면에서 한우식품과 대체식품에 대한 기존 연구자료를 분석하여 한우농가, 관련부처, 학계, 소비자 및 소비자 단체에게 기초 자료를 제공하여 한우산업의 이미지를 향상시키는 기회를 모색하고, 한우식품과 대체식품 제품에 대한 영양성분 분석을 통해 소비자가 제품에 대한 정보 기반의 소비를 할 수 있도록 돕는 것을 목적으로 연구를 수행하였음.

◎ 대체식품은 환경문제를 해결하고 인구 증가에 따른 육류 수요 충족을 위한 일환으로 시장에 등장하였음. 대체식품은 두부, 템페, 세이탄과 같은 전통적 형태로 시작되었지만, 첨단푸드테크의 발전을 통해 식물성 단백질, 세포배양물, 곤충 단백질, 미생물, 해조류 등 여러 가지 단백질 소재가 활용되어 다양한 형태의 제품이 생산되고 있음. 몇몇 대체식품에 단점과 경제적 문제가 존재하기 때문에 이러한 점을 보완하기 위해 하이브리드 제조 방법이 신기술로 주목받고 있음. 현재, 지속가능한 식품 생산을 위해 대체식품에 대한 연구와 제품개발에 많은 투자가 이루어지고 있음. 또한, 대체식품의 생산은 실제 식육 생산과 다른 특성을 갖기 때문에 국내·외에서 다양한 법률을 제정하고 있음.

◎ 한우는 우리나라에서 가장 많이 존재하는 재래종 소로서 삼한시대 이전부터 한반도에 존재하였음. 과거에 한우는 운반이나 농경과 같이 노동을 위해 사용되어 왔음. 현재는 개량을 통해 고품질의 한우육을 생산할 수 있게 되어 다양한 형태의 부분육과 가공육과 같은 식품으로 소비자들에게 공급되고 있음. 하지만, 축산은 과거의 환경관리시스템이 구축되기 전의 이미지가 고착화되서 환경오염의 원인으로 인식되고 있는 실정임.

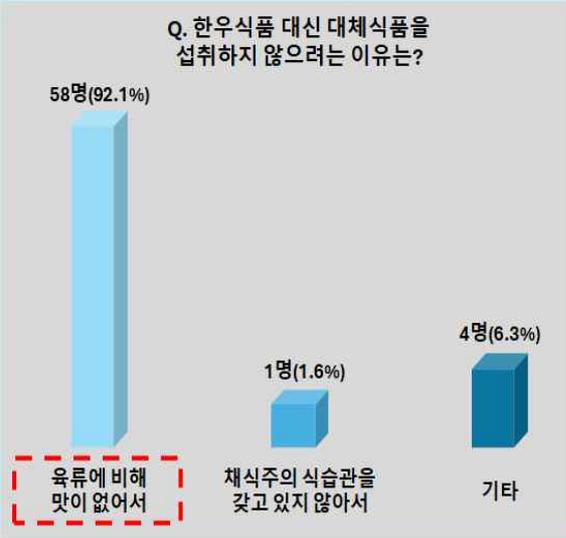
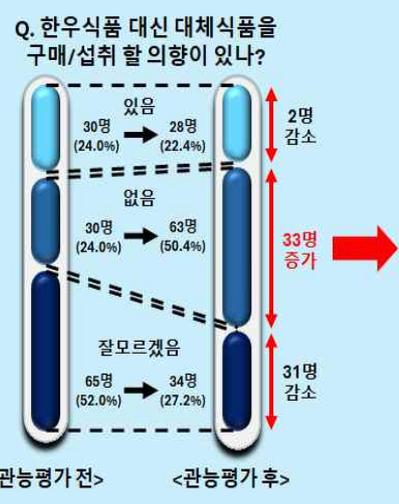
◎ 한우의 생산은 소규모 농장에서 중·대규모 농장 형태로 변화하고 있고, 온라인을 통한 유통 거래가 증가하고 있으며, 한우식품 시장이 확대되면서 대체식품 시장도 함께 성장하고 있음. 그러나 소비자들은 대체식품을 온실가스 감축과 같이 환경에 긍정적이라는 이유로 구매하고 있음. 이러한 대체식품의 친환경 이미지는 그린워싱 문제를 야기하고 있으며, 환경에 대한 한우산업의 부정적 이미지를 부각시키고 있음.

◎ 한우식품과 대체식품에 대한 영양성분 분석 및 설문조사를 시행한 결과 시중에서 판매되고 있는 제품들에서 한우식품이 대체식품에 비해 탄수화물이 적었고 지방, 콜레스테롤, 아연, 단가불포화지방산 함량이 많아 서로 다른 영양성분을 갖고 있다는 것을 확인할 수 있었음. 또한, 맛과 풍미에서도 차이가 있어 관능적 특성에서 한우식품이 대체식품보다 선호도가 높다는 것을 알 수 있었음. 설문조사에서는 한우식품과 대체식품의 맛에 대한 차이로 인해 아직까지는 대체식품이 한우식품을 대체하기에는 어려움이 있다는 결과를 보여줬음.

◎ 결과적으로, 대체식품 생산이 환경적인 면에서 그린워싱에 대한 문제점을 갖고 있으며, 아직은 영양적으로 한우식품과 다르다는 것을 알 수 있었음. 현재로서는 대체식품이 반드시 더 환경친화적이고 한우식품을 대체할 수 있다고 말할 수는 없음. 그러나 대체식품의 연구 및 제품개발은 꾸준히 이루어지고 있기 때문에 언젠가는 한우식품을 대체할 식품이 등장할 수도 있을 것이며 식품의 한 부분으로 같이 공존할 것으로 예상됨. 한우산업이 대체식품에 대한 경쟁에 대응하고 지속적으로 발전하기 위해서는 식육 시장의 현황과 대체육 연구동향을 지속적으로 파악하고 한우의 ESG 경영, 품질 관리 및 제품개발에 대한 정·관·학·산업계 등의 협력과 노력이 필수적이라고 판단됨.



한우식품이 식물성 대체식품보다 맛, 풍미, 종합적 기호도에 대한 선호도가 높았고 이취가 적었어!!!



목 차

제1장. 연구의 개요	1
제1절. 연구의 배경 및 필요성	1
1. 연구의 배경	1
가. 한우식품의 역사와 대체식품 등장 배경	1
1) 한우식품의 역사	1
2) 대체식품의 등장 배경	2
나. 대체식품의 소비자 인식	5
다. 한우식품과 대체식품의 표시사항에 대한 현황	7
1) 한우식품	7
2) 식물성 단백질 기반 대체식품	9
3) 세포배양물 기반 대체식품	11
라. 대체식품 생산의 경제적 문제	12
마. 한우식품과 대체식품 생산의 환경적 영향	12
1) 한우식품	12
2) 식물성 단백질 기반 대체식품	14
3) 세포배양물 기반 대체식품	15
바. 대체식품 인체 안전성	16
1) 식물성 단백질 기반 대체식품	16
2) 세포배양물 기반 대체식품	18
2. 연구의 필요성	19
제2절. 연구의 목적	19
제2장. 연구 내용	20
제1절. 대체식품의 과거, 현재, 그리고 미래	20
1. 대체식품의 등장 배경 및 동향	20
가. 대체식품 개발과 발전역사	20

1) 1세대 대체식품(과거~현재)	20
2) 2세대 대체식품(현재)	21
가) 식물성 단백질 기반 대체식품	21
나) 세포배양물 기반 대체식품	21
다) 곤충 단백질 기반 대체식품	23
라) 미생물 단백질 기반 대체식품	25
마) 해조류 단백질 기반 대체식품	25
3) 3세대 대체식품(미래)	26
나. 전통적 대체식품과 첨단푸드테크를 통해 생산된 대체식품 종류 및 특성 비교	27
1) 전통적 대체식품의 특성	27
가) 두부	27
나) 템페	29
다) 세이탄	32
2) 첨단푸드테크 기반 대체식품 대표제조사 및 제품 현황 ...	36
가) 식물성 단백질 기반 대체식품	36
나) 세포배양물 기반 대체식품	37
다) 곤충 단백질 기반 대체식품	38
라) 미생물 단백질 기반 대체식품	39
마) 해조류 단백질 기반 대체식품	40
2. 대체식품이 환경에 미치는 영향 및 장·단점 비교	45
가. 환경적 영향	45
1) 식물성 단백질 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향	45
2) 세포배양물 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향	48
3) 곤충 단백질 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향	50
4) 미생물 및 해조류 단백질 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향 ...	52
나. 대체식품의 장·단점	55
1) 식물성 단백질 기반 대체식품	55
가) 장점	55

나) 단점	55
2) 세포배양물 기반 대체식품	56
가) 장점	56
나) 단점	56
3) 곤충 단백질 기반 대체식품	57
가) 장점	57
나) 단점	57
4) 미생물 단백질 기반 대체식품	58
가) 장점	58
나) 단점	59
5) 해조류 단백질 기반 대체식품	59
가) 장점	59
나) 단점	60
3. 대체식품 생산·수출국의 규제 및 관리 시스템	62
가. 대체식품에 대한 국내의 규제 및 관리 시스템	62
나. 대체식품에 대한 해외의 규제 및 관리 시스템	64
1) 일본	64
2) 중국	65
3) 미국	65
4) 유럽	70
제2절. 한우식품의 과거, 현재, 그리고 미래	72
1. 한우식품 역사 및 현황	72
가. 한우의 상징성 및 역사	72
1) 1960년대 이전	72
2) 1960년대 이후	73
3) 2000년대	74
나. 한우식품의 발전 및 변천사	75
1) 전통적인 가공품의 등장	75
2) 다양한 가공식품의 등장	75

3) 진공포장 및 냉동기술의 적용	76
4) 프리미엄 한우 브랜드 부상	77
5) 건강 기능식품 및 소스류의 다양성	77
6) 글로벌 수요와 수출	78
2. 한우식품의 특성 및 환경적 영향	79
가. 한우식품 대표제조사 및 제품 현황	79
1) 한우식품의 분류	79
2) 한우 부분육	79
3) 한우 가공식품	79
나. 한우생산 및 한우식품이 환경에 미치는 영향	86
제3절. 대체식품이 한우산업 및 소비에 미치는 영향분석	93
1. 대체식품 등장에 의한 한우산업의 경제적 변화	93
가. 대체식품 시장의 변화	93
나. 한우산업 생산량과 생산비의 변화	102
2. 대체식품 등장에 의한 한우산업 구조의 변화	108
가. 대체식품이 한우산업의 생산, 유통, 마케팅 구조에 미치는 영향	108
1) 한우산업의 생산 구조	108
2) 한우산업의 유통 구조	111
3) 한우산업의 마케팅 유형	116
3. 대체식품이 한우산업의 사회경제적 분야에 미치는 영향	120
가. 축산 및 축산식품 관련 제도에 미치는 영향	120
나. 대체식품이 한우 소비문화에 미치는 영향	124
제4절. 한우육과 대체식품의 영양성분 및 소비자 인식 차이 규명 ..	134
1. 한우육과 대체식품의 영양성분 차이 규명	134
가. 재료준비	134
나. 실험방법	138
1) 일반성분 및 칼로리	138
2) 콜레스테롤 함량	138

3) 당류 함량	139
4) 미네랄 함량	141
5) 지방산 조성	141
6) 아미노산 조성	143
7) 통계분석	143
다. 영양성분표 표시항목 분석을 통한 한우육과 대체식품 비교 ..	144
1) 떡갈비 형태 제품	146
가) 한우식품	146
나) 식물성 단백질 기반 대체식품	148
2) 패티 형태 제품	150
가) 한우식품	150
나) 식물성 단백질 기반 대체식품	152
라. 한우육과 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량 비교	154
1) 떡갈비 형태 제품	154
2) 패티 형태 제품	157
마. 한우육과 대체식품의 미네랄 함량 비교	160
1) 떡갈비 형태 제품	161
2) 패티 형태 제품	163
바. 한우육과 대체식품의 지방산 조성 비교	165
1) 떡갈비 형태 제품	165
2) 패티 형태 제품	168
사. 한우육과 대체식품의 아미노산 조성 비교	171
1) 떡갈비 형태 제품	171
2) 패티 형태 제품	173
아. 한우육과 대체식품의 영양성분 다변량 분석	175
1) 떡갈비 형태 제품	175
2) 패티 형태 제품	176
2. 한우육과 대체식품의 소비자 인식 및 구매 의향 조사	177

가. 한우육과 대체식품 관련 소비자 인식 조사수행과 분석 ...	177
1) 소비자 인식 및 소비의향 분석 및 조사 방법	177
가) 실증분석 방법	177
(1) 요인분석	177
(2) 군집분석	178
(3) 회귀분석	178
나) 자료수집을 위한 설문조사 방법	180
2) 한우육과 대체식품에 대한 소비자 인식 설문 결과	182
가) 한우육과 대체식품 관련 소비자 인식 설문조사	182
(1) 인구통계학적 빈도분석 결과	182
(2) 인지·경험·선호의향 특성 빈도분석 결과	184
나) 한우육과 대체식품 관련 소비의향에 대한 설문조사 ...	186
다) 요인분석 결과	187
라) 군집분석 결과	191
나. 관능검사를 통한 한우육과 대체식품의 구매 의향 설문조사 ..	192
1) 관능검사와 구매 의향 설문조사 방법	192
가) 재료준비	192
나) 관능검사 방법	192
다) 구매의향 설문조사 방법	192
라) 통계분석	193
2) 관능검사 전, 후에 따른 한우육과 대체식품 구매 의향 설문 조사 결과	194
가) 관능평가 전 한우육과 대체식품의 구매의향 설문조사 결과	194
나) 관능평가 후 한우육과 대체식품의 구매의향 설문조사 결과	199
3) 한우육과 대체식품의 관능검사 결과	201
가) 떡갈비 형태 제품	201
나) 패티 형태 제품	203

3. 한우육과 대체식품의 올바른 정보전달 방안 제시	205
가. 카드뉴스 제작과 SNS를 통한 연구결과 홍보	205
나. 유튜브 제작을 통한 연구결과 홍보	209
제5절. 향후 대응방안	210
1. 대체식품 산업화에 대한 한우산업 대응 방안 제시	210
가. 브랜드 이미지 개발	210
나. 교육 및 소통을 통한 소비자 맞춤형 한우 제품개발	211
다. 한우산업에 대한 잘못된 인식 개선	212
2. 한우육과 대체식품의 영양소 비교를 통한 한우육 제품개발 방향성 제시	214
제3장. 목표달성도	223
제1절. 연구추진 일정 및 달성도	223
제4장. 요약 및 결론	224
제5장. 참고문헌	226
[별첨 1] 첨단푸드테크 기반 대체식품 개발 현황	256
[별첨 2] 한우식품 개발 현황	269
[별첨 3] 한우식품과 대체식품의 관능평가 및 구매의향 설문조사 시 트지	287

표 목 차

표 1. 연도별 인구 증가 추이	2
표 2. 대체식품 소비의향 결정 요인	5
표 3. 대체식품 섭취에 있어 불만족 이유 조사	6
표 4. 식물성 단백질 기반 대체식품과 쇠고기 패티 영양성분표	10
표 5. 식물성 단백질 기반 대체식품의 영양성분 시험 결과	10
표 6. 식물성 단백질 기반 대체식품 생산 시 사용되는 물발자국 ...	14
표 7. 한우사육에서의 직접수(좌) 및 간접수(우) 물 발자국	14
표 8. 식물성 원료에 포함된 anti-nutrients 종류 및 영향	17
표 9. 세포배양물 기반 대체식품의 안정성 검증 필요성	18
표 10. 가공 두부 제품	29
표 11. 대두 템페 영양성분	30
표 12. 국내 템페 제품 예시	32
표 13. 세이탄의 영양성분 및 총 열량	34
표 14. 세이탄의 단백질 소화율 및 단백질 소화율 교정 아미노산 점수(PDCAAs)	35
표 15. 국내 유통 세이탄 제품 예시	35
표 16. 식물성 단백질 기반 대체식품 개발 현황	41
표 17. 세포배양물 기반 대체식품 개발 현황	42
표 18. 곤충 단백질 기반 대체식품 개발 현황	43
표 19. 미생물 단백질 기반 대체식품 개발 현황	43
표 20. 해조류 단백질 기반 대체식품 개발 현황	44
표 21. 한우 부분육 제품 현황	81
표 22. 한우 가공식품 제품 현황	84
표 23. 축산분야 부문별 온실가스 배출량(단위: 백만톤 CO ₂ -eq) ...	86
표 24. 대체식품 생산 또는 개발 중인 주요 글로벌 기업 현황 ...	96
표 25. 대체식품 생산 또는 개발 중인 국내 대표 기업 현황	97

표 26. 소 사육, 도축 및 등급판정 현황	100
표 27. 한우 및 육우 사육 현황	104
표 28. 쇠고기 생산 및 공급 현황	104
표 29. 축산물 생산비 현황	106
표 30. 축산물의 수익성 현황	107
표 31. 쇠고기 수급 동향	113
표 32. 쇠고기(한우) 유통단계별 경로비율 변화 추이	114
표 33. 온라인 식료품 관련 거래액 추이	115
표 34. 연도별 한우자조금 소비홍보 지출 비중	117
표 35. 대체식품 기업과 프랜차이즈와의 협업 사례	118
표 36. 기업별 비건 레스토랑 목록	119
표 37. 1인당 축산물 소비량 추이	125
표 38. 육류대체식품 구매이유 (1순위)	129
표 39. 육류대체식품 요소별 중요도	129
표 40. 육류대체식품 구매 의향	130
표 41. 육류대체식품 구매 의향 증가 이유	130
표 42. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 제품 의 상세 정보 및 재료	135
표 43. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 제품 의 상세 정보 및 재료	137
표 44. 콜레스테롤 분석을 위한 GC/FID 분석 조건	139
표 45. 콜레스테롤 분석을 위한 계산식	139
표 46. 당류 분석을 위한 HPLC 분석 조건	140
표 47. 당류 분석을 위한 계산식	140
표 48. 지방산 조성 분석을 위한 GC-MS 분석 조건	142
표 49. 지방산 조성 측정을 위한 내부표준물질 계산식	143
표 50. HT-1의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값	146
표 51. HT-2의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값	146
표 52. HT-3의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값	147

표 53. PT-1의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	148
표 54. PT-2의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	148
표 55. PT-3의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	149
표 56. HP-1의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값	150
표 57. HP-2의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	150
표 58. HP-3의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값	151
표 59. PP-1의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	152
표 60. PP-2의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	152
표 61. PP-3의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값	153
표 62. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량	154
표 63. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량	157
표 64. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 미네랄 함량	161
표 65. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 미네랄 함량	163
표 66. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 지방산 조성	165
표 67. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 지방산 조성	168
표 68. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 아	

미노산 조성	171
표 69. 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 아미노산 조성	173
표 70. 인구통계학적 특성 빈도분석 통계량(단위: 명)	182
표 71. 인구통계학적 특성(단위: 명, %)	183
표 72. 소비자의 인지, 경험, 의향(선호) 특성 빈도분석 통계량(단위: 명) ..	184
표 73. 소비자의 인지 특성 빈도분석 결과(단위: 명, %)	185
표 74. 소비자의 경험 특성 빈도분석 결과(단위: 명, %)	185
표 75. 소비 의향(선호) 특성 빈도분석 결과(단위: 명, %)	186
표 76. 가격이 합리적인 경우 가장 선호하는 식품 관련 빈도분석 결과(단위: 명, %)	187
표 77. 요인분석 결과	189
표 78. 군집분석 결과	191
표 79. 인구통계학적 특성 결과	194
표 80. 한우식품 구매 및 섭취 경험과 이유에 대한 설문조사 결과 ...	196
표 81. 대체식품 구매 및 섭취 경험과 이유에 대한 설문조사 결과 ...	197
표 82. 대체식품 구매 및 섭취 의향 설문조사 결과	198
표 83. 관능평가 후 대체식품 만족도 설문조사 결과	199
표 84. 관능평가 후 대체식품 구매 및 섭취 의향 설문조사 결과 ...	200
표 85. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사 결과	201
표 86. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사 결과	203
표 87. 연구추진 일정 및 달성도	223

그림 목 차

그림 1. 육식 문화 기록	2
그림 2. 식육 소비 증가 추이	3
그림 3. 가축생산과 곡물소비의 관계	3
그림 4. 대체식품 시장의 확대	4
그림 5. 세계 육류 소비 시장전망	5
그림 6. 대체식품 구매 시 고려요인	6
그림 7. 쇠고기 등급판정 방법	8
그림 8. 소 및 쇠고기의 축산물이력제 체계도	8
그림 9. 육가공 제품과 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 식품 유형 법적 분류	9
그림 10. Eat Just의 최초의 세포배양물 기반 대체식품 승인 기사 ..	11
그림 11. 소태아혈청 사용에 따른 문제점	12
그림 12. 가축 생산에 따른 온실가스 배출량의 오해	13
그림 13. 가축 생산에 따른 온실가스 배출량의 진실	13
그림 14. 대체식품이 환경에 미치는 영향	15
그림 15. 콩류 식품 섭취에 따른 알러지 반응 메카니즘	16
그림 16. 미트볼과 식물성 단백질 대체미트볼의 저장기간에 따른 호기성 미생물 증식 차이	17
그림 17. 두부 제조 과정	28
그림 18. 템페 제조 과정	31
그림 19. 세이탄 제조 과정	33
그림 20. Impossible foods의 대체식품 광고	46
그림 21. 다양한 축종과 세포배양물 기반 대체식품 생산 시 사용되는 에너지 소비량	49
그림 22. 곤충과 가축의 자원 사용 및 환경 영향 지표	51
그림 23. 밀웍과 일반 육류 사육에 필요한 에너지, 토지 사용량과	

온실가스 배출량 비교	52
그림 24. 소, 닭, 두부, 마이코프로테인 생산에 있어 환경에 미치는 영향	53
그림 25. 대체식품의 환경적 영향 장·단점	54
그림 26. 대체식품의 장·단점	61
그림 27. 대체식품 용어에 대한 논란	63
그림 28. 고기 모방 대체식품 용어에 관한 소비자 조사 결과	64
그림 29. 미국 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 라벨링	67
그림 30. 세포배양물 기반 대체식품의 단계별 규제감독 기관	67
그림 31. 미국 FDA 홈페이지에 게재된 세포배양물 기반 대체식품에 대한 설명	68
그림 32. 미국 FDA가 Upside Foods에 보낸 안전성 문제없음(No Question) 공문	69
그림 33. 연도별 한우 수출 물량 현황	78
그림 34. 쇠고기의 부위와 명칭	80
그림 35. 채식 단체의 축산업 협오 캠페인	87
그림 36. 자원순환 측면에서의 한우 사육의 역할	90
그림 37. 가축분뇨의 처리 방법	91
그림 38. 한우 1마리와 자동차 1대 온실가스 배출량 비교	92
그림 39. 대체식품 유형별 분류 및 특징	94
그림 40. 대체식품 유형별 생산 전망	95
그림 41. 국내 유통 중인 주요 대체식품	95
그림 42. 대체식품의 육류시장 점유율 전망	99
그림 43. 육류 및 대체식품의 시장규모 전망	99
그림 44. 세계 대체 단백질 관련 투자 동향	100
그림 45. 글로벌 대체 단백질 하위 분야별 투자액 추이	100
그림 46. 국내 식물성 단백질 기반 대체식품 소비자 소득별 분류 ..	101
그림 47. 연도별 생산비 추이	105
그림 48. 연도별 한우 사육 규모별 농가 수	108

그림 49. 연도별 한우 사육 규모별 마릿수	108
그림 50. 사육 형태별 농장수 비중 변화 추이	109
그림 51. 사육 형태별 한우 사육 규모 비중 추이	110
그림 52. 한우 수급 모형 구조	110
그림 53. 식물성 단백질 기반 대체식품의 가격 10% 감소로 인한 미국 내 쇠고기 생산 및 무역 환경 변화 추정 결과	116
그림 54. 식물성 단백질 기반 대체식품을 사용하여 만든 버거, 샌드위치, 피자	118
그림 55. 대체식품 기업들의 오프라인 매장	119
그림 56. 대체식품 기준 및 규격	121
그림 57. 1인 1일당 단백질 공급량 및 공급원별 비율 추이	124
그림 58. 쇠고기 소비량 변화 요인	125
그림 59. 국내 소비자 식생활 선호도	126
그림 60. 국내 소비자의 향후 육류 및 해산물 소비의향	127
그림 61. 식물성 대체식품 섭취 경험 조사	127
그림 62. 대체식품을 소비하는 이유	131
그림 63. 국내 축산물 소비량 및 배출량 전망	132
그림 64. 식량 생산에서 배출되는 배출량 비중	132
그림 65. 채식주와 대체식품에 대한 국내 블로그 발행량 집계 ..	133
그림 66. 구글 Alternative Meat에 대한 검색 높은 수준 유지 ...	133
그림 67. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 ..	134
그림 68. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 ..	134
그림 69. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 콜레스테롤, 당류 함량(평균값) 비교	155
그림 70. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 콜레스테롤, 당류 함량(평균값) 비교	158
그림 71. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 나트륨과 아연 함량(평균값) 비교	161
그림 72. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 나	

	트림과 아연 함량(평균값) 비교	163
그림 73.	떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 oleic acid와 단가불포화지방산(평균값) 비교	166
그림 74.	패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 oleic acid와 단가불포화지방산(평균값) 비교	169
그림 75.	떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 필수 아미노산 조성(평균값) 비교	172
그림 76.	패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 필수 아미노산 조성(평균값) 비교	174
그림 77.	떡갈비 형태 제품의 영양성분에 대한 다변량 분석 결과 ..	175
그림 78.	패티 형태 제품의 영양성분에 대한 다변량 분석 결과 ..	176
그림 79.	관능평가 및 설문조사 진행 사진	193
그림 80.	관능평가 시료 사진 (좌) 떡갈비 형태 제품, (우) 패티 형태 제품	193
그림 81.	떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사(평균값) 비교	202
그림 82.	패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사(평균값) 비교	204
그림 83.	한우육과 대체식품의 올바른 정보전달을 위한 카드 뉴스 ...	205
그림 84.	한우육과 대체식품의 올바른 정보전달을 위한 SNS 홍보 ..	208
그림 85.	한우육과 대체식품의 올바른 정보전달을 위한 유튜브 영상 ..	209
그림 86.	브랜드명 및 브랜드 디자인	210
그림 87.	세계 속 우리나라의 온실가스(GHG) 배출현황	212
그림 88.	한우육 유래 펩타이드(P3)의 HCT116 cells의 항암 효과 메카니즘	215
그림 89.	영양소 간 인슐린 분비량 비교	218
그림 90.	고지방식과 고탄수화물 체중변화 비교	218
그림 91.	한우육 제품개발 방향성 제시	222

제1장. 연구의 개요

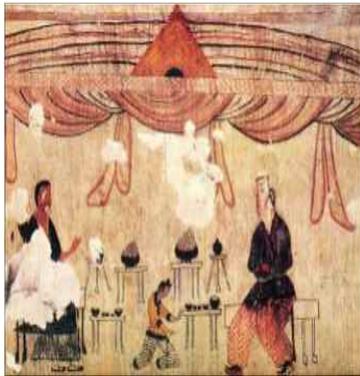
제1절. 연구의 배경 및 필요성

1. 연구의 배경

가. 한우식품의 역사와 대체식품 등장 배경

1) 한우식품의 역사

◎ 한우는 우리 민족이 오랫동안 섭취한 식품임과 동시에 물건의 재료 및 노동력으로써 민족 정체성을 나타내왔음. 한우는 한반도의 재래종 소로써 기원전 2,000년경부터 운반이나 농경 등 역용을 위해 사육되어왔음. 소의 섭취는 상고시대 때부터 시작되었으며 부여의 제천행사인 영고에서 소를 제물로 바치고 동물성 식재료로서 이용하는 행위는 한반도 내에서 식육 문화를 형성하였음. 이러한 부여의 제천행사는 고구려, 동예의 제천행사에 영향을 미쳐 한반도 내 육식 문화 형성에 기여하였음. 고려시대에 목축 기술의 발전은 한국 음식 문화의 기틀을 형성하였으며 조선시대의 우금령은 쇠고기에 대한 백성들의 욕구를 증가시켰음. 경제성장에 따라 한우를 숯불에 구워먹는 방식을 크게 선호하게 되었으며, 구이 형태의 한우식품은 맥적-설야적-너비아니-한우구이 순으로 발전하여 여전히 국내 육식 문화의 정점에 놓여있음(성경일 등, 2017).



<무용총 접객도>



<야연>



<성협의 고기 굽기>

그림 1. 육식 문화 기록

2) 대체식품의 등장 배경

◎ 유엔식량농업기구(FAO)에 따르면 세계 인구는 2022년 11월 기준 80억 명에서 2050년 92억 명으로 증가될 것으로 예측되며, 향후 육류 소비량은 매년 1.3%씩 증가하여 2050년 455백만 톤으로 증가할 것으로 전망됨(Alexandratos & Bruinsma, 2012). 따라서, 고기에 대한 증가하는 소비자 수요를 충족시킬 필요가 있음(표 1, 그림 2).

표 1. 연도별 인구 증가 추이

	Population (million)						Growth rates, percent per annum			
	1970	2000	2006	2015	2030	2050	1970-2000	2006-2030	2030-2050	2006-2050
World (UN)	3688	6115	6592	7302	8309	9150	1.70	0.97	0.48	0.75
World (countries with FBS)	3676	6095	6569	7275	8276	9111	1.70	0.97	0.48	0.75
Developing countries	2597	4778	5218	5879	6839	7671	2.05	1.13	0.58	0.88
Sub-Saharan Africa	270	625	730	912	1245	1686	2.84	2.25	1.53	1.92
Near East/North Africa	181	387	432	504	615	726	2.57	1.48	0.83	1.19
Latin America and the Caribbean	282	515	556	611	682	721	2.03	0.85	0.28	0.59
South Asia	708	1375	1520	1729	2016	2242	2.24	1.18	0.53	0.89
East Asia	1147	1857	1957	2096	2247	2255	1.62	0.58	0.02	0.32
Developed countries	1079	1318	1351	1396	1437	1439	0.67	0.26	0.01	0.14

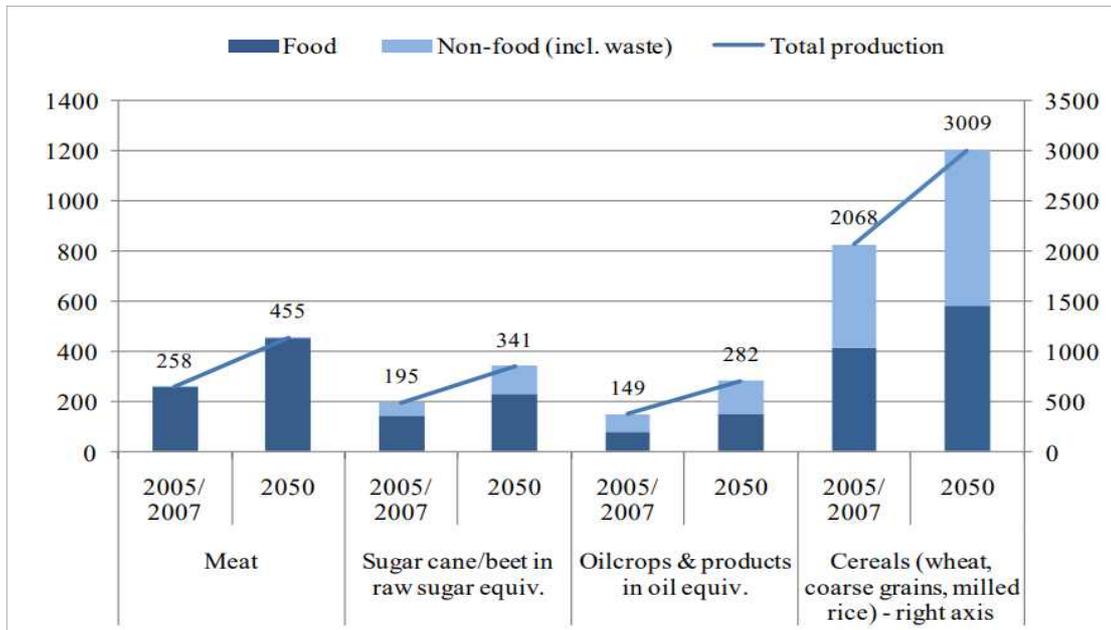


그림 2. 식육 소비 증가 추이

◎ 또한, 인구증가와 함께 고기 생산을 위해 전 세계 곡물 생산량의 1/3이 가축 사료로 사용된다고 보고되었음(그림 3)(Alexandratos & Bruinsma, 2012).

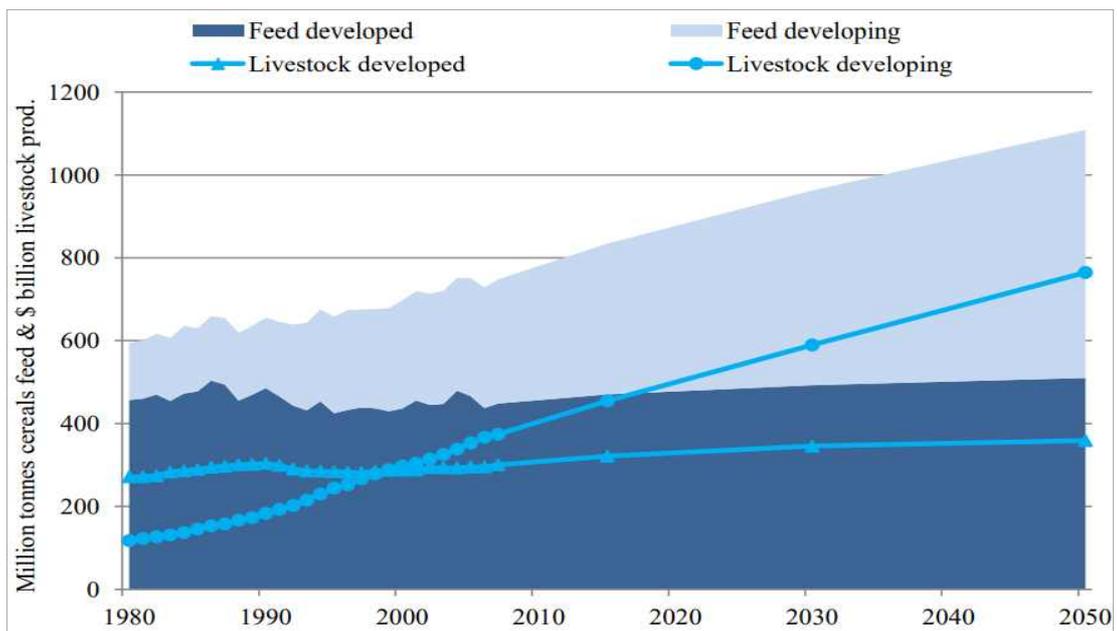


그림 3. 가축생산과 곡물소비의 관계

◎ 환경오염과 더불어 경제적 비용, 도축 과정에서의 동물복지 문제를 해결하기 위하여 대체식품에 관한 연구가 지속적으로 이루어지고 있는 실정임(정아현 등, 2021). 글로벌 대체식품 시장규모는 2015년 36억 달러에서 2019년 약 47억 달러로 증가하였으며, 해외 대체식품 시장은 푸드테크 기업의 선도로, 국내 시장은 채식주의와 맞물려 성장할 것으로 예측되고 있음(그림 4)(농림식품기술기획평가원, 2022).



그림 4. 대체식품 시장의 확대

◎ 대체식품은 크게 세포배양물 기반 대체식품과 식물성 단백질 기반 대체식품으로 분류되며, 글로벌 컨설팅업체 AT Kearney는 세계 육류 소비 시장에서 전통 육류와 대체식품 소비 비율이 2025년 9:1에서 2040년 4:6으로 변화하여 전통 육류의 소비가 급격히 감소할 것이라고 보고하였음(그림 5)(Gerhardt et al., 2020).

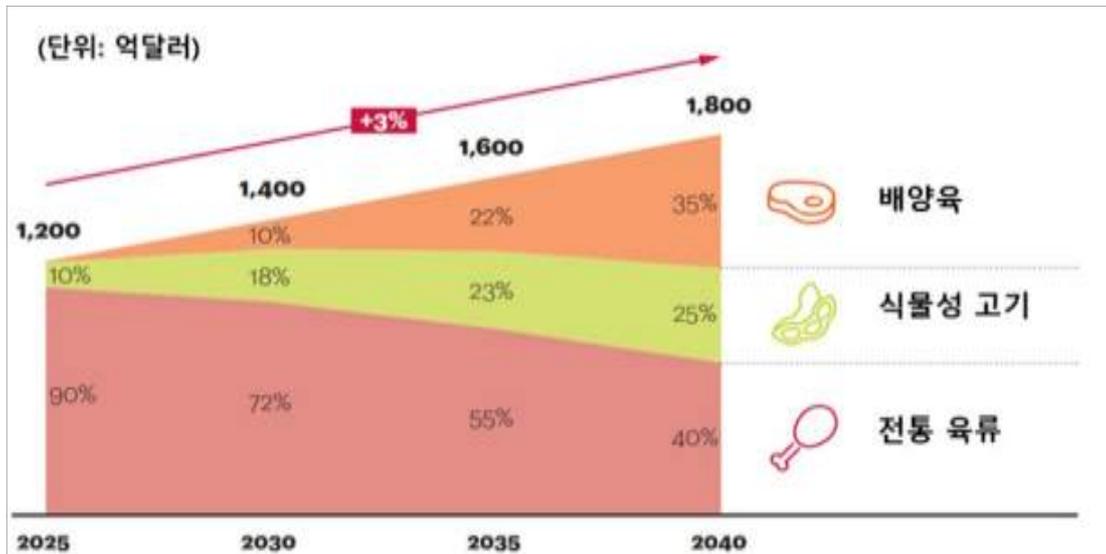


그림 5. 세계 육류 소비 시장전망

나. 대체식품의 소비자 인식

◎ 대체식품 소비의향 결정 요인 분석 결과, 대체식품의 소비를 향후 현재보다 증대하려는 주된 이유는 “건강 증진을 위해 (34.1%)”, “자원, 에너지 절약과 환경보호를 위해(25.3%)”, “생명체 도축의 윤리성 또는 동물복지 문제 때문에(20.4%)” 로 나타났음(표 2)(박미성 등, 2020).

표 2. 대체식품 소비의향 결정 요인

구분		사례수 (명)	건강 증진을 위해	비위생적인 사육·도축 환경 때문에	윤리성 또는 동물 복지 문제 때문에	자원·에너지 절약과 환경 보호를 위해	가족 중에 채식주의자가 있어서	기타
전체		(495)	34.1	14.9	20.4	25.3	1.6	3.6
채식주의자 여부	채식주의자	(26)	50.0	7.7	26.9	15.4	0.0	0.0
	준채식주의자	(150)	38.0	18.7	20.0	15.3	4.0	4.0
	비채식주의자	(319)	31.0	13.8	20.1	30.7	0.6	3.8

주: 소비자 1,000명 중 대체식품의 향후 소비 의향을 현재보다 증대(4점), 현재보다 크게 증대(5점)하겠다고 응답한 495명을 대상으로 조사한 결과임.
 자료: 소비자(1,000명) 대상 설문조사(2019. 9. 16. ~ 10. 4.).

◎ 대체식품 시장은 지속적으로 증가할 전망이다 소비자들은 구매 시 맛·품질과 가격을 주된 고려사항으로 인식하고 있어(그림 6), 이에 대한 해결책 마련이 필요한 상황임(한국농수산물유통공사, 2021).

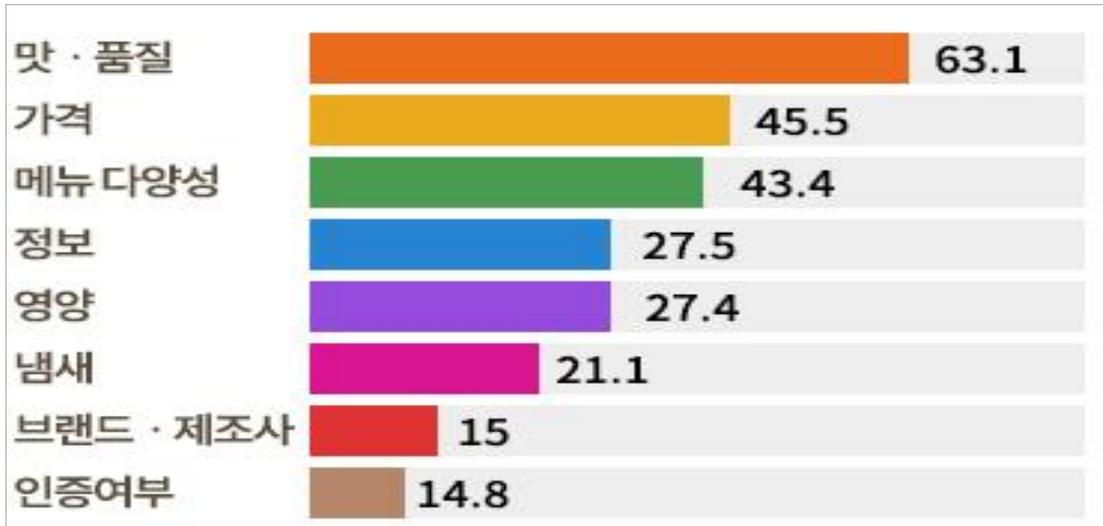


그림 6. 대체식품 구매 시 고려요인

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품과 세포배양물 기반 대체식품에 대하여 섭취 경험이 있는 사람 중 불만족한 이유를 조사한 결과, 맛과 식감에서 불만족도가 가장 높게 나타났음(표 3)(박미성 등, 2020).

표 3. 대체식품 섭취에 있어 불만족 이유 조사

구분	사례수 (명)	맛	식감	모양 (외관)	색상	향 (냄새)	위생 (안전성)	
전체	(128)	55.5	29.7	3.1	0.8	10.2	0.8	
섭취한 경험이 있는 대체(축산) 식품	식물성 고기	(80)	61.3	28.8	1.3	1.3	6.3	1.3
	배양육	(3)	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0	0.0
	곤충식품	(10)	50.0	10.0	30.0	0.0	10.0	0.0
	식물성계란	(35)	42.9	37.1	0.0	0.0	20.0	0.0

자료: 소비자(1,000명) 대상 설문조사(2019. 9. 16. ~ 10. 4.).

다. 한우식품과 대체식품의 표시사항에 대한 현황

1) 한우식품

◎ 한우는 철저한 유전자 및 개체 관리를 통해 우수 형질의 유전혈통이 유지되고 있으며, 생산부터 소비에 이르기까지 위생·안전성이 확보되고 있음(김갑돈 등, 2021). 1995년 12월에 식육의 부위별·등급별 및 국내산 쇠고기 구별 표시 방법이 고시되었으며, 현재 소매단계까지 확대되었음(그림 7). 축산물 등급제도는 한우고기의 차별화를 유도하였고 소비자들의 신뢰도를 높이는데 큰 기여를 해왔음(Jeon, 2010).

◎ 우리나라는 2004년 시범사업을 시작으로 소를 포함한 가축들에 대해서 축산물 이력제를 도입해왔음(그림 8). 축산물 이력제의 목적 중 하나는 가축과 축산물의 이동 경로를 기록하고 관리하여 안전성의 문제가 발생하지 않도록 방지하는 것이며, 현재 축산물에 대한 정보는 관련 기관에 공개되고 있음(Jung, 2017; 문한필 & 안병일, 2021). 축산물 HACCP은 우리나라에 1997년 12월에 도입되었으며, 축산물의 생산부터 소비까지 단계별로 적용할 수 있는 관리 방안을 확보하면서 문제 발생을 사전에 예방 하는데 도움을 주고 있음(Kim et al., 2009).

❖ 쇠고기(소도체) 등급판정

• 소도체의 육질등급, 육량등급은 다음과 같습니다[「축산물 등급판정 세부기준」(농림축산식품부고시 제2020-112호, 2020. 12. 29. 발령·시행) 제4조제1항 및 제5조제1항].

육질등급판정	육량등급판정	등급인 날인
		
육질등급은 고기의 품질정도를 나타내며, 등급판정부위에서 측정되는 근내지방도(Marbling), 육색, 지방색, 조직감, 성숙도에 따라 1+, 1, 1-, 2, 3의 5개 등급으로 구분	소 한 마리에서 얻을 수 있는 고기의 양이 많고 적음을 나타내며, 등지방두께, 배최장근단면적, 도체의 중량을 측정하여 산정된 육량지수에 따라 다음과 같이 A, B, C의 3개 등급으로 구분	신청인 등이 희망하는 경우에는 판정된 육량등급도 함께 표시할 수 있음(「축산물등급판정 세부기준」 제7조제1항 단서)

그림 7. 쇠고기 등급판정 방법

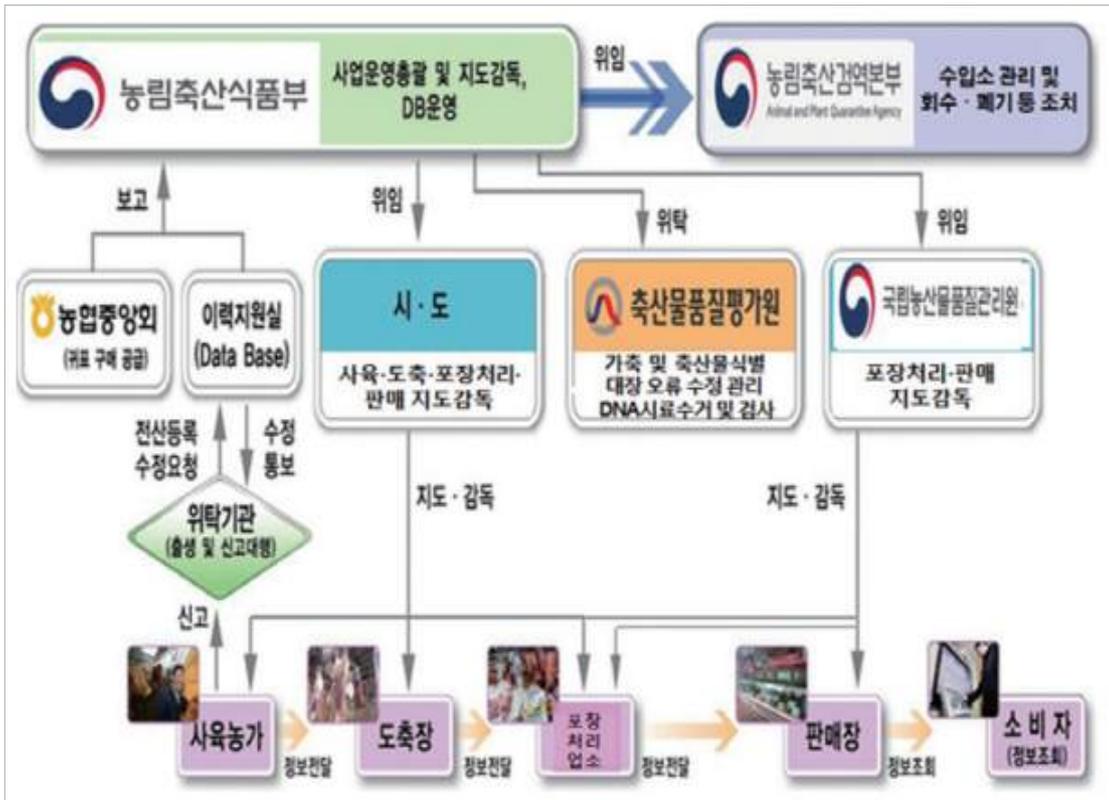


그림 8. 소 및 쇠고기의 축산물이력제 체계도

2) 식물성 단백질 기반 대체식품

◎ 소비자들은 건강, 환경, 동물복지 문제를 해결하기 위해 식육 대신 식육과 유사한 형태의 대체식품을 소비해야 한다고 인식하고 있지만, 아직 대체식품에 대한 정보가 많지 않음. 식물성 단백질 기반 대체식품에 대한 식품위생법 내 별도 규정은 없으며, 국내 유통 중인 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 식품 유형은 기타농산가공품(두류가공품, 곡류가공품)이나 기타가공품 등으로 신고·판매되고 있음(그림 9). 또한, ‘비건·100% Vegan·Meat free’ 등의 문구를 표기한 제품 중 난백과 같은 동물성 원료가 들어가 있는 제품은 소비자가 표시사항을 직접 확인해야 하는 실정임(한국소비자원, 2022).

육가공 제품		
고메 함박스테이크 (CJ 제일제당)	비프 함박스테이크 (그릭슈바인)	두툽한 임격정떡갈비 (삼양)
		
식육함유가공품	분쇄가공육제품	분쇄가공육제품
식물성 단백질 기반 대체식품 제품		
플렌테이블 떡갈비 (CJ 제일제당)	제로미트 베지함박 매쉬드 포테이토 (롯데푸드)	베지가든 숯불향 떡갈비 (태경농산)
		
기타가공품	기타가공품	두류가공품

그림 9. 육가공 제품과 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 식품 유형 법적 분류

◎ 국내 시중에서 판매되는 일부 식물성 단백질 기반 대체식품 제품에서 쇠고기 패티보다 상당히 많은 포화지방 및 나트륨 함량과 부적절한 영양성분 표기에 대한 문제가 보고되기도 하였음(표 4, 5)(한국소비자원, 2022).

표 4. 식물성 단백질 기반 대체식품과 쇠고기 패티 영양성분표

구분	열량		탄수화물		단백질		지방		포화지방		나트륨		콜레스테롤	
	함량 (kcal)	1일 기준 (%)	함량 (g)	1일 기준 (%)	함량 (mg)	1일 기준 (%)	함량 (mg)	1일 기준 (%)						
식물성 대체육 15개 제품 평균	228	11	12	4	17	31	13	24	4(2*)	27	527	26	0	-
햄버거용 소고기 패티	271	14	36	11	12	22	9	17	4	27	594	30	15	5

※ 출처 : 농식품 율바로, 국립농업과학원 국가표준식품성분표

* 포화지방 저감화가 필요한 일부 제품을 제외한 평균

표 5. 식물성 단백질 기반 대체식품의 영양성분 시험 결과

구분	제품명	열량		탄수화물		단백질		지방		포화지방		나트륨	
		함량 (kcal)	1일 기준 (%)	함량 (g)	1일 기준 (%)	함량 (mg)	1일 기준 (%)						
1	고기대신 비건 떡갈비	191	10	15	5	17	31	7	13	1	7	658	33
2	농부가 씨를 뿌린 고기(패티)	234	12	12	4	15	27	14	26	1	7	463	23
3	더뉴잇 비건패티	250	13	15	5	16	29	14	26	5	33	425	21
4	맴콩달콩 너비아니	277	14	15	5	16	29	17	31	2	13	421	21
5	무빙마운틴 식물성대체식품B	268	13	9	3	13	24	20	37	16	107	370	19
6	베지가든 숲불향 떡갈비	202	10	18	6	10	18	10	19	3	20	715	36
7	베지함박 오리지널	247	12	13	4	15	27	15	28	6	40	357	18
8	비건 스테이크	193	10	11	3	17	31	9	17	1	7	555	28
9	비건팜 비밀 버거용BBQ	171	9	12	4	15	27	7	13	1	7	505	25
10	바튼 마스터야크 떡갈비맛	281	14	17	5	15	27	17	31	2	13	420	21
11	비온드 버거	254	13	5	2	18	33	18	33	6	40	357	18
12	삼육 베지버거	154	8	8	2	17	31	6	11	1	7	449	22
13	쏘이 버거	239	12	11	3	24	44	11	20	1	7	564	28
14	엔리미트 버거패티	218	11	9	3	14	25	14	26	6	40	493	25
15	우안케이수나우피시사우잔	247	12	11	3	26	47	11	20	2	13	1,150	58
전체 평균		228	11	12	4	17	31	13	24	4	27	527	26

3) 세포배양물 기반 대체식품

◎ 세포배양물 기반 대체식품의 생산·판매 허가는 2020년 미국의 잇저스트(Eat Just)라는 회사가 싱가포르에서 세계 최초로 받았음. 잇저스트의 세포배양물 기반 대체식품은 경제성 문제로 식물성 단백질과 혼합하여 제조하고 있으나 그 혼합비율을 공개하지 않고 있음(그림 10)(곽노필, 2020).



그림 10. Eat Just의 최초의 세포배양물 기반 대체식품 승인 기사

라. 대체식품 생산의 경제적 문제

◎ 단백질 1g당 비용은 콩과 밀이 고기보다 낮지만 소매업장에서 파는 식물성 단백질 기반 대체식품은 소매원가의 94.3%가 가공과정과 관련되어있기 때문에 육가공 제품보다 비싸게 판매되고 있음 (Rubio et al., 2020). 세포배양물 기반 대체식품에 영양성분을 공급하기 위해 보편적으로 소태아혈청(FBS)이 필요하지만 고비용이기 때문에 경제적인 문제가 있으며, 송아지 혈청을 수확하고 생산함에 있어서 송아지를 살육해야하기 때문에 과학적 및 윤리적 우려가 존재함(그림 11)(최문희 & 신현재, 2019; Hadi & Brightwell, 2021).



그림 11. 소태아혈청 사용에 따른 문제점

마. 한우식품과 대체식품 생산의 환경적 영향

1) 한우식품

◎ 유엔식량농업기구(FAO)는 ‘Livestock’s long shadow’ 를 통해 전 세계의 온실가스 생산량의 18%가 가축에게서 나오고 있으며, 이는 교통수단을 통한 발생량보다도 높은 수치라고 보고하였음(Steinfeld et al., 2006). 한우 한 마리의 온실가스 배출량은 자동차와 비교하였을 때 높아 보일 수 있지만(그림 12), 한우의 경우 온실가스 배출량에 사료

재배부터 사양, 장내발효, 분뇨처리 전과정이 포함되어있으며, 자동차의 경우 생산과정은 제외되고 실제 차량 운행 시 연료 소모량의 온실가스 배출량만 산정되어있기 때문에 한우 사육부문에서 온실가스 배출량이 자동차보다 크게 나타나는 오해가 있음(그림 13)(박규현 등, 2022).



그림 12. 가축 생산에 따른 온실가스 배출량의 오해



그림 13. 가축 생산에 따른 온실가스 배출량의 진실

2) 식물성 단백질 기반 대체식품

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품에 대한 물 발자국 조사 결과 3,800 m³/ton으로 나타났으며 가공과정에서 대부분의 물이 소비된다고 보고되었음(표 6)(Fresán et al., 2019). 한우산업에서 사육부터 지육 생산까지 사용되는 총 물 발자국은 17,023.1m³/ton으로 식물성 단백질 기반 대체식품의 물 발자국보다 높게 나타났음. 하지만, 한우에 직접적으로 사용되는 음용수 및 세척수와 같은 직접수의 물 발자국은 91.2m³/ton으로 식물성 단백질 기반 대체식품의 물 발자국보다 적었으며 나머지 16,931.9m³/ton의 간접수의 물 발자국은 사료 작물 생산에 사용된다고 보고되었음(표 7)(이상현 등, 2015).

표 6. 식물성 단백질 기반 대체식품 생산 시 사용되는 물발자국

Per 1000 kg (metric ton) of Product						
Impact indicator	Units	Ingredients	Transportation	Processing	Packaging	Total
Water consumption	Cubic meters	944 (449)	12.2 (6.86)	2410 (1004)	425 (472)	3800 (1240)
Freshwater eutrophication	Kg P eq. ¹	0.190 (0.058)	0.001 (0.001)	0.313 (0.130)	0.056 (0.061)	0.561 (0.183)
Marine eutrophication	Kg N eq. ²	2.20 (0.96)	0.000 (0.000)	0.021 (0.008)	0.012 (0.007)	2.23 (0.96)
Freshwater ecotoxicity	Kg 1,4-DCB eq. ³	10.9 (6.8)	0.183 (0.103)	0.656 (0.305)	0.184 (0.159)	11.9 (6.78)
Marine ecotoxicity	Kg 1,4-DCB eq. ³	4.80 (1.84)	0.258 (0.138)	1.13 (0.44)	0.654 (0.696)	6.84 (2.11)

표 7. 한우사육에서의 직접수(좌) 및 간접수(우) 물 발자국

Kind of animal: Beef cattle (Farming system: Industrial)	Water from drinking		Water from servicing	
	Clave	Adult cow	Clave	Adult cow
Age (month)	4	30	4	30
Daily consumption (l/day/animal)	5	38	2	11
Live weight of animal at slaughter (ton)	0.44			
Total water required (m ³ /ton)	1.4	69.2	0.6	20.0
	70.6		20.6	

Feed crop	Feed quantity (ton/animal)	WF of crop (m ³ /ton)	Water from feeding	
			(m ³ /animal)	(m ³ /ton)
Maize	2.20	1039.7	2283.2	5246.3
Wheat	1.04	1060.2	1099.4	2526.3
Rice bran	0.12	264.0	32.5	74.6
Soybean	0.87	2796.0	2421.9	5565.0
Coconut oilcake	0.10	830.0	86.1	197.8
Palm oilcake	0.15	802.0	122.3	281.0
Rapeseed oilcake	0.10	951.0	92.8	213.3
Molasses	0.15	494.0	72.3	166.2
Forage (Dry hay)	2.35	494.0	1160.2	2665.8
Total water required (m ³ /ton)			16931.9	

3) 세포배양물 기반 대체식품

◎ 세포배양물 기반 대체식품 생산의 최적화가 이루어지면 식육과 비교하였을 때 더 적은 자원이 요구되며, 더 적은 폐기물을 배출할 수 있음(Rubio et al., 2020). 하지만, 세포배양물 기반 대체식품의 에너지 소비는 쇠고기 생산에 사용되는 에너지보다 1.35배 높다고 보고되었음(그림 14)(정석채, 2022).

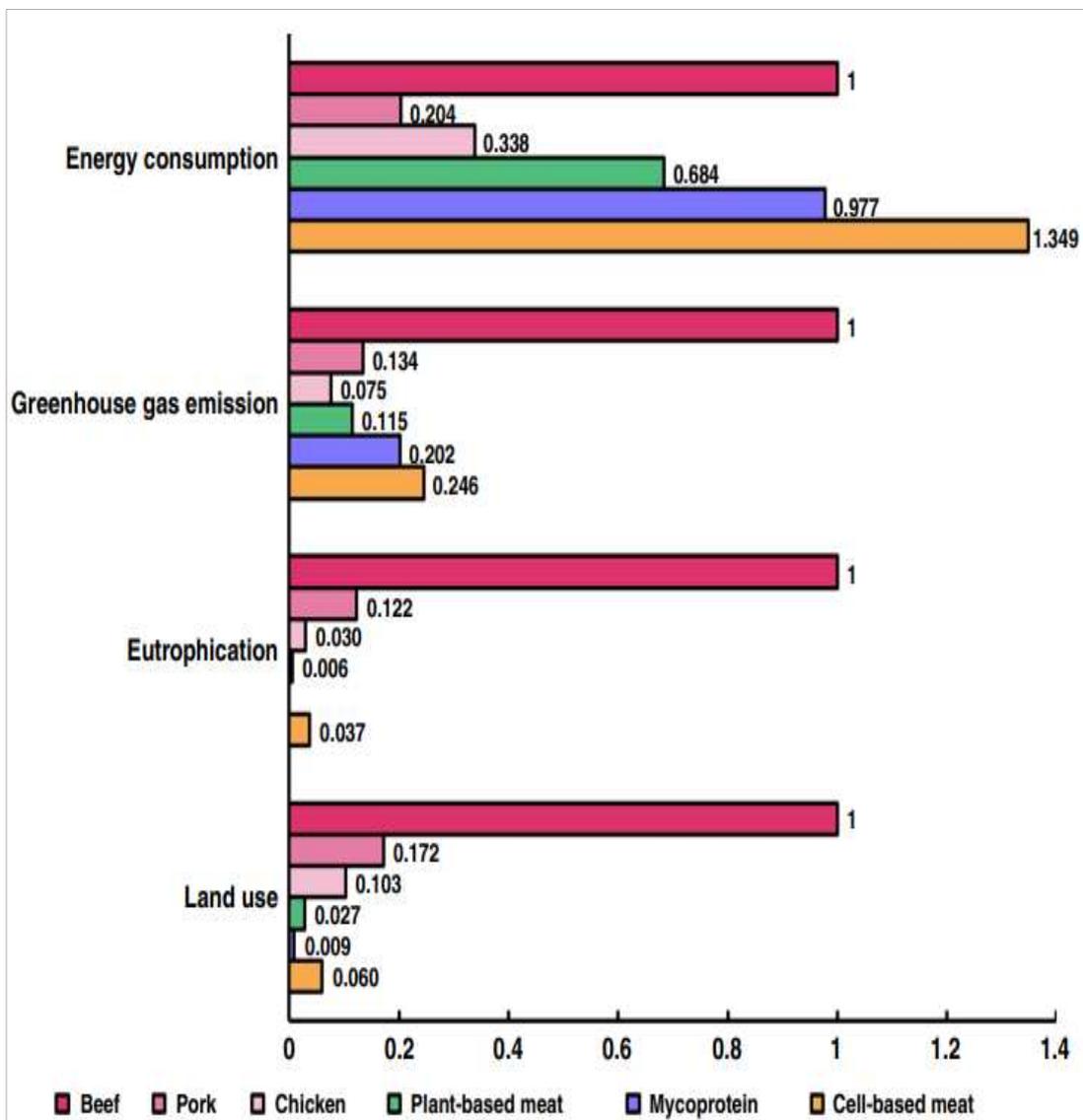


그림 14. 대체식품이 환경에 미치는 영향

바. 대체식품 인체 안전성

1) 식물성 단백질 기반 대체식품

© 식물성 단백질 기반 대체식품의 주원료가 되는 것은 콩이며, 콩의 섭취는 IgE를 매개로 하는 알러지 반응을 유발할 수 있음(그림 15)(Verma et al., 2013). 또한, 콩에 있는 lectin, oxalate, phytate, phytoestrogen 등의 성분들은 anti-nutrient로 작용하여 소화불량, 내분비장애를 일으킬 수 있다고 보고되었음(표 8)(Petroski & Minich, 2020; Hadi & Brightwell, 2021).

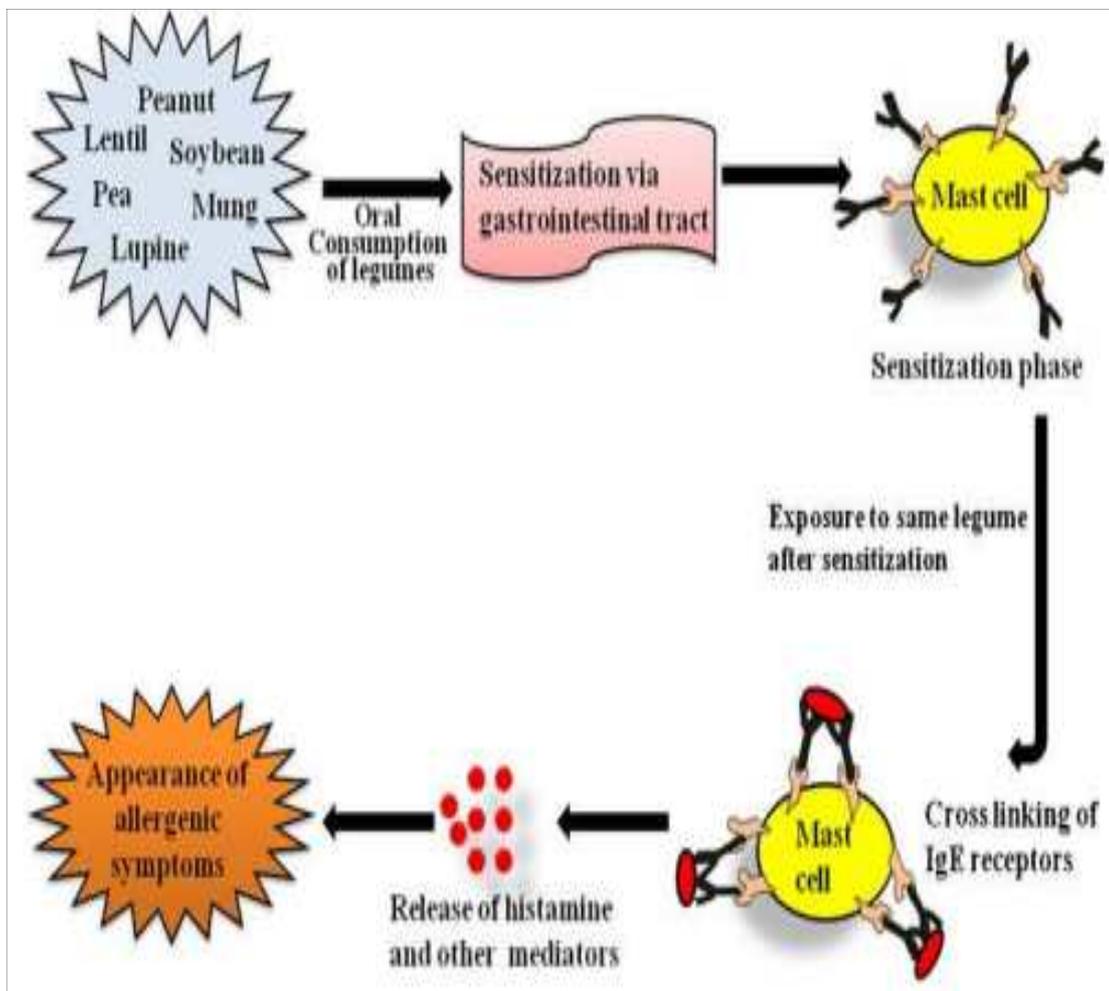


그림 15. 콩류 식품 섭취에 따른 알러지 반응 메카니즘

표 8. 식물성 원료에 포함된 anti-nutrients 종류 및 영향

'Anti-nutrient'	Food Sources	Suggested Clinical Implications
Lectins	Legumes, cereal grains, seeds, nuts, fruits, vegetables	Altered gut function; inflammation
Oxalates	Spinach, Swiss chard, sorrel, beet greens, beet root, rhubarb, nuts, legumes, cereal grains, sweet potatoes, potatoes	May inhibit calcium absorption; May increase calcium kidney stone formation
Phytate (IP6)	Legumes, cereal grains, pseudocereals (amaranth, quinoa, millet), nuts, seeds	May inhibit absorption of iron, zinc and calcium; Acts as an antioxidant; Antineoplastic effects
Goitrogens	Brassica vegetables (kale, Brussels sprouts, cabbage, turnip greens, Chinese cabbage, broccoli), millet, cassava	Hypothyroidism and/or goiter; Inhibit iodine uptake
Phytoestrogens	Soy and soy products, flaxseeds, nuts (negligible amounts), fruits and vegetables (negligible amounts)	Endocrine disruption; Increased risk of estrogen-sensitive cancers
Tannins	Tea, cocoa, grapes, berries, apples, stone fruits, nuts, beans, whole grains	Inhibit iron absorption; Negatively impact iron stores

◎ 식물성 원료로 만든 식품은 수분함량이 많으며 pH가 중성에 가까워지기 때문에 동물성 원료로 만든 식품보다 미생물의 증식이 빠르다고 보고되었음(그림 16)(Tóth et al, 2021; Hadi & Brightwell, 2021).

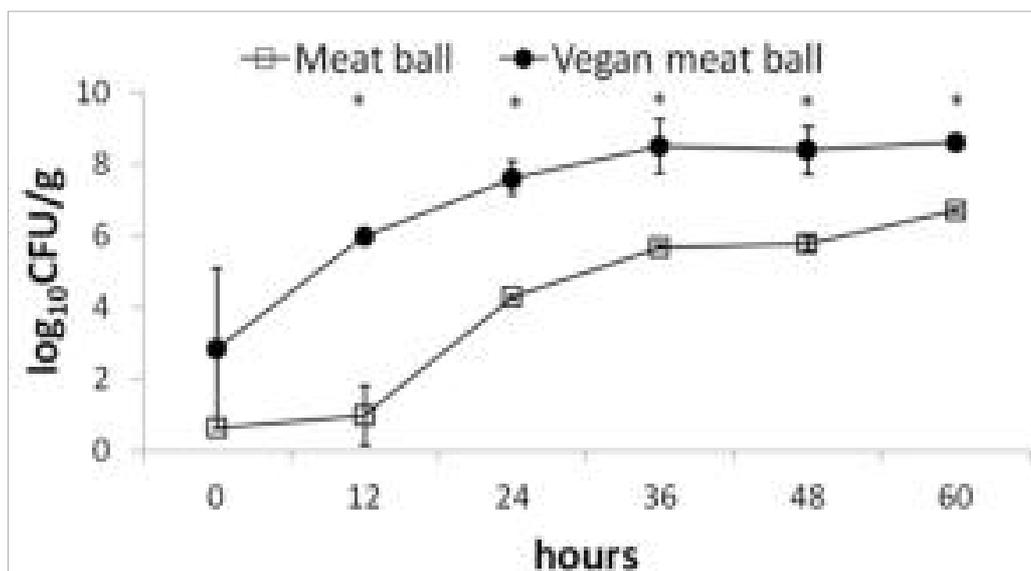


그림 16. 미트볼과 식물성 단백질 대체미트볼의 저장기간에 따른 호기성 미생물 증식 차이

2) 세포배양물 기반 대체식품

◎ 세포배양물 기반 대체식품 지지자들은 제품에 항생제를 사용하지 않는다는 이미지를 강조하고 있음. 하지만, 가축에서 세포를 얻는 과정에서 항생제를 사용하지 않는다면 미생물 오염이 일어날 가능성이 매우 높기 때문에 무항생제 배양은 비교적 크지 않은 배양기에서 단기간 배양할 때에만 적용 가능할 것으로 보임(지현근, 2021). 또한, 세포배양물 기반 대체식품은 실용화 단계에 와 있지만, 연구는 생산 최적화에 초점이 맞춰있기 때문에 동물매개 감염병, 유전공학 기술 적용의 문제, 프리온 단백질의 문제 등과 같은 안전성에 대한 연구가 필요한 실정임(표 9)(Hadi & Brightwell, 2021).

표 9. 세포배양물 기반 대체식품의 안정성 검증 필요성

표 2. 축산물 대체식품의 비교 및 특징(식품의약품안전처, 2019; Yoon et al., 2021)

구분	기준 육류	대체단백질식품			
		식물성 고기	식용곤충	배양육	
생산방법	가축 사육, 도축 후 식용	식물성 단백질 또는 곰팡이를 이용하여 제조 및 가공	식용이 가능한 모든 곤충	조직의 줄기세포 배양을 통한 식육 생산	
가격	대량생산 가능성	높지만 한계 존재	높음	높음	기술 개발 중
	생산비	상승 중	저렴	하락 중	고가
환경	자원 사용량	높음	매우 적음	적음	매우 적음
	온실가스 배출량	높음	감소	감소	잠재적 감소
윤리	동물복지 문제	상존	없음	없음	일부 있음
건강	영양가	-	높은 단백질 함량	높은 단백질 및 무기질 함량	지방산 조성 및 철분 함량 조절 가능
	건강 효과	-	단백질 증가 콜레스테롤 감소	단백질 증가 지방 감소	지방산 조성 개선 철분 감소
안전성	-	-	검증	검증 진행 중(알레르기 우려)	검증 필요
선호 선호	소비자 기호도	수요 증가	낮은 식미 문제	모양 혐오감	두려움과 과학기술 공포증
	기준 육류 유사도	-	다소 낮음	낮음	유사함

2. 연구의 필요성

◎ 한우산업의 발전을 위해서 본 연구의 필요성은 크게 4가지 측면에서 바라볼 수 있음. 첫째, 한우식품과 대체식품의 생산방법 및 특성을 과학적인 측면에서 비교하여 대체식품에 대한 green washing 방지를 위한 기초자료를 제공하기 위해 본 연구가 반드시 필요함. 둘째, 전통적인 한우 관련 산업에 대한 환경적 영향분석을 통해 소비자들의 오해를 해소하고 대체식품에 대한 대응전략을 마련하여 한우산업의 발전을 도모하기 위해 본 연구는 반드시 필요함. 셋째, 한우식품과 대체식품의 영양성분 분석을 통해 한우식품 고유의 영양적 특성을 규명하고 제품개발의 인사이트 도출을 위해 본 연구가 필요함. 넷째, 대체식품에 대한 소비자의 정확한 인식 분석 및 선호도를 조사하여 한우식품 발전의 기초자료로 활용하기 위해 본 연구가 필요함.

제2절. 연구의 목적

◎ 한우산업의 발전을 위해서 본 연구의 목적을 3가지로 설정하였음. 첫째, 한우식품과 대체식품에 대한 기존의 연구결과, 특히, 관련 문헌을 조사 및 비교분석하여 한우식품과 대체식품에 대한 정확한 정보를 한우농가, 관련부처, 학계, 소비자단체, 소비자들에게 제공하고 향후 대체식품에 대응한 한우식품의 발전방향 제시를 목적으로 함. 둘째, 대체식품 등장에 따른 한우산업의 경제적, 산업적, 사회적 영향을 분석하여 한우산업 육성을 위한 방향성을 제공할 수 있는 기초자료 제시를 목적으로 함. 셋째, 한우식품과 대체식품의 영양성분 비교분석을 통해 제품의 영양 정보를 제공하여 소비자가 제품 구매에 있어 올바른 선택을 할 수 있도록 하는 것을 목적으로 함.

제2장. 연구 내용

제1절. 대체식품의 과거, 현재 그리고 미래

1. 대체식품의 등장 배경 및 동향

가. 대체식품 개발과 발전역사

1) 1세대 대체식품(과거~현재)

◎ 동물성 단백질은 단순한 에너지 공급원뿐만 아니라 고유의 식감, 맛, 향미 그리고 영양학적 가치가 높아 많은 식품에 이용되고 있음(안두현, 2019). 특히, 육류는 다른 식품류와 비교하여 필수 아미노산이 고르게 함유된 고품질의 단백질이며, 인체에 필수적인 지방산, 미량 비타민 및 광물질 등을 공급하는 주요 식량자원임(De Smet & Vossen, 2016). 신체 발달 및 유지에 있어서 중요한 역할을 하는 육류의 섭취는 문화, 사회 및 개인의 기호와 연관되어 있어 식량자원으로써 식육의 가치는 보존될 것으로 전망되고 있음(Alexander et al., 2017; Jeong & Jo, 2018).

◎ 세계적으로 늘어나는 육류 소비에 맞춰 축산 또한 대규모 형태로 발전해 왔음. 그러나, 가축의 분노나 이산화탄소 배출에 의한 환경오염, 동물성 단백질 생산을 위한 과도한 곡물 소비, 육류 과다 섭취에 의한 성인병 및 인수공통 전염병 발생 등은 대규모 축산이 해결해야 할 문제임(안두현, 2019; 이은정 등, 2021). 이러한 이유로 육류를 대체할 수 있는 단백질 식품의 개발과 공급이 요구되기 시작하였음(유광연 등, 2020; 최홍식 & 김철진, 1982).

◎ 1960년대 미국에서는 대두 단백질로 섬유상 단백질 조직을 개발하였으며, 1970년대부터 조직화된 대두 단백질(textured vegetable

protein, TVP)을 생산하기 시작하였음(Baune et al., 2022). 1964년 영국에서 후사리움 균주를 이용한 단백질 개발에 성공하였고, 1985년부터 퀴(quorn) 브랜드가 제품을 제조하여 판매하고 있음. 그러나 개발 초기에는 기존 육류와의 식감, 맛 그리고 풍미의 차이로 인해 소비자의 선택을 받지 못해 상업적으로 성공하지 못하였음(Kim, 2005).

2) 2세대 대체식품(현재)

◎ 최근 미래 식량 안보 대책으로는 식물성 단백질 뿐만 아니라 세포배양물(배양육), 곤충 단백질, 미생물 단백질 및 해조류 단백질 기반 대체식품이 제시되고 있음(Angell et al., 2016; Kim et al., 2019). 세계 대체식품 시장에서 지역별 점유 비중은 북미(44.6%), 유럽(28.8%), 아시아·태평양(18.1%), 기타(8.5%) 순으로, 이미 북미, 유럽 등 선진국에서는 투자, 기술 개발, 소비가 모두 활성화되고 있음(Meticulous Research, 2019). 또한 2019년에서 2025년까지의 유형별 대체식품 시장 규모의 성장률을 예측한 자료에서는 곤충 단백질 기반 대체식품이 22.7%, 세포배양물 기반 대체식품이 19.5%, 해조류 단백질 기반 대체식품 8.3%, 식물성 단백질 기반 대체식품 8.1%, 미생물 단백질 기반 대체식품 5.0% 순으로 성장 가능성이 높게 평가되고 있음(박미성 등, 2020).

가) 식물성 단백질 기반 대체식품

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품은 식물 유래 단백질을 가공하여 실제 육류의 맛과 풍미를 느낄 수 있도록 제조한 식품을 말함. 식물성 단백질 기반 대체식품의 원료는 다양하지만, 콩 단백질을 기반으로 한 제품이 가장 널리 이용되고 있으며, 세계 식품 시장에서 4~5위를 차지하고 있음(권태은 & 김용휘, 2019).

◎ 100g당 약 35~40% 단백질을 함유한 콩은 매우 우수한 단백질 공급원으로 알려져 있음(Mujoo et al., 2003). 이러한 식물성 단백질의 조직화를 위해서는 방사법(radiation method), 압출성형 공정(extrusion method) 그리고 증기법(steam method)을 활용할 수 있으며, 그 중에서도 식물성 단백질 기반 대체식품 생산에 있어 경제적이고, 조직화가 우수한 압출성형 공정이 많이 이용되고 있음(유광연 등, 2020; Lee et al., 2024). 이와 같은 압출성형 공정은 다시 고수분 압출성형과 저수분 압출성형으로 나뉘며, 고수분 압출성형의 조직화가 우수하여 더 보편적으로 이용되고 있음(유광연 등, 2020; 조선영 & 류기형, 2018). 그러나 식물성 단백질 기반 대체식품은 질감과 콩 특유의 이취와 같은 한계로 인해 관능적인 기호도는 육류에 비해 부족한 상황임(유광연 등, 2020). 따라서 실제 고기와 유사한 대체식품을 개발하기 위해 대두 단백질 이외의 다양한 식물성 단백질 개발 및 풍미 재현을 위한 노력의 필요성이 대두되고 있음(이은정 등, 2021).

나) 세포배양물 기반 대체식품

◎ 세포배양물 기반 대체식품은 살아있는 동물 조직에서 줄기세포를 분리해 세포 공학적 기술로 증식하여 얻은 고기로, 20세기 초 병아리 배아 심장근육 배양을 시작으로 연구되어왔음(맹진수, 2016; Lee et al., 2023).

◎ 2013년 네덜란드 Mark Post 교수는 소의 조직세포를 배양하여 세포배양물 기반 대체식품(cultivated meat)을 선보였으며, 세계 최초로 세포배양물 기반 햄버거 시식회를 개최한 바 있음(Mosameat, 2013, Post, 2014a; Post, 2014b). 이후 2016년 미국의 스타트업인 UPSIDE Foods는 세포배양물 기반 쇠고기 미트볼을 최초로 선보였고, 2017년에는 세계 최초로 닭고기와 오리고기의 배양에 성공하였음(Schwartz, 2016; Watson, 2017; Lee et al., 2023). 또한 2018년 12월에는 이스라

엘의 알레프 팜스(Aleph Farms)가 최초로 실제 근육과 유사한 돼지고기 스테이크를 생산하는 데 성공하였음(Yalcinkaya, 2018; Lee et al., 2023). 미국 스타트업인 잇 저스트(Eat Just)는 식물성 단백질에 배양된 닭 세포를 70%를 혼합한 닭고기 세포배양물 기반 대체식품을 생산하였으며, 2020년 12월 세계 최초로 싱가포르 식품청(SFA)으로부터 닭고기 세포배양물 기반 대체식품 생산과 판매에 대한 정식 허가 받았음(Corbyn, 2020; Ding et al., 2021). 이후 생산된 닭고기 세포배양물 기반 대체식품은 굿 미트(GOOD Meat)라는 브랜드로 출시되어 17달러에 판매되었음(Ding et al., 2021). 2023년 6월에는 잇 저스트의 자회사인 굿 미트와 미국의 캘리포니아 버클리에서 창업한 업사이드 푸드(Upside Foods)에서 개발한 닭고기 세포배양물 기반 대체식품이 각각 미국식품의약국(USFDA)과 농무부(USDA)로부터 시판을 승인받음으로써, 세포배양물 기반 대체식품 산업의 상용화가 진전될 가능성을 나타냈음(Douglas, 2023). 그러나 많은 국가에서 아직까지 세포배양물 기반 대체식품의 식품 안전성 검증이나 첨가 기준, 관련 법안이 확립되지 않은 상황이며, 관리를 위한 정부 부처를 선정하는데도 어려움이 있는 상황임(Oh et al., 2021). 따라서 새로운 식품원으로서 세포배양물 기반 대체식품을 상용화하기 위해서는 제품의 판매를 위한 기준이 확립되어야 할 것으로 판단됨.

다) 곤충 단백질 기반 대체식품

© 2013년 유엔식량농업기구(FAO)는 폭발적인 인구 증가와 지구온난화로 인한 식량 위기를 경고하며, 그 대안으로 ‘식용곤충’을 제시하였음(FAO, 2013). 벨기에를 중심으로 유럽연합과 미국 등지에서는 다양한 곤충을 식용할 수 있도록 법제화하고, 곤충의 부가가치 향상을 위한 연구를 계속하고 있음(Park & Yun, 2018). 미국 FDA는 곤충을 식품으로 사용할 수 있고, 다른 식품의 규제 요구사항에 부합하는 경우 식품으로 간주할 수 있다고 밝혔지만, 아직

까지 실제 곤충의 생산 및 제품화에 적용되고 있지 않음(Larouche et al., 2023). 반면, EU는 귀뚜라미, 밀웬 및 메뚜기 등을 식품 원료로 인정하였으며, 생산자 및 소비자를 위한 안전 관리에 적극적인 조치를 취하고 있음(Casey, 2022; Stull & Patz, 2020). 이러한 노력으로 곤충 단백질 기반 식품 시장 규모는 2022년에 7억 달러로 평가되었으며, 2032년에는 68억 달러 규모로 성장할 것으로 예상됨(Van Thielen et al., 2019; Spherical Insights, 2022).

◎ 전 세계 곤충 단백질 기반 대체식품 관련 기업들은 주로 귀뚜라미, 메뚜기 및 밀웬 등의 곤충들을 사육하고 있으며, 생산된 곤충을 가공하여 판매 중임(이은영 등, 2023). 곤충의 원물 이외에도 곤충 단백질을 추출하여 활용하기도 하는데, 물, 염, 용매 및 알칼리를 이용한 화학적 추출뿐만 아니라 효소, 초음파, 마이크로파 및 전자기장 보조 추출법 등 물리적 추출 방법을 이용하고 있음(Pan et al., 2022; Lee et al., 2024). 곤충 단백질 기반 대체식품은 파스타, 빵, 과자, 에너지바와 같은 다양한 제품군을 이루고 있으며, 육류와 유사한 형태의 제품도 개발되고 있음(안두현, 2019; Ismail et al., 2020). 이스라엘의 Hargol은 메뚜기를 활용하여 단백질 셰이크나 에너지바로 제품화하였으며, 독일 기업 Bold Foods, Bugfoundation 등은 외미거저리(*Alphitobius diaperinus*) 단백질을 첨가한 패티를 출시한 바 있음(김예지 등, 2023). 국내에도 케일(KEIL) 등의 기업이 곤충 단백질 기반 대체식품 사업체를 이루고 있으며, CJ 제일제당이나 농심과 같은 대기업에서도 곤충 단백질을 이용하기 위한 연구가 추진되고 있음(이은영 등, 2023). 그러나 곤충 단백질 기반 대체식품 중 약 65% 이상이 곤충 원형 그대로의 모습으로 판매되고 있고, 그 외에는 분말, 에너지바 등의 제품으로 소비되어 육류처럼 완성도 높은 제품의 공급이 이루어지고 있지 않은 실태임(김수희, 2017). 이는 곧 곤충의 섭취에 익숙하지 않은 소비자의 거부감 유발로 이어질 수 있음. 향후, 식용 곤충 단백질 기반 대체식품에 대한 소비자들의 부정적인 인식 개선을 위한 노력과 다양한 품종의 확보 및 가공 기술 개발이 이루어질 것으로 예상됨(Kim et al., 2021).

라) 미생물 단백질 기반 대체식품

◎ 미생물 단백질 기반 대체식품은 일반적으로 버섯이나 곰팡이 유래 단백질 추출 기술을 이용하여 제조되며, 탄수화물을 기질로 곰팡이 균사체를 발효시켜 획득한 단백질을 마이코프로테인이라고 함(오태광, 2023, Saeed et al., 2023). 마이코프로테인은 필수 아미노산을 다량 포함하고 있고, 건량 기준 단백질 44%, 섬유질 24%를 함유한 고단백 식품임(Saeed et al., 2023). 섬유질이 다량 함유된 마이코프로테인은 실처럼 가느다란 형태가 특징적이며, 이는 대체식품 제조 시 닭가슴살과 같은 질감을 갖는데 효과적임(오태광, 2023; Hashempour-Baltork et al., 2020). 마이코프로테인의 종류 중 하나인 Koji protein은 누룩곰팡이(*Aspergillus oryzae*)의 발효로 생산되며, 건량 100g 기준 단백질 함유량이 37g임(Daba et al., 2021; Rousta et al., 2021). 미국의 Prime Roots사는 이러한 Koji protein을 이용하여 훈제 터키, 살라미, 햄 등의 제품을 개발하여 출시한 바 있음(Zimberoff, 2021). 또한 영국의 대표적인 미생물 단백질 기반 대체식품 제조업체인 Quorn은 현재 미국, 영국, 호주 등 20개 국가에서 대체식품 제품을 판매 중이며, 시장 진출 또한 활발히 진행 중임(Quorn, 2016). 이처럼 마이코프로테인은 미국식품의약국(FDA)을 통해 인정된 안전한 식품소재로서 이미 시장 내에서 제품으로 판매되고 있으며, 단백질과 필수 아미노산 함유량이 풍부하여 영양적 가치가 높음(Finnigan et al., 2019).

마) 해조류 단백질 기반 대체식품

◎ 해조류는 동아시아(한국, 중국, 일본 등)에서 다양한 유형으로 섭취되고 있는 식품인 반면, 대다수의 국가에서는 식감 또는 외형에 대한 거부감으로 인해 비교적 활용도가 떨어지는 식재료임(Govaerts, 2023). 이렇게 단백질이 풍부한 해조류를 대체식품의 원

료로 활용하는 것은 버려지는 해조류에 대한 가치를 제고하는 계기가 될 수 있으며, 많은 기업이 이미 해조류 단백질 기반 대체식품을 개발, 시장에 출시하고 있음. 전 세계 해조류 기반 단백질 대체식품 관련 기업들은 주로 미역, 다시마, 매생이, 감태 등을 활용하고 있음. 이러한 해조류들은 재배 시 토지와 비료가 필요하지 않고 자라면서 탄소까지 흡수하는 친환경적인 역할을 함(Han, 2008). 또한, 해조류는 철분과 아미노산의 복합체인 헴 분자를 함유하고 있어, 대체식품 제조 시 고기의 풍미를 모방하는데 유용함(Hamzaoui et al., 2020; NH노바텍, 2021). 그러나, 곤충 단백질 기반 대체식품과 마찬가지로 다양한 해조류 종 중에서 해조류 기반 단백질 대체식품에 사용 가능한 종들을 선별하고, 과잉섭취 시 문제가 될 수 있는 영양소 조절을 위한 지속적인 연구가 필요함.

3) 3세대 대체식품(미래)

◎ 대체식품에 관한 관심은 2007년부터 점진적으로 증가해왔으며, 지난 10년 동안 세계 대체식품 시장 규모의 증대가 가속화되어 2025년에는 178억 5,860만 달러, 2035년에는 2,900억 달러에 이를 것으로 예측되고 있음(김예지 등, 2023; Morach et al., 2021). 이러한 대체식품의 발전은 식품 트렌드 변화, 혁신적인 대체 단백질 식품 등장 그리고 새로운 판매방식 및 유통 방법 등에 영향을 미칠 것으로 전망됨(이은영 등, 2023; 김수경 등, 2022). 이러한 흐름에 따라 대체식품의 연구개발, 투자, 제품생산, 마케팅 및 규제완화 문제 등의 이슈 해결과 산업 발전을 위한 각 정부 부처의 지원과 규제 방안이 신속하게 수립되어야 하는 상황임(박미성 등, 2020). 국내 대체 단백질 식품 산업의 활성화를 위해서는 농림축산식품부, 식약처 등의 기관에서 대체식품의 정의와 기준 및 규격이 신설되었고, 법률 및 제도적인 기준 강화가 이루어질 예정임(김예지 등, 2023). 이외에도 대체 단백질 식품은 풍미 개선 및 생산 기술 효율성 향

상을 중점으로 연구되고 있으며, 소비자 인식 저해를 유발하는 부족한 맛과 식감을 개선하기 위해 첨가제 개발에 초점을 맞추는 추세임. 최근에는 육류 단백질과 대체 단백질원, 또는 각 대체 단백질원들이 하이브리드 형태로 서로의 한계를 보완하는 것이 대체 단백질 시장의 성장을 위한 방법으로 대두되고 있음(김예지 등, 2023). 이처럼, 대체 단백질 식품은 전 세계적인 인구 증가와 식량 안보 및 지속가능성의 위기, 환경 문제 등 전통 축산의 한계를 극복하기 위한 대안으로서 성장 될 전망이다.

나. 전통적 대체식품과 첨단푸드테크를 통해 생산된 대체식품 종류 및 특성 비교

1) 전통적 대체식품의 특성

가) 두부

◎ 두부(tofu)는 약 2,100년 전 중국에서 유래되었으며, 우리나라에 전파된 시기는 고려 말 이전이라고 추측되고 있음(장지현, 1993). 두부는 대두를 가공하여 만들어지며, 대두에는 약 32~45%의 단백질과 필수 아미노산이 골고루 함유되어 있고, 특히 곡류에 적은 라이신(lysine)이 비교적 많이 포함되어있음(Kim et al., 2020; Bressani. R, 1981). 과거에 동물성 식품을 섭취하기 어려웠던 우리나라에서는 대두가 단백질 및 필수 아미노산의 중요한 공급원으로 사용되었음(한국콩박물관건립추진위원회, 2005).

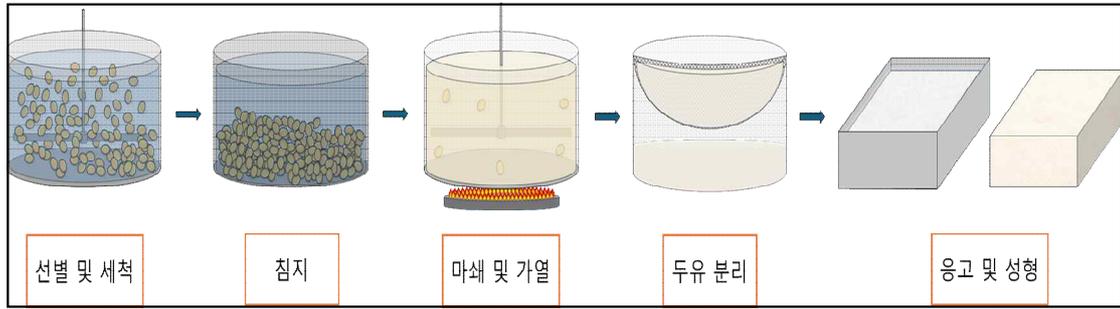


그림 17. 두부 제조 과정

- ◎ 두부 제조는 일반적으로 2가 양이온을 띠는 두부 응고제가 글리시닌(glycinin)과 같이 음전하를 띠는 콩 단백질과 결합하여 침전하는 원리를 이용함(심은영 등, 2022). 제조 과정은 크게 대두에서 두유를 만드는 과정과 두유에서 두부를 만드는 과정, 두 단계로 나눌 수 있음(그림17). 대두를 선별 및 세척, 침지, 마쇄 및 가열 후 분리하여 비지를 제거하여 획득한 두유는 다시 경두부, 생두부, 순두부 및 연두부, 유부 및 튀김두부로 가공할 수 있음(한상배, 2005).
- ◎ 국내 시판 두부 제품별 수분함량은 79.90~87.57%로 수분 함량이 매우 높음. 콩 원산지에 따라 두부의 황색도는 다르게 나타날 수 있으며, 수입산 콩이 국내산 콩에 비해 두부를 만들었을 때 황색도가 높은 것으로 확인되었음(심은영 등, 2022).
- ◎ 두부는 만드는 과정 중 가열 시간과 응고제 종류, 굳히는 방법에 따라 여러 종류로 나뉘며, 최근에는 발효, 냉동, 강화 등의 공정을 거쳐 다양한 형태로 추가 가공된 두부들이 판매되고 있으며(표 10), 기능성 성분을 강화하여 건강기능 식품으로까지 그 용도가 확장되고 있음(한상배, 2005).

표 10. 가공 두부 제품

브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
풀무원		칼슘연두부	연두부	대두, 밀크 칼슘, 글루코노델타락톤, 황산칼슘, 염화마그네슘, 정제 소금, 폴리감마글루탐산
풀무원		치즈쪽 두부봉	어육소시지	어육, 설탕, D-솔비톨, 산도조절제, 두부, 황산칼슘, 글루코노델타락톤, 염화마그네슘, 식물성유지, 글리세린지방산에스테르, 레시틴, 탄산마그네슘, 재제소금, 변성전분, 말토덱스트린, 치즈, 난백분, 가공치즈, 소맥전분, 향미증진제, 천연향신료
풀무원		뽀로로 키즈 두부봉 치즈	어육소시지	어육, 솔비톨, 설탕, 산도조절제, 두부, 조제해수염화마그네슘, 현미유, 올리브유, 소맥전분, 자연치즈, 렌넷카제인, 로마노치즈페이스트, 혼합탈지분유, 대두단백, 난백, 정제 소금, 참맛시즈닝-JJH, 우유, 밀크 칼슘, 트랜스글루타미나아제, 시즈닝 JM, 카라기난-CS, 정제어유, 효모추출물

나) 템페

◎ 템페(tempeh)는 12~13세기 경부터 제조된 인도네시아 자바섬의 전통 발효식품으로, 껍질을 벗긴 대두를 곰팡이(*Rhizopus* sp.)로 발효시킨 흰색 균사체 덩어리를 총칭함(Nout et al., 2005). 이러한 템페는 흰색 균사체가 대두 사이사이를 채우고 있어 고기와 같은 조직감을 제공할 수 있음. 템페의 영양성분은 수분 55.3%, 단백질 20.8%, 탄수화물 13.5%, 지방 8.8%, 식이섬유 1.4%로 비교적 단백질

의 함량이 높은 편임(표 11). 또한, 발효 중에 단백질, 지방, 탄수화물, 피트산 등이 효소 활성에 의해 저분자로 분해되어 미발효 대두보다 영양가가 높고, 소화 흡수가 용이하여 식품으로서 이용 가치가 높은 것으로 평가받음(Nout et al., 2005; 김종태 등, 1990).

표 11. 대두 템페 영양성분

영양성분(%)	대두 템페(soybean tempeh)
수분	55.3
회분	1.6
지방	8.8
단백질	20.8
탄수화물	13.5
섬유질	1.4

◎ 템페 제조에 일반적으로 사용되는 대두는 흰콩 종류로 10여 종에 이르며, 주로 glycine max, seneca, hawkeye, clark 등이 사용되고 있음(김종태, 1990a). 품질이 좋은 템페의 생산을 위해서는 종균의 선정이 매우 중요한데, 전통적으로 털곰팡이 부류의 *Rhizopus* 속의 곰팡이를 사용하며, 누룩 곰팡이 부류인 *Aspergillus oryzae*도 곰팡이 혼합물로 구성하여 사용할 수 있음(농촌진흥청, 2019, Borzekowski et al, 2019). 종균 접종 시에는 종균이 대두 표면 전체에 분산 및 혼합되어야 하며, 템페 종균 제조법은 크게 3가지로 나뉨.

첫째, 균사체를 형성하여 대두나 기타 유용한 기질에 접종하여 제조한 종균

둘째, 균사체를 형성시킨 템페 종균

셋째, 균사체를 형성시키지 않은 신선한 템페 종균

◎ 위 3가지 종균 제조 방법은 각기 다른 장단점을 가지고 있으나 ‘균사체를 형성하여 대두나 기타 유용한 기질에 접종하여 제조한 종균’이 가장 우수한 종균 제조 방법이라고 알려져 있음(김종태, 1990a). 이러한 템페의 발효에 있어서 온도는 중요한 요인으로 작용하며, 보통 25~37℃ 온도 범위 내에서 발효가 진행됨. 높은 온도에서는 발효 속도가 증가하며, 특히 *Rhizopus oligosporus*의 성장 속도가 빨라짐(김종태, 1990b). 이외에도 템페 발효에는 적당한 수분, 산소 및 열의 공급이 갖추어져야 함(그림 18)(김종태, 1990b).

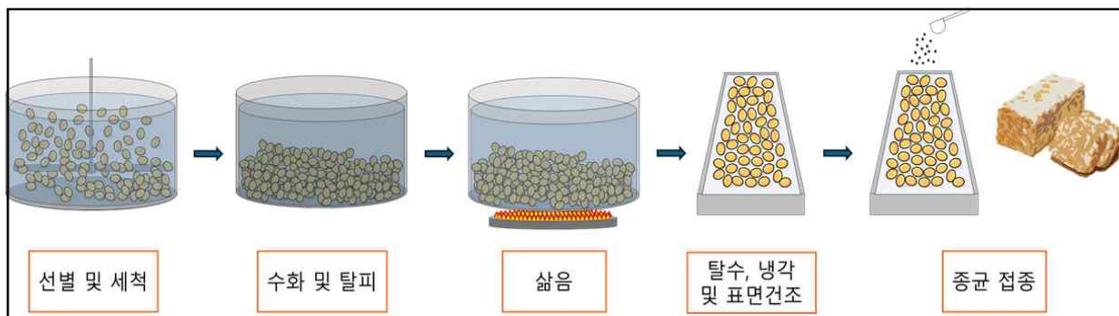


그림 18. 템페 제조 과정

표 12. 국내 템페 제품 예시

브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
PaAp		파아프 오리지널 템페	두류가공품	대두, 종균(<i>Rhizopus oligosporus</i>)
PaAp		파아프 검은콩 템페	두류가공품	검은콩, 종균(<i>Rhizopus oligosporus</i>)

◎ 템페는 인도네시아뿐만 아니라 말레이시아, 싱가포르, 캐나다, 네덜란드, 인도, 미국 및 일본 등 여러 나라에서 소비되고 있으며, 새로운 단백질 공급원으로서 활용될 수 있는 식물성 단백질 기반 대체식품임(김종태, 1990a; Ministry of Health Indonesia, 2017). 특히, 인도네시아의 템페는 수많은 제조업체에서 각 지역의 기후와 특성에 맞는 각기 다른 제조 방법을 활용하여, 소단위 공장에서 생산되어짐(김종태, 1990a). 우리나라의 경우, 2017년 국산 콩으로 템페 제조에 성공하여 시중에 판매하고 있음(표 12)(요나, 2019).

다) 세이탄

◎ 세이탄(seitan)은 6세기부터 중국의 불교 문화에 의해 육류를 먹지 못하는 사람들에게 고기 대체품으로 섭취되었음(김홍균, 2019). 중국에서는 미엔진, 우리나라에서는 밀고기라 하며, 일본, 베트남 등 여러 나라에서 다양한 언어로 불리고 있음(김홍균, 2019).

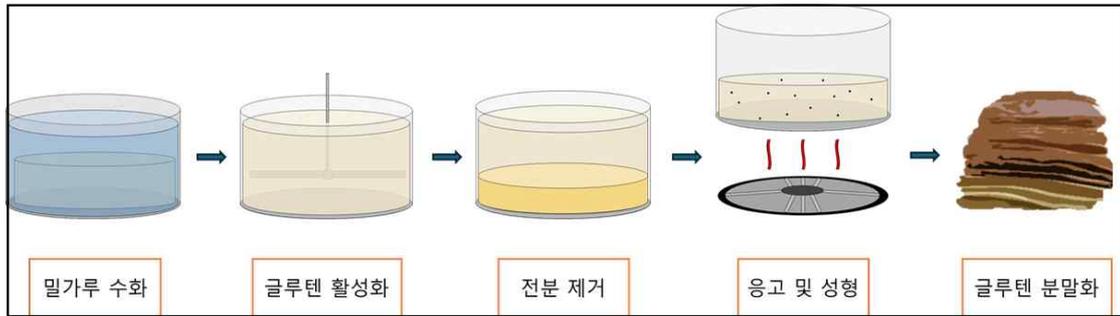


그림 19. 세이탄 제조 과정

◎ 세이탄은 밀가루를 수화시켜 활성화한 후 전분을 제거하여 얻은 글루텐을 분말화하여 사용함(그림 19). 다른 단백질과 유사하게 세이탄을 물과 혼합하면 글루텐 단백질 간의 상호작용이 일어나 고분자의 네트워크로 재배열되고, 글리아딘(gliadin)과 글루테닌(glutenin) 간의 공유결합과 비공유결합으로 인해 밀가루 반죽에 특유의 점탄성을 나타냄. 이러한 글루텐의 성질을 이용하면 두부와 같은 단백질 대체식품보다 더 고기와 비슷한 쫄깃한 식감을 만들어 낼 수 있다고 알려져 있음(김홍균, 2019).

◎ 그러나, 글루텐에 함유되어 있는 프롤라민(prolamine) 성분은 장 질환인 셀리악병(celiac disease) 외에도 포진형 피부염(dermatitis herpetiformis), 글루텐 운동실조(gluten ataxia), 밀 알레르기 등을 유발할 가능성이 있음. 이러한 이유로 세이탄의 수요는 많지 않은 편이며, 국내에서는 세이탄 제조사가 없어 해외 수입에 의존하여 판매되고 있음(김홍균, 2019).

표 13. 세이탄의 영양성분 및 총 열량

영양성분(%)	세이탄	튀긴 세이탄 ⁽¹⁾	튀긴 세이탄 ⁽²⁾
수분	49.30	48.30	51.59
단백질	34.27	21.71	24.52
식이섬유	0.16	0.02	0.36
탄수화물	15.24	22.17	16.82
지방	0.78	6.40	5.09
회분	0.25	1.40	1.62
총 열량(kcal)	205.06	233.12	211.17

(1): 밀가루와 함께 튀긴 세이탄, (2): 병아리 콩가루와 함께 튀긴 세이탄

◎ 세이탄은 가공 방식에 따라 영양성분 및 *in vitro* 단백질 소화율의 차이가 발생하기도 함. 일반 세이탄(raw seitan)과 튀기는 방식을 다르게 한 세이탄(fried seitan) 2종의 영양성분 분석 결과, 수분 함량은 큰 변화가 없으나 일반 세이탄에 비해 튀긴 처리구의 단백질 함량이 약 10% 이상 낮아진 것을 확인하였음(Anwar & Ghadir, 2019). 탄수화물 함량의 경우 밀가루와 함께 튀긴 처리구의 함량이 다른 처리구에 비해 더 높은 것으로 확인되었음(표 13)(Anwar & Ghadir, 2019).

표 14. 세이탄의 단백질 소화율 및 단백질 소화율 교정 아미노산 점수(PDCAAs)

종류	단백질 소화율(%)	PDCAAs(%)
세이탄	84.88	23
튀긴 세이탄 ⁽¹⁾	77.37	22
튀긴 세이탄 ⁽²⁾	63.62	21

(1): 밀가루와 함께 튀긴 세이탄, (2): 병아리 콩가루와 함께 튀긴 세이탄

◎ 세이탄의 *in vitro* 단백질 소화율 비교 결과, 일반 세이탄(raw seitan)에 비해 튀긴 처리구들의 단백질 소화율이 더 낮았음. 이와 같은 결과를 통해 전통 방식으로 제조한 세이탄을 섭취하는 것이 튀기는 방식에 비해 더 많은 단백질을 섭취할 수 있고, 그 소화율도 높다는 것을 알 수 있음(표 14)(Anwar & Ghadir, 2019).

표 15. 국내 유통 세이탄 제품 예시

브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
BjORG		Seitan veggie	세이탄	밀 글루텐
Wurzteufel		Seitan wheat gluten	세이탄	밀 글루텐

2) 첨단푸드테크 기반 대체식품 대표제조사 및 제품 현황

가) 식물성 단백질 기반 대체식품

◎ 최근 식물성 단백질 기반 대체식품의 해외 생산업체로는 임파서블 푸드(Impossible Foods), 잇 저스트(Eat Just), 비온드 미트(Beyond Meat) 등이 있으며, 한국에서도 CJ제일제당, 풀무원, 롯데웰푸드 등에서 고품질 대체식품 개발 및 출시에 나서고 있음(표 16)(김예지 등, 2023; 이정민 & 김용렬, 2018). 해외 대체식품 생산업체 중에서 임파서블 푸드는 기존 쇠고기 특유의 붉은색을 내는 두류 식물 뿌리 유래의 레그헤모글로빈(leghemoglobin) 단백질을 패티에 첨가하였음(김민주, 2017). 또한, 비온드 미트는 콩, 완두콩, 이스트 등을 이용하여 닭고기가 들어가지 않은 ‘닭고기 스트립’을 생산하였음(이현정 & 조철훈, 2019). 한국 시장의 경우 농심의 베지가든에서 떡갈비, 너비아니, 프라이드 치킨 등 다양한 형태의 식물성 단백질 기반 대체식품을 개발하고 있는 것으로 알려져 있음. 또한 신세계 푸드는 콜드컷, 햄, 미트볼, 소시지 등 다양한 식물성 단백질 기반 대체식품을 선보였으며, 풀무원은 식물성 텐더, 식물성 스테이크 등을 출시한 바 있음(김예지 등, 2023).

◎ 거의 모든 식물성 단백질 기반 대체식품 제품은 콩에서 유래한 단백질을 포함하고 있으며, 밀글루텐이 함께 첨가된 경우가 대부분이었음. 이는 식물성 단백질 기반 대체식품의 결착력과 질감 향상을 위한 목적이며, 이외에도 메틸셀룰로오스, 텍스트린, 전분, 대두유, 글루탐산, 식이섬유, 효모추출물, 소금, 설탕, 간장 또는 향신료와 같은 많은 종류의 성분을 배합하여 제조하는 것으로 조사되었음. 이외에도 부족한 지방을 보충하기 위해서는 코코넛 오일, 카놀라 오일, 팜 오일, 해바라기 오일, 조류 오일, 옥수수 오일 등이 사용되었음(김홍균, 2019; Maningat et al., 2022).

나) 세포배양물 기반 대체식품

◎ 세포배양물 기반 대체식품의 경우, 아직까지 지속적인 판매 승인이 허가된 제품이 없기 때문에, 2019년 4월부터 2024년 3월까지, 5년간 기업에서 발표한 세포배양물 기반 대체식품의 시제품을 기준으로 조사하였음(표 17). 총 24건의 제품 중 미국이 가장 많은 7건, 다음으로 대한민국이 6건으로 가장 많은 수의 시제품을 발표하였음. 세포배양물 기반 대체식품은 출시된 제품의 형태가 명확히 명시되어 있지 않은 경우가 대부분이어서, 이런 경우에는 제품을 “육류”로 명시하였음. 시제품 8건 중 쇠고기와 닭고기가 4건, 돼지고기가 4건이었으며, 우리의 간인 푸아그라 제품도 존재하였음. 전체 제품 중 해산물이 차지하는 비율은 25%(6건)로, 비교적 해산물 대체식품 개발의 비중이 높은 것을 확인할 수 있었으며, 그 종류는 연어, 참치, 새우, 랍스터 등으로 다양하였음. 세포배양물 기반 대체식품의 경우 식물 유래 단백질 성분과 혼합하여 제조한 경우가 많이 확인되었는데, 이는 제품 질감의 보완과 함께 생산가가 비싼 세포배양물 기반 대체식품의 부족한 양을 보완하기 위해서라고 생각됨. 실제로 조사된 거의 모든 세포배양물 기반 대체식품들의 실제 세포배양물 단백질 함유량은 명확하게 명시되어 있지 않았음.

다) 곤충 단백질 기반 대체식품

◎ 현재 육류 대체식품으로 판매되고 있는 곤충 단백질 기반 대체식품을 조사한 결과, 다른 소재들에 비해 곤충 단백질 기반 대체식품은 대부분 업체당 한 개의 제품만 출시되어 있었음(표 18). 현재 곤충 단백질 기반 대체식품으로 판매되고 있는 곤충 제품은 총 6건으로 4개 제품이 외미거저리(Larvae form of *Alphitobius diaperinus*), 2개 제품이 밀웜(Larvae form of *Tenebrio molitor*)를 이용하였으며, 다양한 식용 곤충 종류에 비해 소재의 다양성이 적은 것으로 나타났음. 그 중 5건은 패티, 나머지 한 건은 미트볼 형태의 제품으로, 소비욕을 감소시키는 곤충의 외형이 보이지 않도록 분쇄하여 가공된 것이 특징임. 특히, 곤충 대체 단백질의 부족한 질감을 보완하기 위해, 밀 글루텐, 콩 단백질, 병아리콩, 퀴노아 등과 같은 식물성 단백질 혹은 곡류 유래 소재가 다량 함유되어 있었음.

라) 미생물 단백질 기반 대체식품

◎ 미생물 단백질 기반 대체식품을 조사하는 데 있어, 단순히 버섯을 첨가한 대체식품 제품이 있었지만, 이러한 제품은 미생물 단백질 기반 대체식품군에 포함되지 않았음. 버섯 자체의 원료는 단백질의 함유량이 매우 낮아 전통육의 단백질을 대체한 제품이라기보다, 비건(베지테리언) 제품의 식감 개선 등의 효과를 위해 첨가된 성분이기 때문임. 조사에 따르면 현재 미생물 단백질 기반 대체식품을 이용한 제품을 판매하는 회사는 총 9곳으로, 그중 4곳이 United States 소재임(표 19). 마찬가지로 우리는 한 브랜드에 대표적인 제품 1건만을 소개하였지만, 미생물 단백질 기반 대체식품은 식물성 단백질 기반 대체식품 제품 다음으로 동일 브랜드에서 많은 개수의 제품군이 검색되어 실제 시장에 판매 중인 제품은 더 다양한 것으로 확인되며, 이들은 모두 마이코프로테인 또는 코지(koji)를 사용한 제품임.

◎ 제품들은 균사체, 마이코프로테인, Fungi-based(Fy) protein, 코지 등으로 명명된 미생물 유래 단백질이 첨가되었음. 특이하게도 마이코프로테인을 이용한 제품 중에서 고기가 아닌 전통 단백질 대체재 중 하나인 템페의 단백질을 대체한 제품도 판매되고 있는데, 제품의 성분 중 30%가 마이코프로테인으로 이루어져 있음. 미생물 단백질 기반 대체식품 제품들 또한 우유 단백질, 콩단백질, 전분 등이 혼합되어 있으며, 부족한 지방 성분은 카놀라, 올리브, 코코넛, 해바라기 또는 팜오일 등으로 충족되었음. 특히, 미생물 단백질 기반 대체제품에서는 균사체로 인한 영향으로, 고기 특유의 질감 구현이 중요한 구운 고기나 햄, 베이컨 등의 형태로 된 제품들이 상대적으로 많이 개발된 것으로 확인되었음.

마) 해조류 단백질 기반 대체식품

◎ 현재 판매되고 있는 해조류 단백질 기반 대체식품은 미국, 네덜란드, 한국, 태국, 아일랜드, 독일 등 비교적 다양한 국가에서 제조되고 있으며, 소시지, 패티, 미트볼, 크로켓, 베이컨 등 제품의 형태가 다양하게 분류되었음(표 20). 해조류 단백질 기반 대체식품의 소재로는 다시마, 미역, 스피루리나 및 카라기난 등이 사용되었으며, 해조류에서 단백질 또는 아미노산을 추출한 형태로 첨가되기도 했음. 해조류 기반으로 만들어진 대부분의 제품들도 식물 유래의 콩 단백질, 밀가루, 전분, 해바라기 오일 그리고 메틸셀룰로오스 등이 첨가되었음. 해조류 기반 단백질 대체식품 뿐만 아니라 다른 여러 단백질 대체식품 제품들에 첨가된 카라기난은, 성분들을 결합시키고, 제품의 질감을 향상시키는 효과를 위해 많이 사용되는 해조류의 한 종류임(Majzoobi et al, 2017).

표 16. 식물성 단백질 기반 대체식품 개발 현황

					
Beyond Meat의 Beyond sausage	Impossible Foods의 Impossible Burger	Revo Foods의 Smoked Salmon	폴무원의 식물성 지구식단 LIKE 미트볼	UNLIMEAT의 언리미트 식물성 프랑크	Better meat의 베리미트 식물성 런천
					
Beyond meat의 Beyond Mince	Beyond meat의 Beyond Meatball	Chengdu Xiangxiang zui soybean products의 향향주이 콩고기	CK foods의 비건콩햄	CK foods의 훈제 수제콩햄	DEVOTION의 Devotion meat
					
Sahmyook Food의 콩 불고기	Sahmyook Food의 참나무로 훈연된 식물성 콩단백	Sahmyook Food의 맛있는 삼육 베지버거	Sahmyook Food의 콩콩 콩까스	Soymaru의 콩단백 고기	Soymaru의 참좋은 비건 스테이크
					
Soymaru의 쏘이 너비안볼	Soymaru의 참좋은 비건M	Soymaru의 채식 햄버거 패티			

표 17. 세포배양물 기반 대체식품 개발 현황

					
Aleph Farms	BlueNalu	Bluu Biosciences	Cell Meat	DaNAgreen	Finless Foods
					
Fork & Good	Future Meat Technologies	Good Meat	Gourmey	Joes Future Food	Meatable
					
Steakholder	Misson barns	Mosa Meat	HN Novatech	SeaWith	Shiok Meats
					
Space F	SuperMeat	TissenBio Farm	Upside Foods	Vow Food	WildType

표 18. 곤충 단백질 기반 대체식품 개발 현황

					
Bold Foods의 Tex mex burger patties mit insekten protein	Damhert의 Damhert Nutrition Insecta Groenteburger met Buffalowormen	ESSENTO의 Insect Protein Burger Mealworms	Kupfer의 Burger patties made from insects	YUM BUG의 BUG BURGER	ZIRP의 ZIRP Zuper Burger

표 19. 미생물 단백질 기반 대체식품 개발 현황

					
Eat Meati의 Classic cutlet	Libre Foods의 Libre Bacon	MyForest Foods의 My BACON	Nature's Fynd의 Meatless Fy Breakfast Patties	PRIME ROOTS의 Classic smoked Koji Turkey	Quorn의 Quorn beef roast
					
Revo Foods의 The filet 3D Structured	Schouten Food의 Mycoprotein nuggets	Tempty Foods의 Tempty original			

표 20. 해조류 단백질 기반 대체식품 개발 현황

					
<p>AKUA의 The kelp burger bundle</p>	<p>Hichung Farm의 Donggeurangttaeng with seaweed</p>	<p>HN Novatech의 FUSCA vegetable croquette</p>	<p>Jtip Food의 Vegetarian Seaweed Meat Ball</p>	<p>Roaring Water Sea Vegetable의 Sea Burger</p>	<p>The DUTCH WEED의 The Dutch Weed Burger</p>
					
<p>Tofurky의 PEPP'RONI</p>	<p>UMARO의 Umoro Plant-Based Vegan Applewood Bacon</p>	<p>VEGAN Finest Foods의 King No Crab</p>	<p>VIVA MARIS의 Viva Maris ALGEN Wiener</p>		

2. 대체식품이 환경에 미치는 영향 및 장·단점 비교

가. 환경적 영향

© 세계 인구 증가와 함께 육류소비도 증가할 것이라고 전망되고 있음(Alexandratos & Bruinsma, 2012). ‘Livestock’ s long shadow’에서는 전 세계 온실가스 생산량의 18%가 가축에게서 나오며, 이는 교통수단을 통한 발생량보다 높은 수치라고 보고되었음(Steinfeld et al., 2006). 고기 생산의 경제적 비용 절감과 함께 환경오염 문제를 해결하기 위한 일환으로 대체식품은 식육시장에 등장하였음(정아현 등, 2021). 대체식품의 소비는 지속적으로 증가하고 있으며, 주된 요인 중 하나로 환경보호가 많은 관심을 받고 있음(한국농수산식품유통공사, 2022a; 박미성 등, 2020). 하지만, 대체식품에는 실제로는 환경에 악영향을 끼치면서 친환경적인 이미지를 내세우는 그린워싱(Greenwashing)과 같은 문제점이 존재함. 한우와 같은 반추동물의 온실가스 배출량을 자동차와 비교하였을 때 반추동물이 환경오염의 주된 문제점으로 보일 수 있음. 하지만, 한우의 온실가스 배출량에는 사료 재배부터, 사양, 장내발효, 분뇨처리 전과정이 포함되어 있었으며, 자동차의 경우 생산과정은 제외되고 실제 차량 운행 시 연료 소모량에 대한 온실가스 배출량만 산정되어 자동차보다 가축의 온실가스 배출량이 크다는 오해가 생겨났음(Steinfeld et al., 2006; 박규현 등, 2022). 이처럼 그린워싱 문제를 해결하고 한우의 부정적인 인식을 해소하기 위해서는 대체식품의 환경적 영향에 대해서 과학적으로 접근할 필요가 있음.

1) 식물성 단백질 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향

© 식물성 단백질 기반 대체식품은 기존 축산 대비 토지사용량 95%, 온실가스 배출량 87%, 물 사용량 74%를 감소시킬 수 있으며,

가축 전염병에 대한 우려도 배제 할 수 있는 장점이 있다고 알려져 있음(중소기업기술정보진흥원, 2020). 식물성 단백질 기반 대체 식품을 판매하는 Impossible Foods사는 콩과 작물에서 추출한 단백질로 버거를 만들어 위와 같은 환경적 이점을 내세워 제품을 홍보하고 있음(그림 20)(이수행 등, 2023).

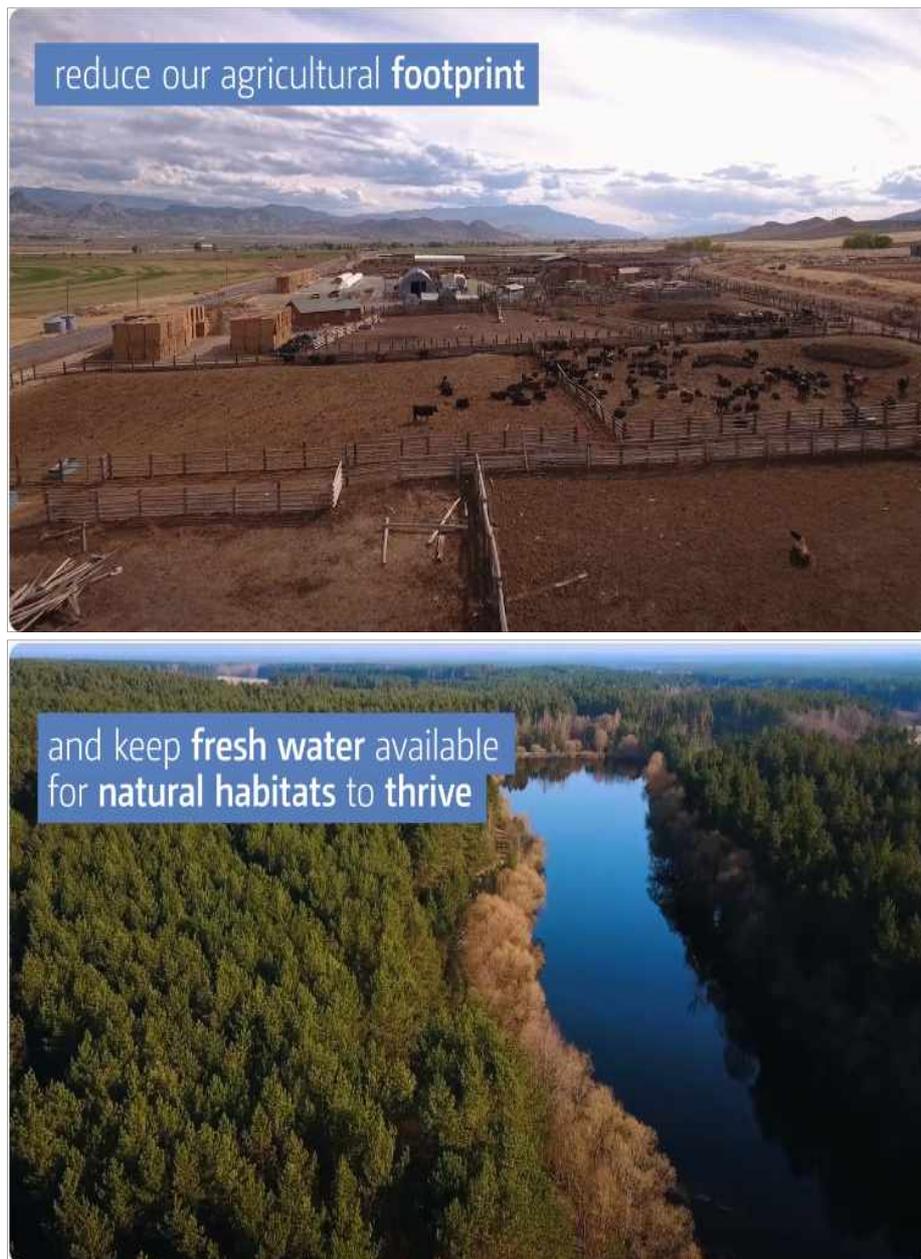


그림 20. Impossible foods의 대체식품 광고

◎ 한우 1kg을 생산하기 위한 탄소 발자국은 16.55kg CO₂-eq/kg, 식물성 단백질 기반 대체식품을 생산하기 위한 탄소 발자국은 3.2~3.5kg CO₂-eq/kg로 나타났으며, 이는 Impossible Foods사의 광고와 유사하게 식물성 단백질 기반 대체식품이 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있음을 시사함(Van et al., 2020; Jeong et al., 2023). 탄소배출 측면에서 보았을 때, 한우 생산은 식물성 단백질 기반 대체식품보다 더 부정적인 영향을 미칠 수 있음. 하지만, 방목형 사육 시스템에서 가축이 작물들을 소비함과 동시에 작물들과 토양을 관리하며 비용을 급여할 수 있기 때문에 일정 수준의 식량 안보를 확보할 수 있음. 또한, 엄격하게 관리된 목초 시스템은 가축에서 배출된 온실가스를 흡수할 수 있음(Van et al., 2020). 가축에서 주로 생성되는 강력한 온실가스인 메탄(CH₄)은 이산화탄소(CO₂)와 비교하였을 때 짧은 대기수명을 갖고 토양으로 이동하여 이산화탄소로 분해될 수 있음. 장기적으로 보았을 때, 대체식품 가공에 사용되는 화석연료의 이산화탄소 생성이 한우생산보다 온실가스에 더 많은 영향을 줄 수 있음(Lynch, 2019).

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품에 대한 물 발자국 조사 결과, 식물성 단백질 기반 대체식품을 만드는데 드는 총 물 발자국은 3,800m³/ton으로 보고되었음. 특히, 식물성 단백질 기반 대체식품 제조 공정 중 가장 많은 물이 사용되는 부분은 콩을 고기와 같은 질감을 만들어 내는 가공단계로 나타났음(Fresán et al., 2019). 한우산업에서 사육부터 지육 생산까지 사용되는 총 물 발자국은 17,023.1m³/ton으로 식물성 단백질 기반 대체식품의 물 발자국보다 높게 나타났음. 여기에는 음용 및 세척 등과 같이 한우에 직접적으로 사용되는 직접수와 사료작물 생산에 사용되는 간접수가 포함되어 있음(이상현 등, 2015). 가축 먹이에 사용되는 간접수는 가축사료의 원료인 작물에게 사용되는 물이기 때문에 가축이 지구에서 사라진다고 해도 절약되기 어려움(Chriki & Hocquette, 2020). 따라서, 한우에 직접적으로 사용되는 물 발자국과 식물성 단백질 기반

대체식품 생산에 이용되는 물 발자국을 비교하였을 때, 한우 생산의 직접수는 $91.2\text{m}^3/\text{ton}$ 으로 식물성 단백질 기반 대체식품 생산보다 더 낮은 수준의 물이 사용될 수 있다고 말할 수 있음.

2) 세포배양물 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향

◎ 세포배양물 기반 대체식품은 기존 축산 대비 토지사용량 99%, 온실가스 배출량 96%, 에너지 소비량 45%를 감소시킬 수 있다고 알려져 있음(이정민 & 김용렬, 2018). 또한, 몇몇 학자들은 세포배양물 기반 대체식품의 생산 최적화가 이루어지면 식육과 비교하였을 때 더 적은 자원이 사용되고, 축산 폐기물이 감소할 것이라고 주장하고 있음(Rubio et al., 2020).

◎ 세포배양물 기반 대체식품의 생산은 전통적인 축산과 비교하였을 때 토지 사용 면적을 줄일 수 있음. 하지만, 가축의 분뇨는 유기물과 질소, 인 등을 풍부하게 갖고 있어, 토양의 탄소 함량과 비옥도를 유지하는데 핵심적인 역할을 함(이정민 & 김용렬, 2018; Chriki & Hocquette, 2020).

◎ 온실가스의 상당한 부분은 반추동물의 메탄가스에 의한 것으로 알려져 있음. 세포배양물 기반 대체식품 생산 과정에서도 배양세포를 가열할 때 사용되는 화석연료로부터 이산화탄소가 생성되기 때문에 온실가스가 생성될 수 있음. 특히, 이산화탄소는 메탄과 달리 대기에 오랫동안 축적되는 특징을 갖고 있음(Chriki & Hocquette, 2020).

◎ 엄격하게 통제된 환경에서의 세포배양물 기반 대체식품 생산은 수질 저하를 막을 수 있지만, 제품 생산과정에서 사용되는 화학약품이나 호르몬 등이 공장으로부터 배출된다면 수질 저하가 발생할 수 있음. 또한, 오염된 물은 이동하여 또 다른 환경오염을 일으킬 수 있음(Chriki & Hocquette, 2020).

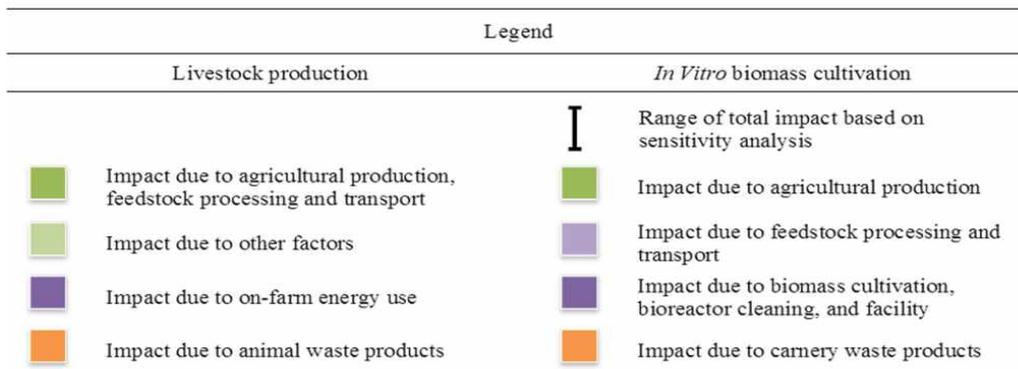
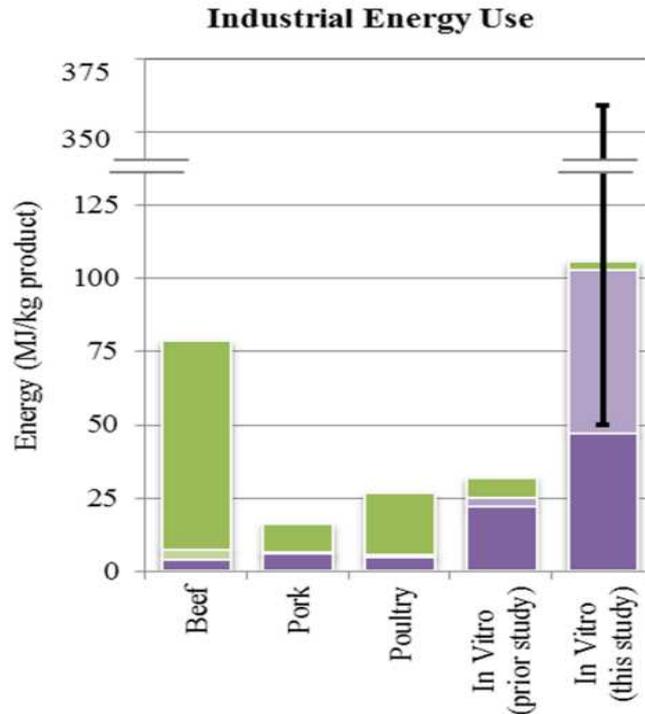


그림 21. 다양한 축종과 세포배양물 기반 대체식품 생산 시 사용되는 에너지 소비량

© 토지, 온실가스, 물과 같은 측면에서 세포배양물 기반 대체식품의 이점이 있다고 하더라도 제품생산에 있어 쇠고기보다 세포배양물 기반 대체식품에서 1.35배 또는 그 이상의 에너지가 필요함(그림 21)(Rubio et al., 2020; Mattick et al., 2015a). 투입되는 자원에 에너지를 고려하였을 때, 세포배양물 기반 대체식품을 탄소중립을 위한 대응 방안이라고 확신하기에는 더 다양한 각도에서 엄밀한 검증이 필요함.

3) 곤충 단백질 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향

◎ 식용이 가능한 곤충 단백질 기반 대체식품은 단백질과 다가불포화 지방산이 풍부하여 식량안보를 위한 지속가능한 식품 소재로 전세계에서 1,900종 이상이 식용으로 사용되고 있음(Hadi & Brightwell, 2021; van Huis et al., 2013). 또한, 식용곤충은 냉혈 동물로 몸의 온도를 유지하기 위해 적은 에너지를 사용하며, 이에 따라 높은 사료 효율을 갖고 있음(Gahukar et al., 2016).

◎ 식용곤충은 가축 사육보다 훨씬 적은 온실가스과 암모니아를 방출하며, 물소비량도 적고, 사육 시설의 공간요구도가 낮고, 노동강도가 낮은 편임. 또한, 다른 가축에 비하여 높은 사료효율, 빠른 생활사, 낮은 폐기율 등과 같이 환경 친화적이며 지속가능한 특성을 갖고 있음(그림 22)(김수희, 2017).

◎ Oonincx와 De Boer은(2012) 밀웜에 대해 전 과정 평가(Life Cycle Assessment)를 하였음. Feed conversion ratio는 밀웜에서 2.2, 소에서 2.7~8.8로 나타났음. 생산과정에서 발생하는 지구온난화지수는 소가 밀웜보다 5.55~12.51배 높았고, 에너지 사용량은 소가 밀웜보다 1.02~1.58배 높았다고 보고하였음(그림 23)(Oonincx & De Boer, 2012). 밀웜을 가축과 비교하였을 때, 밀웜이 더 많은 환경적 이점을 가질 수 있지만, 현재로서는 다양한 종에 대한 식용곤충의 에너지, 온실가스, 토지 사용에 대한 연구는 부족한 실정임(Calder, 2019). 식용곤충과 한우의 환경에 대한 영향을 다각적으로 비교하기 위해서는 다양한 종의 식용곤충에 대한 연구가 필요함.

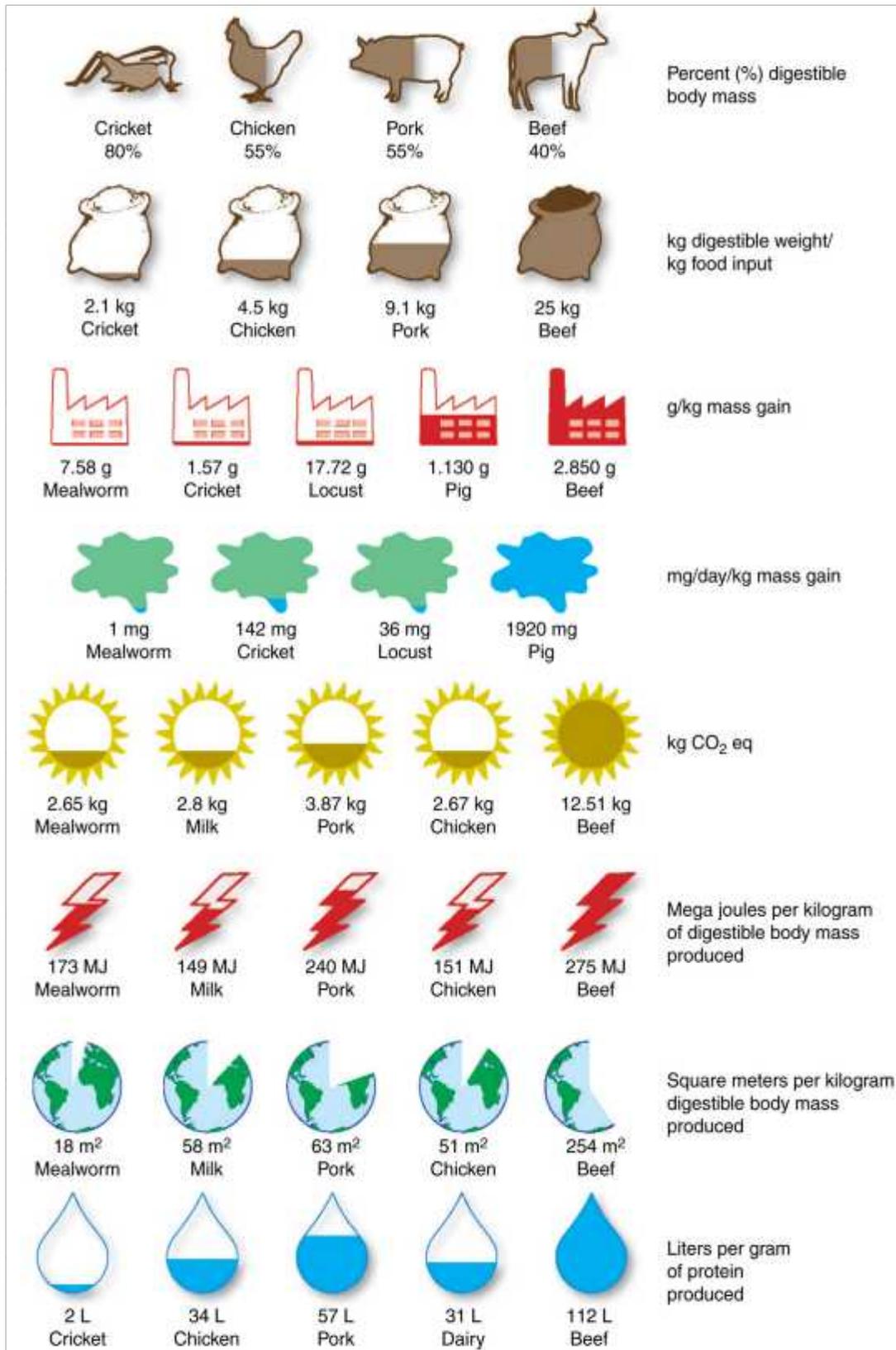


그림 22. 곤충과 가축의 자원 사용 및 환경 영향 지표



그림 23. 밀웜과 일반 육류 사육에 필요한 에너지, 토지 사용량과 온실가스 배출량 비교

4) 미생물 및 해조류 단백질 기반 대체식품이 환경에 미치는 영향

◎ 미생물 및 해조류 유래 단백질 기반 대체식품은 single-cell protein이라고도 부르며 주로 미세조류, 곰팡이, 세균으로부터 생성됨(Hadi & Brightwell, 2021).

◎ 미세조류는 대형 연못, 탱크, 원형 연못 및 레이스웨이 연못과 같은 개방형 시스템을 통해 생산되는데 이러한 개방형 시스템은 생산성이 낮고 오염 위험에 노출되어 있음(Hadi & Brightwell, 2021). 특히, 미세조류는 중금속 및 독소와 같은 유해 물질을 운반할 수 있음. Rzymiski 등은(2015) *Spirulina* spp.와 *Chlorella* spp.에서 유래한 식품 보충제에 카드뮴, 수은, 납이 포함되어 있으며, 상당히 많은 양의 알루미늄이 검출되었다고 보고하였음(Rzymiski et al., 2015). 미세조류는 환경으로부터 무기물을 흡수할 수 있으며, 물을 사용할 때 오염 위험이 커질 수 있음(Hadi & Brightwell, 2021). 이는 미세조류의 표면 수착과 대사의존 활성화에 의한 메카니즘에 의해 발생할 수 있음(Suresh Kumar et al., 2015; Heussner et al., 2012). 또한, *Microcystis aeruginosa*에 오염되었을 때 미생물에 독소가 축적되어 환경이 오염될 수 있음(Hadi & Brightwell, 2021).

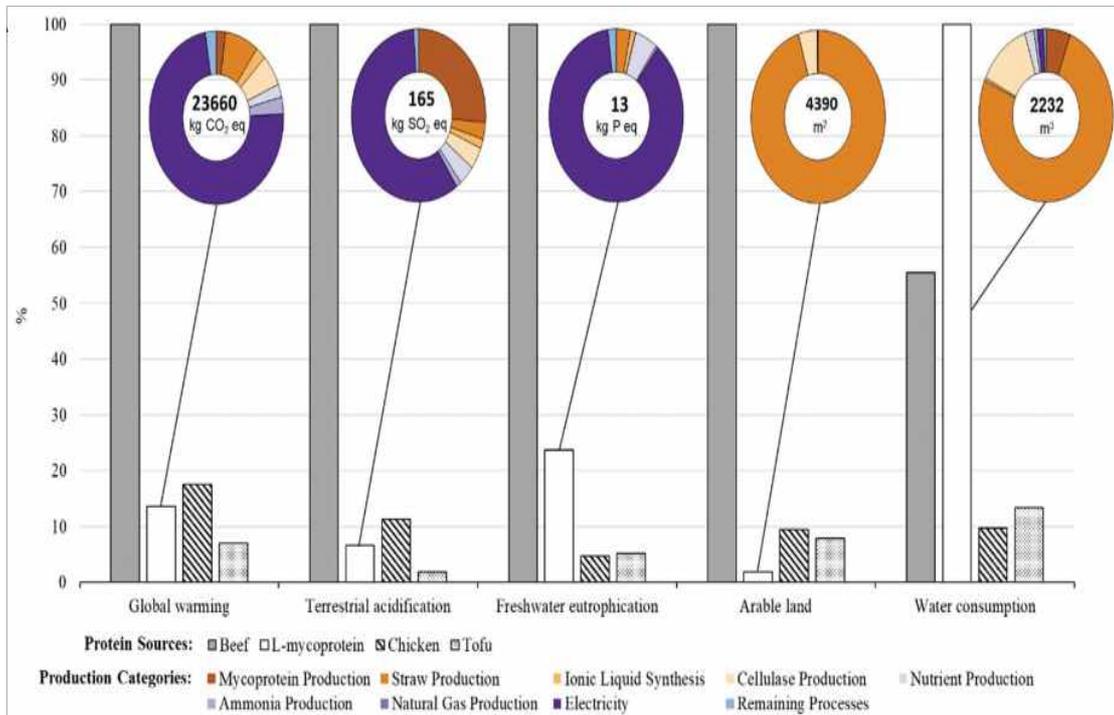


그림 24. 소, 닭, 두부, 마이코프로테인 생산에 있어 환경에 미치는 영향

© 마이코프로테인(Mycoprotein)은 *Fusarium* 속의 섬유탄수화물 균류를 사용하여 만든 대표적인 미생물 유래 단백질 기반 대체식품으로 실제 고기와 유사한 식감을 갖고 있음(박세나 등, 2023). 다양한 선행연구들에 따르면 마이코프로테인의 온실가스 배출량은 1.1~6.2 kg CO₂ eq/kg로 나타났으며(Finnigan, 2010; Hsu et al., 2018; Tuomisto et al., 2014; Head et al., 2011; Blonk et al., 2008; Smetana et al., 2015), 이는 한국에서 발생하는 소의 온실가스 배출량과 비교하였을 때 낮은 수치로 나타났음(Jeong et al., 2023). 또한, Temme et al. (2013)은 마이코단백질 생산이 동물성 식품과 비교하였을 때 1/4의 토지 면적만 필요하다고 보고하였음. 소와 비교하였을 때 마이코프로테인의 생산은 지구온난화, 토양 산성화, 부영양화, 토지 사용 측면에서 이점이 있지만, 물 사용량을 비교하였을 때 소 생산 과정보다 많은 양의 물이 사용된다고 보고되었음(그림 24)(Upcraft et al., 2021).



그림 25. 대체식품의 환경적 영향 장·단점

나. 대체식품의 장·단점

1) 식물성 단백질 기반 대체식품

가) 장점

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품은 기존 축산 대비 토양 사용량(95%) 및 온실가스 배출량(87%)을 감소시킬 수 있는 대안으로, 온실가스 배출과 자원 소비량을 줄일 수 있는 것으로 알려져 있음(이정민 & 김용렬, 2018). 이러한 식물성 단백질 기반 대체식품은 대두, 밀 등을 이용하여 닭을 이용하지 않은 달걀흰자, 젓소를 이용하지 않은 유제품 등 다양한 형태의 제품으로 생산할 수 있어 식단의 다양성을 확보할 수 있다는 장점이 있음. 또한 연구개발을 통해 맞춤형 영양성분이 함유된 제품생산이 가능하여, 이를 통해 인구 증가에 따른 식량 확보에 도움이 될 수 있는 것으로 나타났음(이정민 & 김용렬, 2018).

나) 단점

◎ 밀과 대두를 이용하여 제조한 식물성 단백질 기반 대체식품을 섭취할 경우 밀과 보리에 포함된 글루텐 및 대두 단백질 등이 알레르기를 유발할 가능성이 있기 때문에, 알레르기가 있는 소비자는 섭취의 제한이 필요하다는 의견이 제시되고 있음(Hadi et al., 2021; Lima et al., 2023; 윤철석, 2005). 또한, 식물성 단백질 기반 대체식품이 동물성 원료에서 유래한 영양소를 완전히 대체하기는 어려우며, 특히 비타민 B12와 같은 영양소의 결핍에 대한 우려가 존재함(이정민 & 김용렬, 2018). 이러한 영양학적 문제점뿐 아니라 기술력 및 명확한 규제 부족과 같은 단점도 존재함. 현재 국내 식물성 단백질 기반 대체식품의 생산 업체가 많지 않아 풍미 구현을

위한 기술이 해외 생산업체와 비교하여 미비한 실정임. 또한 관능적인 평가에서 주로 언급되는 문제인 이취, 식감 그리고 풍미 개선의 필요성이 대두되고 있음(Kumari et al., 2023; Wang et al., 2022). 그러나 맛과 풍미의 문제가 해결된다면 식물성 단백질 기반 대체식품이 기존 육류 수요를 일부 대체할 수 있을 것으로 예상됨(이정민 & 김용렬, 2018).

2) 세포배양물 기반 대체식품

가) 장점

◎ 세포배양물 기반 대체식품은 이론적으로 동물을 도살하지 않고 고기 생산이 가능하기 때문에 종교적 이유로 육식을 하지 못하는 사람들에게 풍부한 영양 공급이 가능하며, 토양 및 수자원의 사용 감소, 가축 전염병의 위험을 줄이는 등의 이점이 있음(맹진수, 2016; Bhat et al., 2014; Lee et al., 2023). 또한, 생산 공정에서 영양학적으로 유익한 육류를 선별하여 생산할 수 있으며, 체외 환경에서 세포를 배양하기 때문에 외부 환경의 영향을 전혀 받지 않아 일정 물량을 지속적으로 생산할 수 있어 지속 가능한 식품 중 하나로 언급되고 있음(Bhat et al., 2014, 김제영, 2021).

나) 단점

◎ 세포배양물 기반 대체식품의 다양한 잠재적인 이점에도 불구하고, 식물성 단백질 기반 대체식품에 비해 생산 과정이 오래 걸리고 비용이 많이 드는 등 상용화를 위한 기술적 한계가 존재함(이정민 & 김용렬, 2018). 특히 조직 배양 기술의 개발과 대량 생산 기술 확보가 필요한데, 우리나라의 경우 상업화를 위한 단가 절감 및 대량생산을 위한 기술이 해외의 선도업체 대비 미약하기 때문에 더

높은 수준의 기술력 개발이 요구됨(이정민 & 김용렬, 2018). 또한 근육, 지방, 혈액, 결합 조직 등 다양한 성분이 복합적으로 함유된 고기를 모사하기 위해 근육뿐만 아니라 구성 성분의 배양을 위한 연구가 필요함. 이외에도 세포 배양에 필수적인 말이나 소의 태아 혈청 또는 다른 동물 유래 첨가제를 대체하기 위한 세포 배양액 개발에 있어 다양한 한계가 존재함(Mattick et al., 2015b). 마지막으로 새로운 식품원으로써 세포배양물 기반 대체식품이 상용화되기 위해서는 식품 인증 절차를 통한 생산 및 유통이 가능해야 하며, 이를 위한 안전성 및 영양성분에 대한 기준 확립이 필요한 것으로 나타남(이정민 & 김용렬, 2018; Oh et al., 2021).

3) 곤충 단백질 기반 대체식품

가) 장점

◎ 곤충 단백질 기반 대체식품 생산 시, 전통 축산물의 생산 대비 생산 기간이 짧고 물과 사료, 토지의 이용이 적으며 온실가스의 배출이 적어, 효율성이 좋아 활용 가능성이 큼(김일석 등, 2018; Jeong & Jo, 2018). 또한 곤충은 양질의 단백질과 필수지방산을 공급할 수 있으며 풍부한 미네랄과 비타민을 함유하고 있음(Papastavropoulou et al., 2021). 특히, 곤충 단백질은 필수 아미노산 점수(essential amino acid score)가 46~96% 정도로 매우 높고, 소화흡수율도 67~98%에 달해 고부가가치 단백질로 분류됨(Imathiu, 2020).

나) 단점

◎ 곤충에 대한 혐오감이 소비자들의 곤충 단백질 기반 대체식품 소비를 막는 장애물로 작용하고 있음. 또한 갑각류 및 일부 단백질 알레르기를 보유한 소비자의 섭취가 제한될 수 있고, 식품 안전성

및 영양학적 특성에 대한 연구가 부족하여 섭취에 대한 소비자 우려가 존재함(Papastavropoulou et al., 2021). 이러한 이유로 현재 다양한 종의 식용곤충 단백질 기반 대체식품이 세계의 여러 국가에서 소비되고 있지만, 소비자 기호성의 한계로 선진국에서도 아직까지 소비량이 적은 편임(Rumpold & Schlüter, 2013). 한 연구에 따르면 다양한 곤충을 이용한 곤충 단백질 기반 대체식품의 실제 제품의 소비량은 적은 편이며, 소비자 관능평가에서 곤충 단백질이 첨가된 제품은 곤충 소재 특유의 거친 입자나, 비릿한 이취(Fishier in terms of aroma and taste)를 느꼈다고 말했음(Mishyna et al., 2020). 그러나 스파이어 푸드 그룹과 북미 곤충 농업 연합(North American Coalition for Insect Agriculture; NACIA)의 설문조사에 따르면 서구 소비자들의 약 50%가 식단으로 곤충을 시도해 볼 의향이 있다고 응답했음(농식품수출정보 kati, 2022). 또한 오클라호마 주립 대학이 1,000명 이상의 미국 소비자를 대상으로 실시한 설문조사에서도 1/3의 소비자가 귀뚜라미를 사용하여 만든 음식의 맛과 안전성이 보장된다면 먹을 의향이 있다고 응답하였음(농식품수출정보 kati, 2022). 따라서, 곤충 단백질 기반 식품의 성장을 위해서는 부정적 인식을 가진 원재료의 단점을 개선할 수 있는 가공 기술의 개발, 맛 품질 개선 등이 우선되어야 할 것으로 판단됨.

4) 미생물 단백질 기반 대체식품

가) 장점

◎ 미생물 유래 단백질인 마이코프로테인은 필수 아미노산을 다량 포함하고 있으며, 단백질 함량이 1~6%인 버섯에 비해 단백질 함량이 44%로 매우 높은 편임(Saeed et al., 2023). 마이코프로테인은 식물성 단백질 기반 대체식품과 비교하여 복잡한 가공 단계를 거칠 필요가 없어 제조 과정이 간단하다는 장점을 가짐(Manzi et al.,

1999; Gamarra-Castillo et al., 2022; Upcraft et al., 2021). 현재 마이크로프로테인은 미국식품의약국(FDA)의 인증을 받은 안전한 식품 소재로서 이미 시장 내에서 제품으로 판매되고 있으며, 단백질과 필수 아미노산 함유량이 풍부하여 영양적 가치가 높은 것으로 평가받음(Finnigan et al., 2019).

나) 단점

◎ 마이크로프로테인은 가공 방법이 비교적 간단하지만, 고체, 침지 발효 및 표면 배양법과 같은 배양법을 이용한 대량생산을 위해서는 자본이 많이 소요됨. 고체 발효 시 활용될 수 있는 식품 부산물에 대한 안전 검증이 필요함(Majumder et al., 2024). 또한 지속적인 마이크로프로테인 섭취는 아플라톡신, 마이코톡신, 푸모니신과 같은 균사체 유래 독소로 인해 메스꺼움, 구토, 설사, 두드러기, 아나필락시스 등을 유발할 가능성이 있기 때문에 섭취에 주의가 필요함(Jacobson & Deporter, 2018; Hashempour-Baltork et al., 2020). 그럼에도 불구하고 미생물 단백질 기반 대체식품은 육류 단백질을 대체하기에 충분한 양의 단백질을 포함하고 있고, 많은 제조사가 어려움을 겪고 있는 고기 특유의 질감을 모방하기에 유용한 원료이기 때문에 마이크로프로테인의 성장 전망은 밝을 것으로 예상됨.

5) 해조류 단백질 기반 대체식품

가) 장점

◎ 해조류는 보유한 색소에 따라 홍조류, 녹조류 또는 갈조류로 구분되며 인간이 섭취하는데 필요한 고농도의 필수 아미노산이 포함되어 있음(Reynolds, 2022). 그중 광합성 미세조류인 스피루리나는 쇠고기와 같은 육류에 비해 1/10 정도의 저렴한 가격을 가지고 있

지만, 단백질 함량이 70%이나 되는 고단백 식품으로 영양학적 가치가 높아 미래 대체 단백질로 주목받는 식품임(오태광, 2023). 건량 기준으로 홍조류는 최대 47%, 녹조류는 32%, 갈조류는 26%의 높은 단백질 함량이 확인되었고, 면적당 높은 수확량으로 가격이 저렴해 대체 단백질로 사용 가능함(Pereira, 2011; Forster & Radulovich, 2015).

나) 단점

◎ 다양한 이점에도 불구하고 해조류를 주요 단백질 대체 원료로 사용하기 위해서는 몇몇 문제가 해결되어야 함. 예를 들어, 해조류 특유의 이취와 색상은 육류 단백질 대체식품 제조 시 소비자의 감각적 선호도를 낮추는 원인이 될 수 있음(Espinosa-Ramírez et al., 2023). 또한 해조류를 과량 섭취할 경우 요오드의 과잉 섭취가 발생할 수 있으며, 이는 갑상선의 기능 저하를 유발할 수 있으므로 해조류 단백질 기반 대체식품 생산 시 이러한 영향을 반드시 고려해야 함(Cherry et al., 2019). 이외에도 해양 오염으로 인한 오염물질의 위험도 고려해야 함. 실제로 중금속은 조류 표면에 흡착되어 존재할 수 있기 때문에 과잉 섭취 시 중금속 중독의 위험이 있음(Wells et al., 2017; Gadd, 2009). 또한 붉은 해조류의 피코빌리단 단백질 및 피콜렉틴과 같은 성분은 알레르기를 유발할 수도 있음(Thiviya et al., 2022). 그럼에도 해조류는 매우 우수한 단백질 공급원이 될 수 있기 때문에 해조류 단백질 기반 대체식품의 안정성 검증 및 섭취 허용량 등에 대한 연구가 계속되어야 할 것임.

	식물성 단백질 기반 대체식품	세포배양물 기반 대체식품	곤충 단백질 기반 대체식품	미생물 단백질 기반 대체식품	해조류 단백질 기반 대체식품
장점	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출과 자원 소비량 감소 맞춤형 영양 성분 제품 생산 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 종교적 채식주의자 또한 섭취 가능 토양 및 수자원의 사용 감소 	<ul style="list-style-type: none"> 짧은 생산 기간 양질의 단백질, 비타민, 미네랄, 필수지방산 함유 	<ul style="list-style-type: none"> 필수 아미노산 다량 포함 간단한 제조 과정 고기 특유 질감을 모방 	<ul style="list-style-type: none"> 면적당 높은 수확량, 낮은 생산 가격 헴 분자 함유로 풍미 모방 가능
단점	<ul style="list-style-type: none"> 동물 유래 영양소 대체 불가능 이취, 식감, 풍미 개선 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 단가 절감 및 대량 생산 기술 미비 안전성, 영양성분 기준 확립 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 곤충 혐오감 갑각류 알려지 안전성, 영양성분 연구 필요 	<ul style="list-style-type: none"> 대량생산 시 많은 비용 발생 균사체 유래 독소 	<ul style="list-style-type: none"> 이취와 특이 색 과잉 섭취할 경우 요오드 및 중금속 중독 해조류 알려지

그림 26. 대체식품의 장·단점

3. 대체식품 생산·수출국의 규제 및 관리 시스템

가. 대체식품에 대한 국내의 규제 및 관리 시스템

◎ 식품공전의 식품의 기준 및 규격 제 1. 총칙 3. 용어 풀이에 따르면 ‘식육’을 ‘식용을 목적으로 하는 동물성 원료의 지육, 정육, 내장, 그 밖의 부분을 말한다.’라고 정의하고 있음. 또한, 축산물 위생관리법 제2조(정의)에서는 ‘식육’을 ‘식용을 목적으로 하는 가축의 지육, 정육, 내장 그 밖의 부분을 말한다.’라고, ‘식육가공품’을 ‘판매 목적으로 하는 햄류, 소시지류, 베이컨류, 건조저장육류, 양념육류, 그 밖의 식육을 원료로 하여 가공한 것으로 대통령령으로 정하는 것을 말한다.’라고 정의하고 있음. 우리나라에서 ‘식육’과 ‘식육가공품’에 대한 법적 정의는 있지만, ‘고기’나 ‘육(肉)’에 대한 법적 정의는 없음. 이에 따라 과거에 국내에서 판매되는 고기 모방 대체식품에 대한 ‘육(肉)’이라는 단어의 사용은 많은 논란이 되어 축산업계와 대체식품 생산자들의 갈등을 유발하였음(그림 27). 선행연구에서 소비자 조사를 한 결과, ‘비동물성 식재료에 대하여 고기라는 표현을 쓰는 것이 적합한가?’라는 질문 대하여 ‘고기가 아니므로 고기(meat) 또는 고기(肉)이라는 표현은 적합하지 않다.’라는 응답이 43.3%로 가장 많았음(그림 28)(이은영 등, 2021). 또한, 시중에서 판매되고 있는 식물성 단백질 기반 대체식품의 경우 식육가공품으로 분류되는 육가공 제품과 다르게 식품유형이 두류가공품, 기타가공품, 기타농산가공품으로 분류되고 있음(한국소비자원, 2022). 대체식품의 용어에 대한 논란과 제품에 대한 소비자들의 혼동을 해결하기 위해 식품의약품안전처는 2023년 8월 31일에 식품의 기준 및 규격 일부를 개정고시하여 ‘대체식품으로 표시하여 판매하는 식품’에 대한 내용을 신설하였고 2024년부터 ‘대체식품으로 표시하여 판매하는 식품’은 ‘동물성 원료 대신 식물성 원료, 미생물, 식용곤충, 세포배양물 등을 주원료로 사용하여 기존

식품과 유사한 형태, 맛, 조직감 등을 가지도록 제조하였다는 것을 표시하여 판매하는 식품을 말한다.’ 라고 정의되고 있음. 또한, 대체식품 생산 시 ‘대체식품으로 표시하여 판매하는 식품’에 대한 기준 및 규격과 함께 ‘제 5. 식품별 기준 및 규격’에서 정하고 있는 식품의 기준 및 규격도 함께 적용해야 하며, 기준 및 규격 항목이 중복될 경우 강화 항목을 따라서 생산해야 함(오수민 & 장애라, 2023).

지난 8일 한우자조금관리위원회는 “식물성 단백질로 만들어진 대체육은 **영양성분이 다르기 때문에 육류를 대체할 수 없다**”며, “**‘육(肉)’이라는 표현을 빼고 ‘대체 식품’으로 불러야 한다**”고 주장했습니다.



그림 27. 대체식품 용어에 대한 논란



그림 28. 고기 모방 대체식품 용어에 관한 소비자 조사 결과

나. 대체식품에 대한 해외의 규제 및 관리 시스템

◎ 대체식품에 대한 용어에 대한 논란과 규제에 대한 이슈는 우리나라 뿐만 아니라 해외에서도 발생하고 있으며, 각 나라에서 이에 대해 다양한 대응을 하고 있음.

1) 일본

◎ 일본의 경우 대체식품에 대한 별도 표시 규정은 없으나, 소비자청에서 대체식품에 대한 표시제도 마련을 위한 노력을 하고 있음(식품안전정보원, 2022a). 일본은 식물성 단백질 및 콩고기 식품류에 있어 일본농림규격을 제정하고, 푸드테크 등 신기술 활용 분야에 대한 규범을 주도적으로 정비하였음(식품안전정보원, 2022a; 일본농림수산성, 2022). 세포배양물 기반 대체식품의 경우 규제 필요성 및 제조(생산공정)·유통에 관한 규제 방침을 검토하고 있음(식품안전정보원, 2022a).

2) 중국

◎ 중국에서는 식물성 단백질 기반 대체식품에 대한 정확한 정의와 분류가 없기 때문에, 현재 시장에서 유통되는 식물기반 식품은 원료, 제조 방법, 제품의 감각기관 특징, 용도, 소비습관 등을 종합적으로 고려하여, <식품 생산 허가 분류 목록>에 따라 유사한 품목으로 분류해 국가표준을 적용하고 있는 실정임(한국농수산물유통공사, 2021). 중국의 식물기반 식품 시장은 정체성을 명확히 하여 안정적인 발전 기반을 구축하기 위해 활발히 표준 제정을 진행 중에 있으며, 식물성 단백질 기반 대체식품과 식물기반 요거트는 단체표준이 마련된 상황임(한국농수산물유통공사, 2021; 한국농수산물유통공사, 2022c). 또한, 중국식품과학기술학회(CIFST)에서는 식물성 단백질 대체식품의 정의, 요구사항, 기술지표, 라벨, 운송 및 보관 등의 내용이 포함된 《식물성 대체육》 단체표준을 발표·시행하였음(한국농수산물유통공사, 2021).

◎ 식물기반 식품의 라벨을 위해서 《식품 안전법》, 《포장식품 라벨 통칙(GB7718)》, 《포장식품 영양 라벨 통칙(GB28050)》의 요구에 부합해야 함(한국농수산물유통공사, 2021). 포장 식품의 라벨은 반드시 제품명, 성분표, 내용량 및 규격, 생산자 또는 판매자 명칭, 주소 및 연락처, 제조 일자, 유통기한, 보관 조건, 식품 생산 허가증 번호, 제품 표준 코드 등을 포함해야 하며, 제품에 따라 영양성분표를 추가해야 함(한국농수산물유통공사, 2021).

3) 미국

◎ 미국도 우리나라처럼 대체식품이 축산물 기준을 따르지도 않으면서 전통적인 육류 용어를 사용하여 표시·광고하고 있는데 불만을 표하고 있음(이주형 & 전홍준, 2022). 미국의 경우, USC(United States Code), CFR(Code of Federal Regulations), FDA(Food and

Drug Administration), USDA(United States Department of Agriculture)의 지침 등에서 식물성 단백질 기반 대체식품, 세포배양물 기반 대체식품, 곤충 단백질 기반 대체식품, 미생물 단백질 기반 대체식품에 관한 별도의 규정이 없었으며, 이러한 대체식품은 식품의약품청과 농무부 소관법령을 통해 관리되고 있음(식품안전정보원, 2022a). 또한, 축산업계의 불만을 반영하듯이, 연방 수준에서는 대체식품의 전통적인 육류 표시 사용을 금지하는 입법안을 지속적으로 발의하고 있음. 2019년에는 육류가 포함되지 않은 육류 대체식품에 모조(imitation)라는 표시를 하거나 육류가 포함되지 않았음을 명시하는 표시를 하도록 하는 ‘Real Meat Act’가 발의되었음(이주형 & 전홍준, 2022).

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품은 FDA의 규정에 의해서 식품 라벨링이 관리되고 있음. FDA는 우유, 달걀, 육류와 같은 표준화된 용어를 사용해서 식물성 단백질 기반 대체식품을 설명할 경우, 소비자에게 혼란을 초래하거나 혹은 거짓 오해 등의 소지가 있는지에 대해서만 중점적으로 관리하고 있음. 따라서, 식물성 단백질 기반 대체식품의 라벨링에는 식물 기반 속성을 명확하게 전달해야 하며, 만약 소비자에게 혼란을 줄 경우 제재를 받게 됨(그림 29)(한국농수산물유통공사, 2022b).

◎ 미국에서는 세포배양물 기반 대체식품에 대한 연방수준 및 지방정부수준의 법령이 아직까지 존재하지 않는 상황임. 하지만, 세포배양물 기반 대체식품이 빠른 시일 내로 등장할 것으로 예상되기 때문에, FDA와 FSIS는 2019년 MOU를 통해 세포배양물 기반 대체식품에 대한 관리의 범위를 결정하였음(그림 30)(이주형 & 전홍준, 2022). MOU에 따라 FDA는 세포 수집, 세포은행 및 세포의 성장과 분화를 감독하고, 세포배양과정의 세포 수확기 중 FDA에서 USDA 관할로 전환되며, USDA-FSIS는 이러한 제품의 추가생산과 표시를 담당할 것임(식품안전정보원, 2022a).

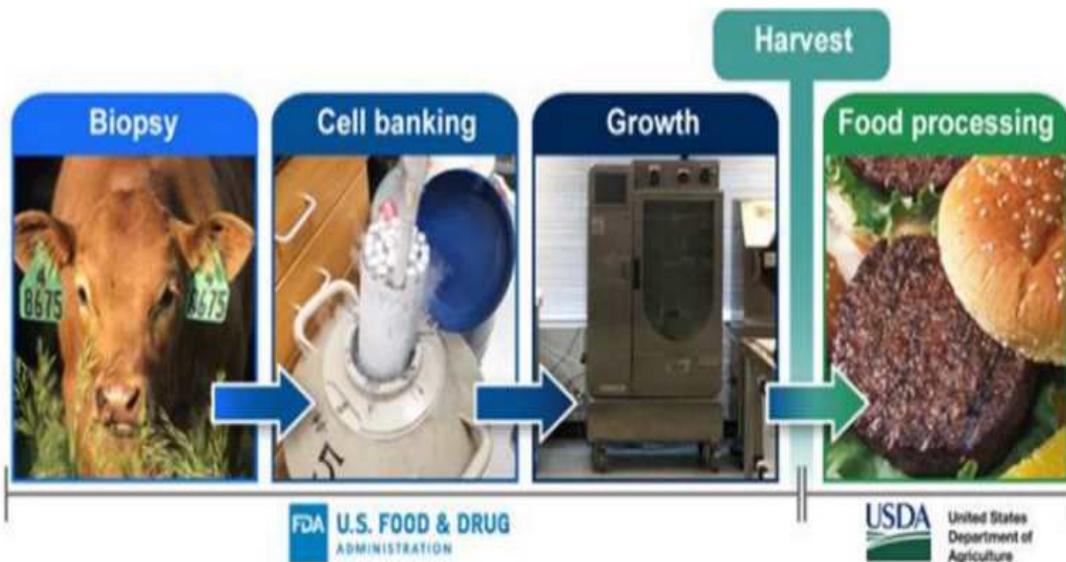
대체육 패티 제품 라벨링 예시



대체육 소고기 크럼블 라벨링 예시



그림 29. 미국 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 라벨링



Sources: GAO and U.S. Department of Agriculture's Agricultural Research Service. | GAO-20-325

그림 30. 세포배양물 기반 대체식품의 단계별 규제감독 기관

◎ FSIS는 세포배양물 기반 대체식품의 표시 관리를 위해 2023년까지 세포배양물 기반 대체식품 제품의 일반 라벨링 원칙을 개발할 것이라 발표하였음. 다만 이 원칙이 마련되기 전에 출시되는 세포배양물 대체식품 제품은 FMIA(Federal Meat Inspection Act)와 PPIA(Poultry Products Inspection Act) 상의 육류 및 가금류 라벨링 기준이 적용될 예정임(이주형 & 전홍준, 2022).

◎ 2023년 6월, 미국 농무부가 업사이드 푸드(Upside Foods) 및 굿미트(Good Meat)사의 세포배양 치킨에 대한 시판 승인을 했다고 밝혔음. 이로써 미국은 싱가포르에 이어 세포배양물 기반 대체식품을 허가한 두 번째 나라가 되었음. 미국 FDA 홈페이지에 게재된 세포배양물 기반 대체식품에 대한 설명을 보면(그림 31), 세포배양물 기반 대체식품은 새로운 과학 영역으로 현재까지 미국에서 시판 허가된 제품은 없으며, 안전한 세포배양물 기반 대체식품 제조 및 판매를 위해 FDA와 미국 농무부가 긴밀히 협력하고 있다고 밝히고 있음(한국바이오협회, 2023).

“ 살아있는 동물에서 소수의 세포를 채취하여 통제된 환경에서 성장시켜 배양된 동물 세포로 만든 식품을 만드는 능력은 식품 과학의 새로운 영역입니다. 세포 배양 기술의 발전으로 식품 개발자는 가축, 가금류, 해산물 또는 기타 동물에서 얻은 세포를 식품 생산에 사용할 수 있습니다.

현재 미국 시장에서 판매되는 배양 동물 세포로 만든 식품은 없습니다. 제조업체는 일반적으로 경쟁력 있는 가격을 책정할 수 있을 만큼 충분히 많은 양을 일관되게 생산하기 위해 공정을 확장하기 위해 노력하고 있습니다. 이러한 제품이 시장에 출시됨에 따라 FDA는 미국 농무부의 식품 안전 및 검사 서비스(USDA-FSIS)와 긴밀히 협력하고 있으며, USDA-FSIS와 특정 동물 종에 대한 이러한 인간 식품에 대한 관할권을 공유하여 안전하고 정확한 라벨을 부착하고 있습니다. 두 기관은 이러한 제품이 모든 해당 FDA 및 USDA-FSIS 요구 사항을 충족하는지 확인하기 위해 제조업체와 협력하고 있습니다. ”

그림 31. 미국 FDA 홈페이지에 게재된 세포배양물 기반 대체식품에 대한 설명

◎ 실제, 미국 FDA에서 2개 기업에 ‘No Question’ 공문을 보낼 경우 참조에 농무부를 넣어 농무부가 유기적인 인허가 업무를 수행할 수 있도록 하고 있음(그림 32). 한편, 2019년 3월 미국 FDA와 USDA는 세포배양물 기반 대체식품에 대한 규제 협력을 체결하였으며, 양 기관 합의에 따라 FDA는 동물 세포를 배양해 만든 식품이 시장에 출시되기 전에 안전성을 평가하고 있음. FDA의 평가영역은 세포주 및 세포 banking, 세포 성장 및 분화에 대해 감독 권한을 갖고 있으며 이후 과정은 USDA에서 관리하고 있음. USDA는 세포를 수확하는 시설에는 검사를 수행하며 이러한 시설은 USDA 실사 승인을 받아야 하며, 가축 및 가금류의 배양 세포로 만든 식품의 모든 라벨링은 USDA 산하 FSIS의 사전 승인을 받아야 함(한국바이오협회, 2023).

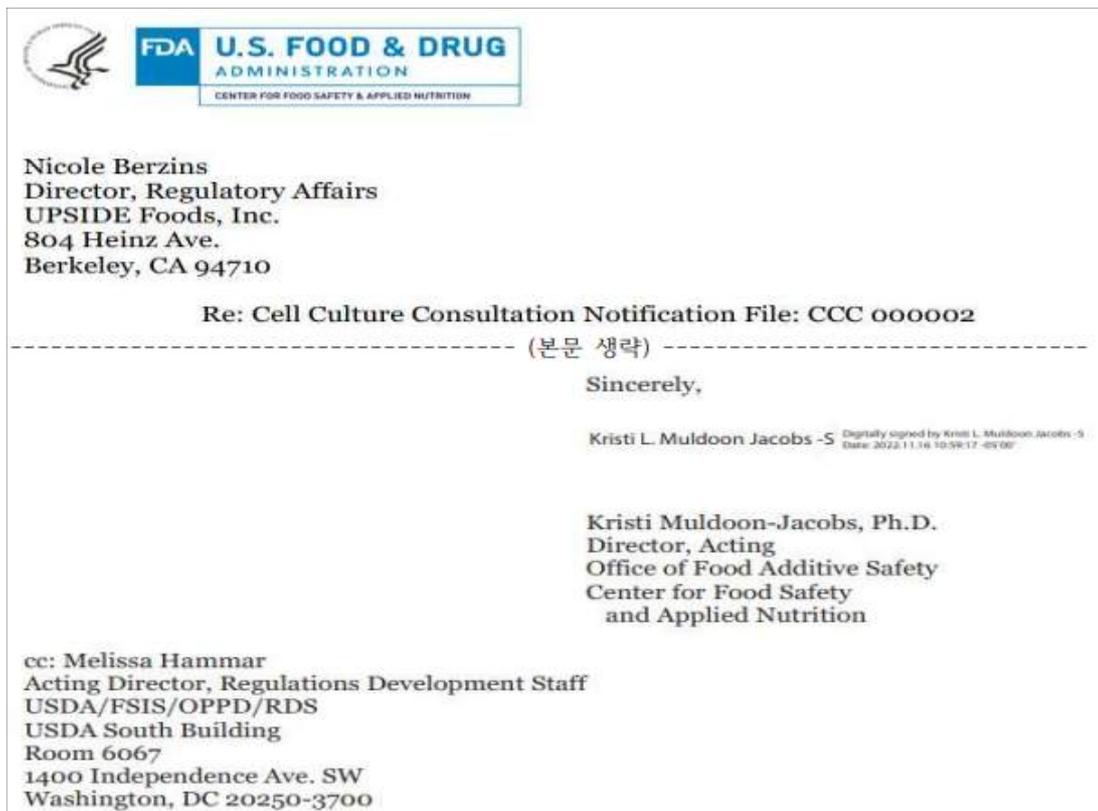


그림 32. 미국 FDA가 Upside Foods에 보낸 안전성 문제없음(No Question) 공문

4) 유럽

◎ EU에서는 유제품 모방 대체식품에 유제품 표시를 금지하고 있으나, 육류 모방 대체식품의 경우 명확한 입장을 밝히지 않아 EU 회원국 사이에서도 다양한 논의가 진행 중에 있음. 육류 표시를 허용하는 회원국은 네덜란드, 금지한 국가로는 프랑스가 있음. 네덜란드는 2021년에 식품 라벨링 핸드북(*Handboek Etikettering van levensmiddelen*)을 발행하면서 해당 제품이 육류 및 생선 모방 식물성 단백질 기반 대체식품인 경우, 이를 명확히 표시한 경우에 한하여 육류를 연상시키는 용어를 사용할 수 있도록 허용하고 있음. 프랑스는 2020년에 식물성 단백질을 주원료로 사용한 대체식품에 스테이크, 소시지, 우유 등 전통적인 유류 명칭을 사용하지 못하도록 하는 농산물 및 식품 정보의 투명성을 위한 법령을 개정하였음. 이 법령에 따라 소비자의 오인 혼동을 방지하기 위해 프랑스 소비법전의 내용도 개정되어 식물성 단백질 기반 대체식품을 설명, 판매, 홍보하는데 전통적인 유류 명칭을 사용하지 못하도록 정하고 있음. 이러한 법령에서 대체식품에 대한 설명, 판매, 홍보 행위의 금지는 대체식품에 유류 명칭을 사용한 광고를 금지하는 것이지 표시까지 금지하는 것은 아님(이주형 & 전홍준, 2022).

◎ 세포배양물 기반 대체식품은 EU에서 신소재식품에 해당되므로 “신소재식품 규정”의 적용을 받음(이주형 & 전홍준, 2022). 신소재 식품이란 동물, 식물, 미생물, 균류 또는 조류에서 유래한 세포나 조직을 배양하여 구성, 분리 또는 생산된 식품을 말하며, 세포배양물 기반 대체식품이나 미생물 단백질 기반 대체식품이 여기에 포함될 수 있음(식품안전정보원, 2022b). 세포배양물 기반 대체식품을 EU시장에서 판매하기 위해서는 유럽식품안전청(EFSA)에 안전성을 검증받아야 함. 세포배양물 기반 대체식품이 신소재식품으로 인정받을 경우, 해당 제품은 FIC(Food Information for Consumers) 규정의 표시 요건을 준수해야 하며, 추가적으로 소비자가 해당 식품

의 특성과 안전성에 대해 충분히 알 수 있도록 식품에 대한 설명, 출처, 성분, 섭취 방법 등에 대한 정보를 제공해야 함(이주형 & 전홍준, 2022).

제2절. 한우식품의 과거, 현재, 그리고 미래

1. 한우식품 역사 및 현황

가. 한우의 상징성 및 역사

1) 1960년대 이전

◎ 우리나라의 가축 중 주종을 이루는 한우(*Bos taurus coreanae*)는 한반도에서 운반이나 농경 등 일소로 사육해 오던 우리 고유의 소를 말함(한우자조금관리위원회, 2009). 고고학적 기록에 따르면 한반도에서 소가 사육되기 시작한 것은 약 2,000년 전으로 추정됨(Kim & Lee, 2000). 신라 지증왕 때에는 소로 논을 가는 우경을 장려했으며, 전쟁 시에는 우차의 동력원으로 사용했음. 이러한 한우는 식품보다는 재산의 개념으로 취급되었기 때문에, 고구려에서는 소의 도살을 금지하는 보호령이 제정되었고, 백제는 육부를 설치해 소를 보호하기도 하였음. 또한, 고려시대에는 구체적인 한우 사양 방법을 제시하였으며, 조선시대 때는 소의 개량 및 증식이 적극 권장되었음(성경일 등, 2017). 이렇게 한우는 오랜 시간 경종 농업에서 논과 밭갈이에 사용되었으며, 한우의 위치와 존재는 사육 경제성을 따지지 않는 농가의 중요한 존재로 여겨졌음. 또한, 소는 농사뿐만 아니라 의복이나 약재, 장식용 등으로 활용되었으며, 국가 외교의 선물이나 하사품, 군사용으로 이용 및 잔치와 축제가 풍성하고 성대했는지를 평가하는 중요한 음식의 상징으로 간주 되었음. 고대부터 종교와 민속 생활에도 깊숙이 관계된 소는 부와 번영을 상징하여 세시풍속, 설화 및 속담 등에 다양한 형태로 등장하였고, 소와 관련된 민속놀이는 무형 문화재로도 지정되어 보호되고 있음(성경일 등, 2017). 이렇듯 한우는 우리나라 고유의 품종으로 기후

와 풍토에 대한 뛰어난 적응력을 갖추고 있으며, 온순한 성격으로 오랫동안 사랑받아 왔음(한우자조금관리위원회, 2009).

◎ 근대에 들어서며, 갈색(한우, major), 호랑이색(침소, *Bos namadicus*), 검은색(흑소, *Bos namadicus Falconer*), 제주흑색(제주 흑우, *Bos primigenius*) 및 백색(백우) 등 다양한 모색을 지니던 국내 소들은 일제 강점기 이후 다양성을 잃게 되었음(Jo et al., 2012; Utama et al., 2018; Kim et al., 2020). 일본인의 인구정책과 육류수급을 위해 갈색으로 통일하는 모색 단일화 조치가 시작되면서, 한우 유전자원의 다양성을 상실하게 되었고, 종교적·정치적 문제로 인해 육용우로서의 활용은 미미하였음(Suh et al., 2015; Jo et al., 2012).

2) 1960년대 이후

◎ 해방 이후 ‘한국종축개량협회’가 설립되면서 본격적으로 한우 개량이 시작되었음. 그러나 ‘모색이 황색이 아닐 경우 한우가 아니다.’라는 사람들의 인식으로 인하여 털 색깔이 다른 외래종과의 교배는 오직 제주도와 강화도 지역으로 제한되었음(이종헌, 2001). 따라서, 과거 한우의 품종 개량은 이종교배를 제외한 방법을 사용하거나, 사료 급여를 통해서 제한적으로 이루어졌음. 이로 인해, 대표적인 황갈색 한우를 제외한 소들은 개체수가 급격히 감소하였지만, 현재는 유전자원으로써 한국 고유 재래 가축에 관한 관심이 증가하여 개체수 유지를 위해 품종 복원사업이 진행되고 있음(Suh et al., 2015).

◎ 1970년대에 급속한 경제발전으로 인해 쇠고기 수요가 증가하였으며, 한우를 육용우로 개량할 필요성이 증대되면서 외래종과의 품종 개량이 시작되었음. 1990년에는 호주나 미국에서 가격이 저렴한 수입산 쇠고기가 들어서면서, 한우의 수요가 떨어지기 시작하자 고품질 한우육 생산을 위한 개량이 시작되었음. 살코기보다는 지방의 양과 맛을 중시하는 한국인들의 성향에 따라 고기 내에 촘촘하게 분포되어있는 근내지방인 마블링을 중심으로 개량 및 등급 제도가

시행되었음(Hwang, 2004; Alam et al., 2013; Joo et al., 2017; 이연정 등, 2010). 이러한 품질 고급화는 한우의 브랜드화를 통해 이루어졌으며 지역 농, 축협 등 시, 군 단위의 다양한 브랜드가 출범하였지만, 생산 기반이 영세하고 제대로 된 농가 조직화가 이루어지지 않아 안정적인 물량공급에 한계와 함께 브랜드 특성이나 기준 마련이 미흡한 상황임(옥미영, 2010).

3) 2000년대

◎ 2000년대에 들어와 한우의 브랜드화는 정부의 정책과 맞물려 더욱 활발하게 추진되었음(옥미영, 2010). 쇠고기 수입 자유화 이후에도 한우의 실질 가격은 상승하고 있으며, 소비량 역시 증가하고 있음. 이는 한우에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있으며, 쇠고기와 차별화가 지속되고 있음을 나타냄(이정환 등, 2018). 한우의 브랜드화는 유통과정을 줄이고 엄격한 품질관리를 통해, 소비자들에게 질 좋은 고기를 싼 가격으로 제공하고 있으며, 마케팅을 통해 소비자들에게 한우를 맛과 건강에 좋은 음식이라는 인식을 심어주고 있음(축산정보경영시스템, 2020).

◎ 국내 소비자들에게 한우는 주로 ‘구이용’ 으로 많이 판매되는데, 근내지방도(마블링)가 높은 ‘등심’ 이 가장 많이 판매되고, 가격 또한 다른 부위보다 상대적으로 비싸게 판매됨(이동명 등, 2022; 조수현 등, 2020). 이와 달리 우둔, 설도, 사태와 같은 저지방 부위는 주로 수육, 육회, 국물 조리에 이용되고 있으며 비교적 선호도가 낮은 편임(Jeong et al., 2014).

나. 한우식품의 발전 및 변천사

1) 전통적인 가공품의 등장

◎ 한우는 오랜 세월 동안 식용보다 농사 및 운송 등의 용도로 사용되었음. 고려 말 우리나라에 소와 말의 목장이 개설되면서 조금씩 고기에 대한 수요 및 공급이 증가하였으며, 쇠고기를 이용한 음식문화가 점차 발달하기 시작하였음(Cha & Kim, 2015; Lee et al., 2018b). 당시에는 늙거나 다친 개체만을 도축하는 것이 법적으로 허용되었기 때문에 질긴 고기에 대한 가공법이 개발되었음(Cha & Kim, 2015). 이는 각종 고문헌에 ‘자경육법, 우행교방’ 등 쇠고기 연화법에 대한 방법이 기재되어 있는 것으로 확인되었음(Lee et al., 2018b). 이외에도 구이, 적, 볶음 등과 같이 원육 그대로를 조리하여 소비하기도 하였으며, 저장 기간을 늘리기 위해 육포, 한우장조림 등으로 가공하기도 하였음(Lee et al., 2018b; Park et al., 2018). 또한 전통적인 한우 가공품의 예시로 사골, 꼬리, 우족, 도가니, 반골 및 잡뼈 등의 부산물을 이용하여 국물 조리에 이용한 것이 있음(이진규 등, 2017).

2) 다양한 가공식품의 등장

◎ 한우를 식육 형태로 소비하던 기존 소비 방식에서 더 나아가 한우의 다양한 부위를 활용한 가공식품의 제품화가 이루어지고 있음. 주로 떡갈비, 패티, 너비아니, 동그랑땡 등 분쇄가공 육제품과 불고기 같은 양념육류의 형태로 판매가 이루어지고 있었음. 그 외에도 곰탕, 육개장, 우거지국 또는 도가니탕 등 섭취가 간편한 레토르트 형태도 존재함. 최근에는 가정간편식(HMR) 및 밀키트에 대한 수요가 증가하여 찹스테이크, 스테이크 등 간편조리식품 형태의 가공식품이 증가하는 추세임. 또한 한우의 기능성을 활용한 고령친

화식품 및 건강기능식품에 대한 개발도 이루어지고 있음. 2021년 서울대학교의 연구에 따르면 한우육 펩타이드는 노화로 인한 근육 세포의 퇴화를 억제한다는 보고가 있으며, 고령친화식품의 기능성 소재로 활용할 수 있는 근거를 마련한 바 있음(이재현, 2021; 김갑돈 등, 2021).

3) 진공포장 및 냉동기술의 적용

◎ 고기는 박테리아 성장, 산화 과정 등에 의해 부패하기 쉬운 식품 중 하나로, 판매 시기 및 포장 유형에 따라 영향을 받기 쉬움(Cenci-Goga et al., 2020). 포장은 생산, 보관, 유통 등 모든 과정에서 다양한 위험으로부터 식품을 보호하는 역할을 하며, 소비 및 유통의 개선을 위한 다양한 포장 방법이 개발되고 있음(Kang et al., 2014). 육류를 포장하는 방법에는 생고기 포장에 주로 사용되는 호기성 포장, 공기를 가스로 대체하는 가스 치환 포장 그리고 공기를 제거한 진공포장이 있음(Cenci-Goga et al., 2020). 특히 진공포장은 신선육 보관을 위한 다양한 방법 중 보편적인 포장 방법으로 알려져 있음(Kang et al., 2014; Reyes et al., 2022). 냉동기술 또한 진공포장과 더불어 육제품의 유통 과정에서 많이 이용되는 기술로, 개별 급속 냉동, 극저온 냉동 등 다양한 냉동 방법이 사용되고 있음(Jo et al., 2014). 이러한 냉동기술은 국내 한우 식품 시장뿐만 아니라 수출 과정에 있어 육질 및 저장 안정성을 높일 수 있음(Cho et al., 2017). 한우식품 또한 품질 유지를 위해서는 주로 진공포장 및 냉동기술이 보편적으로 적용되어 있는 추세이며, 이와 관련된 품질 유지 및 개선 방안에 대한 연구가 진행되고 있음(김문주 등, 2021).

4) 프리미엄 한우 브랜드 부상

◎ 최근 국민소득이 증가함에 따라 동물성 식품의 안전과 위생에 대한 소비자의 관심이 크게 높아지고 있는 추세임. 특히 육류 가공업체에서는 수입 육류와 경쟁하기 위해 고품질의 친환경 프리미엄 육류제품을 생산하려고 노력하고 있음(Kim & Kim, 2000). 이러한 노력의 결과로 특산물 지정을 받은 한우를 사용한 제품이나 프리미엄 레스토랑에서 즐길 수 있는 한우 가공식품이 다양하게 판매되고 있음.

5) 건강 기능식품 및 소스류의 다양성

◎ 과거에는 소비자가 식품을 선택할 때 가격을 우선으로 고려하였지만, 현재는 편의성, 안전성, 건강 지향성, 고품질 또한 주요한 요인이 되었음. 따라서, 식품산업 분야에서는 이러한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해 다양한 식육가공제품을 출시하고 있음. 그러나 식육가공제품을 건강식으로 이용하는데 문제를 제기하는 일부 의견도 존재하기 때문에 기능성 측면의 다양한 식육가공제품의 메뉴 개발 필요성이 요구됨(임승택, 2016; 장혜현, 2019). 이에 따라 화학물질이 아닌 다양한 친환경 재료들을 이용하여 고품질의 식육가공제품을 개발하고 있으며, 한우를 사용한 프리미엄 소스와 같은 다양한 제품이 개발되어 소비자들에게 제공되고 있음.

6) 글로벌 수요와 수출

연도별 한우 수출 물량

단위: 톤

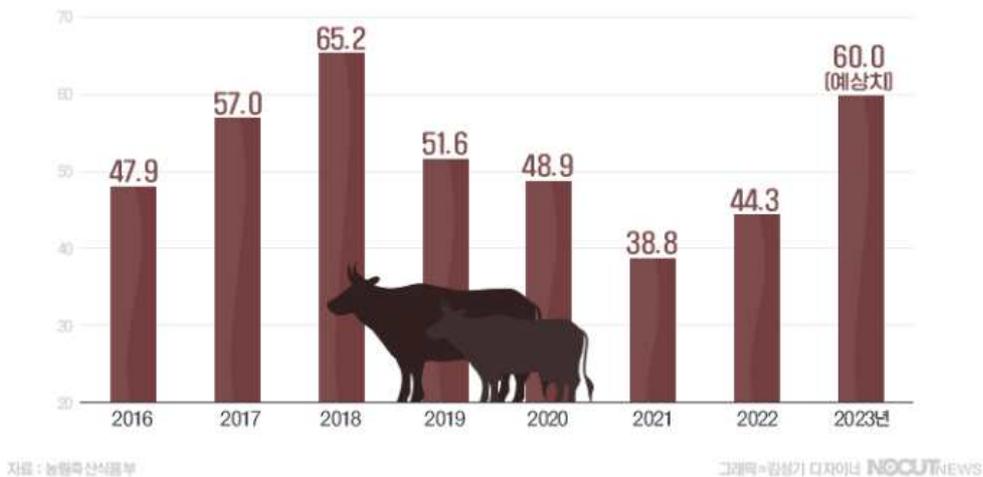


그림 33. 연도별 한우 수출 물량 현황

◎ 한우는 위생·검역 협정이 체결된 5개국(홍콩, 마카오, 캄보디아, 말레이시아, 아랍에미리트)으로 수출이 허용되어 있음(이동일, 2022). 그중 홍콩과 마카오에 가장 많은 양의 한우를 수출하고 있으며, 홍콩은 2022년 이후로 한우 수출 물량의 90%를 차지하고 수출 비중 1위로서 한우 수출의 교두보 역할을 하고 있음(정경석, 2023a). 한국은 한우의 고급화 전략을 활용한 수출 전략을 통해 지속적인 성장을 이루어왔으며, 특히 한우 특유의 부드러움과 육질의 맛을 인정받아 글로벌 시장에서 성공을 거두고 있음(최원철, 2023). 한우 수출량은 2016년부터 2018년까지 증가세를 보이며 65.2톤까지 늘어났지만, 코로나19로 인한 감소 이후 2023년 62.2톤 수준으로 다시 회복하였음(그림 33)(한국육류유통수출협회, 2023). 2023년 5월에는 할랄 인증을 받아 이슬람 국가인 말레이시아에 성공적인 한우 수출이 이루어졌으며, 8월 캄보디아 수출 또한 성공하여 향후 5년간 2천 톤, 1억 불 규모의 한우 수출이 달성될 것으로 예상됨(정경석, 2023b; 정경석, 2023c).

2. 한우식품의 특성 및 환경적 영향

가. 한우식품 대표제조사 및 제품 현황

1) 한우식품의 분류

◎ 현재, 국내에 유통 중인 한우식품은 크게 대분할 10부위 및 소분할 39부위로 정형된 부분육과 이를 조미 또는 가공하여 제조한 한우가공제품으로 나눌 수 있음(그림 34).

2) 한우 부분육

◎ 현재 온라인에서 판매 중인 대부분의 한우 부분육은 1~2인분 크기로 소분되어 진공포장 상태로 판매되고 있음. 이 외에도 용도에 맞게 이유식용 다짐육, 육회 등 1차 가공을 거친 신선육 상태의 제품을 판매하기도 하며, 곱창, 사골, 잡뼈, 우족, 꼬리 등 정육 부위에 해당하지 않는 부위들 또한 판매가 이루어지고 있음(표 21).

3) 한우 가공식품

◎ 한우를 이용한 떡갈비, 불고기, 갈비 등의 육가공품뿐 아니라 육수를 활용한 육개장, 사골곰탕과 같은 다양한 한우 가공식품이 판매되고 있으며, 지속적인 간편식 시장의 성장에 따라 밀키트 형태의 제품도 다량 출시되고 있음(표 22).

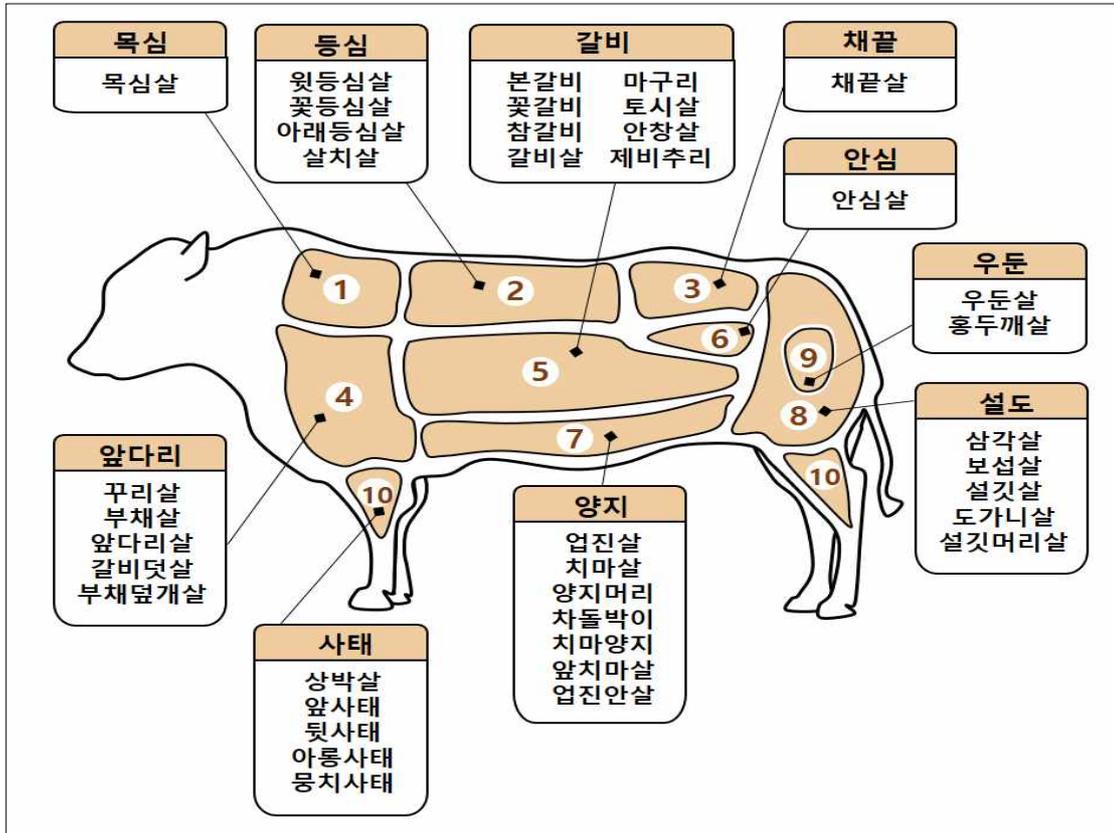


그림 34. 쇠고기의 부위와 명칭

표 21. 한우 부분육 제품 현황

					
금빛한우의 1+ 갈비살 구이용	한우공장의 1++ 한우 갈비살	한우공장의 1++ 한우 소고기, 갈비살	봄담의 1등급 한우 꽃갈비살	한살림의 한우LA갈비 선물모음	설로인의 안창살
					
횡성 축협 한우의 안창살	금빛한우의 제비추리	설로인의 제비추리	울산 축협 한우의 한우 제비추리	횡성 축협 한우의 제비추리	설로인의 토시살
					
횡성 축협 한우의 토시살	엄마네한우의 ++1등급 한우 꽃등심 투뿔	설화우의 1등급 한우 등심 구이용	산지로드의 한우 1등급 등심 구이용	군위축협의 국내산 냉장 이로운 한우 등심 1등급 구이용	관산성한우의 워터에이징 한우 등심
					
군위축협의 국내산 냉장 이로운 한우 등심 1등급 구이용	관산성한우의 워터에이징 한우 등심	소잡는 구선생의 국내산한우 살치살 소고기구이용	제국축산의 한우 살치살 1++ 구이용	횡성 축협 한우의 아롱사태	건화 한우의 1+등급 사태

					
오늘잡은소의 1+등급 한우 사태 대용량 덩어리 원육	정육각의 한우 사태 요리용	정을담은 곶에정들의 설도 샤브샤브용	베리네이처의 무항생제 한우 소고기 다짐육	명품한우의 한우1등급 안심스테이크	명품한우금오의 1등급 한우 안심 구이용
					
소잡는구선생의 국내산 소고기 다짐육	엄마네한우의 엄마네한우 1++등급 한우 안심	좋은소식의 한우 안심 1등급 구이용	한우일가의 한우 안심	울산축협한우의 한우 부채살	울산축협한우의 한우 앞다리
					
오늘잡은소의 한우 1+등급 양지	우미학의 한우 양지 국거리 1등급 국거리용	정육각의 한우 양지 요리용	한 살림의 한우양지 국거리용	대끼리한우의 저지방 한우스테이크 엽진살	오늘잡은소의 한우 1++등급 엽진살
					
정육각의 한우 엽진살 구이용	김씨네한우의 마장동1+이상등급 한우 차돌박이	맛있소의 1등급 암소한우 살살녹는 차돌박이 냉장	오미장의 한우 1등급 차돌박이 샤브샤브용 구이용 찌개용	가향한우의 한우 암소 치마살 1등급	웰긱의 1++ 등급 숙성한우 치마양지

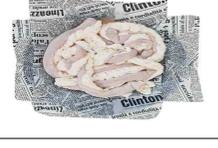
					
국제식품의 1등급이상 한우 냉장 우둔살	농협안심한우의 1등급 우둔살 덩어리 냉장	마장동 둘째딸내미의 소포장한우 이유식 친환경한우 1등급우둔살 소고기다집육	백십일의 무항생제 한우 우둔 냉장 다집육 이유식	오늘잡은소의 한우 1+등급 홍두깨살	금천육우의 국내산 소고기 채끝 스테이크
					
미쓰한우의 한우 채끝 1++ 등급 한우	팜스토리의 국내산 소고기 채끝 구이용	배터짐의 국내산 한우 곱창	신풍한우마을의 최상급 한우 소꼬리	마장동 미친소의 국내산 한우 1++ 우족	(주)건화의 한우 사골

표 22. 한우 가공식품 제품 현황

					
설성목장의 한우육포	울산 축협한우의 한우육포	완주한우 협동조합의 미소랑 한우육포	청미식품의 지리산 순한한우 육포	고기 좋아하는 언니의 오직 한우만 떡갈비	동양 냉동푸드의 한우 수제패티
					
명품본가의 수제한우 떡갈비	백두산 떡갈비의 담양 전통한우 떡갈비	설로인의 한우 패티	쌍교 숯불갈비의 매운한우 떡갈비	완주한우 협동조합의 한우 스테이크	정인 엘에프 제조공장의 슬가원 한우소떡갈비
					
페레파파의 한우 패티	평창 한우마을의 한우 떡갈비	한 살림의 소고기 동그랑땡	한 살림의 한우 너비아니	고삼농협 안성 맞춤푸드센터의 착한들 한우 동치미 냉면육수	한 살림의 한우등심 참스테이크
					
농협 목우촌의 한우 사골곰탕	설로인의 한우 사골 오백 곰탕	소노정의 한우 갈비탕	앵크의 어린이 한우 사골곰국	완주한우 협동조합의 미소랑 우죽탕	울산 축협한우의 사골 고기곰탕

					
울산 축협한우의 사골 국물곰탕	장수한우의 장수한우 미역국	장수한우의 장수한우 육개장	김동완의 한우불고기 전골	울가 해푸드의 제대로 차리는 한우 장조림	홍천한우 사랑말의 홍천한우 사랑말 한우장조림
					
THE FRESH의 한우연양식 석쇠불고기	국대 한우의 연양식 한우 한판불고기	네이처파머의 한우안심 스테이크	우리푸드의 최신사 한우 궁중 불고기	정육각의 정온 숙성 한우 간장 불고기	한 살림의 한우양념 불고기
					
에스에프에스의 피코크 한우 장조림	울산 축협한우의 한우 장조림	CJ 제일제당의 한우 소고기죽	CJ 제일제당의 한우사골 곰탕	농협 목우촌의 한우 도가니탕	농협 목우촌의 한우 무국
					
농협 목우촌의 한우 미역국	농협 목우촌의 한우 우거지국	농협 목우촌의 한우 육개장	울가해 푸드의 어린이 한우 된장국	푸드 히스토리 의 문헌 전통한우 곱창전골	

나. 한우생산 및 한우식품이 환경에 미치는 영향

◎ 농림축산식품부(2023)는 2020년 기준 축산분야의 온실가스 총 배출량은 973만 톤 CO₂-eq으로 국가 총 배출량의 1.48%, 농업 전체의 약 50%를 차지하고 있다고 보고하였음(표 23). 한우의 경우 21년 3/4분기 한우 사육두수는 341만 6천 마리이며, 한 마리가 태어나서 30개월에 출하된다면 평생 배출하는 온실가스량은 5.9톤 CO₂-eq 정도로 추정됨(통계청, 2021).

표 23. 축산분야 부문별 온실가스 배출량(단위: 백만톤 CO₂-eq)

구분	1990	'00	'10	'17	'18	'19	'20	증강률	
								90년 대비	19년대 비
합계	5.8	7.3	9.1	9.1	9.4	9.5	9.7	67% ↑	2% ↑
장내 발효	3.0	3.4	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	57% ↑	2% ↑
분뇨 처리	2.8	3.9	4.8	4.7	4.9	4.9	5.0	79% ↑	2% ↑

◎ 축산분야의 온실가스는 가축의 장내 소화과정에서 발생하는 메탄(CH₄)과 가축분뇨 처리 과정에서 발행하는 메탄(CH₄) 및 아산화질소(N₂O)에 의해 발생할 수 있음. 특히, 메탄가스는 지구온난화를 가속화시켜 사회 경제 분야에 부정적인 영향을 줄 수 있다고 알려져 있음(김지형, 2020). 정부는 환경오염을 해결하고자 2009년 국내 온실가스 배출량을 감축하기 위해 저탄소 녹색 성장 비전을 선포 하였으며, 2015년에는 파리 기후 총회에서 ‘2030년까지 국가 온실가스 총배출량 전망치(BAU) 대비 37%의 온실가스 감축’을 목표로 설정하였음(축산정책과 축산환경자원과, 2023).

◎ 환경적 측면에서 한우와 같은 반추동물의 부정적 인식이 존재하는데 이는 유엔식량농업기구(FAO)의 ‘Livestock’ s long shadow’ 를 통해 악화되었음(Steinfeld et al., 2006). 또한, 축산은 과거에 환경관리시스템이 구축되기 전의 이미지 고착화와 온실가스 배출원으로 부각됨에 따라 언론의 무분별한 공격을 받았으며, 자동차와 한우 사육의 목적이 다름에도 불구하고 한우에 불리한 기준을 적용하여 단순 온실가스 배출량 측면에서 한우가 환경에 좋지 않다는 이미지는 지속적으로 부각되고 있음(그림 35)(전국한우협회, 2022).



주 : 2021년 4월 22일 광화문광장 일원서 개최된 지구의 날 행사는 한국채식연합, VEGAN 비건 세상을 위한 시민모임 등 채식주의 단체들이 개최하였음

그림 35. 채식 단체의 축산업 혐오 캠페인

◎ 환경적인 측면에서 한우의 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. 이러한 부정적 인식을 개선하기 위해 단순 한우의 온실가스 배출량을 평가하기 위한 연구나 사육과정에서 발생하는 분뇨에 의한 오염 이슈에 대하여 악취제거, 정화처리, 재자원화 등의 기술개발이 이루어지고 있음. 또한, 한우를 비롯한 축산업은 경종 농업 분야 및 식품산업에서 발생하는 다양한 부산물을 사료로 활용함으로써 경종 농업과 식품산업에 수익성을 제공하고 폐기물을 처리해 주는 긍정적인 역할을 수행하기도 함(박규현 등, 2022).

◎ 모든 종의 가축으로부터 생성되는 질소량은 연간 약 75메가톤이며 그중 소는 55~60%를 차지하고 있음(Oenema, 2006). 소의 온실가스 배출량을 Life-Cycle Assessment 접근 방식 기반으로 추정하였을 때, 약 7.1기가톤의 CO₂-eq를 배출한다고 보고되었음(Gerber et al., 2013). 한우의 경우 사육 시 필요한 사료, 음용수, 에너지, 장내 발효 및 분뇨처리 등의 기여도를 고려한 탄소발자국을 평가한 결과, 1.60×10^4 kg CO₂-eq/head로 산정되었음(박규현 등, 2022).

◎ 전국한우협회(2022)에 따르면, 축산부문의 장내발효에 의한 메탄발생량이 4.6백만톤, 가축분뇨처리에 따른 발생량은 1.4백만톤 순으로 축산부문의 메탄발생은 주로 장내발효에 의해 발생하고 있는데, 장내발효를 통해 발생하는 메탄은 자연계에서 일어나는 탄소순환의 과정을 통해 순환됨. 가축을 통해 공기 중으로 배출된 메탄은 식물과 토양에 흡수되며, 자연계에서 메탄은 이산화탄소와 물로 분해된 후 이산화탄소는 광합성 작용을 통해 섬유소와 같은 탄수화물을 생산하게 됨. 이것을 다시 한우, 젓소와 같은 반추 가축이 섭취하는 순환과정을 거치게 됨.

◎ 소를 사육함에 있어서 사료 생산은 수자원과 토지 면적 이용의 큰 비율을 차지함. 반추동물 사료의 건물 기준 60% 이상이 신선한

풀과 건초를 이용하고 나머지 40%는 농작물의 부산물을 이용하여 생산됨. 사료 생산을 위한 토지는 사람이 직접 목초를 심고 관리하는 경작지 형태 또는 자연적으로 목초가 자라나도록 하는 방목지 형태로써 사용되고 있으며 이들은 전체 토지의 약 1/4을 차지하는 것으로 알려져있음(Steinfeld et al., 2006). 또한 소를 사육하기 위한 사료의 생산은 전 세계 경작의 약 1/3을 차지할 것으로 추정되며 이를 통해 부영양화, 물 고갈 등과 같은 문제를 야기할 수 있다고 일부 문헌에서 보고하였음(Gerber et al., 2013; Tilman, Cassman, Matson, Naylor, & Polasky, 2002).

◎ 쇠고기를 생산하기 위해 사용되는 물은 전 세계의 농·축산업과 관련된 물 사용량의 10%를, 동물성 식품을 생산하기 위해 사용되는 물의 33%를 차지하는 것으로 추정되었음(Mekonnen and Hoekstra, 2012). 하지만, 이러한 수치는 서로 다른 개념의 물 사용량을 포괄하여 계산한 데이터로 정확한 계산을 위해서는 물 발자국의 세 가지 요소를 고려해야 함. 생산 과정 전체의 직·간접적인 물 사용량을 의미하는 물 발자국 개념은 일시적으로 토양 표면이나 식물의 뿌리 영역에 저장되어 있거나 증발되는 물의 양을 의미하는 녹색, 지표수나 지하수로부터 사용되는 물을 의미하는 청색, 생산 과정에서 발생하는 오염된 물의 양을 의미하는 회색으로 나눌 수 있음. 쇠고기를 생산하면서 나타나는 녹색 물 발자국은 돼지고기와 닭고기를 생산하며 나타나는 녹색 물 발자국에 비하여 3~4배 많은 것으로 조사되었음. 하지만, 자연 생태계에서 발생하는 증발수와 가축 생산에 있어 녹색 물발자국이 유사하다는 것을 고려할 때 녹색 물발자국에 대해서 한우의 환경적 영향은 사실상 없다고 판단됨(De Boer et al., 2012; Mekonnen & Hoekstra, 2012; Gerber et al., 2015). 또한 쇠고기 생산의 청색, 회색 물 발자국은 돼지고기와 닭고기의 물 발자국과 유사한 것으로 조사되었는데 쇠고기의 경우 각각 550와 451m³/ton, 돼지고기는 459와 622m³/ton, 닭고기는 313와 467m³/ton으로 나타났음(Gerber et al., 2015; Mekonnen & Hoekstra, 2012).

◎ 자원순환 측면에서의 한우 사육의 이점은 경종 농업의 부산물(볏짚, 미강, 초목 등)이나 식품 제조/가공 부산물(대두박, 과일박, 술지게미, 콩비지 등)을 사료로써 급여 함으로써 각 산업군에서 부담해야 할 부산물의 폐기처리에 대한 환경영향(온실가스)의 부담을 덜어줌(그림 36). 따라서, 한우 산업이 없을 경우 볏짚과 대두박 등 식품 및 경종 부산물 처리와 폐기과정에서 연간 29,028,449t CO₂-eq.의 온실가스가 발생하고 이를 타산업에서 처리해야 함(박규현 등, 2022). 이외에도 한우 사육을 통해 생산된 소뿔, 소발톱, 장내용물, 가죽 지방 등 부산물의 활용 실태에 대한 조사를 수행한 결과 도축 부산물이 식품, 사료, 화장품, 의약품 등 각종 산업군의 원료로 활용되는 등 한우가 산업생태계에서 자원 재활용 및 환경을 보호하는 선순환에 크게 기여하고 있는 것을 확인하였음(한우자조금, 2022).

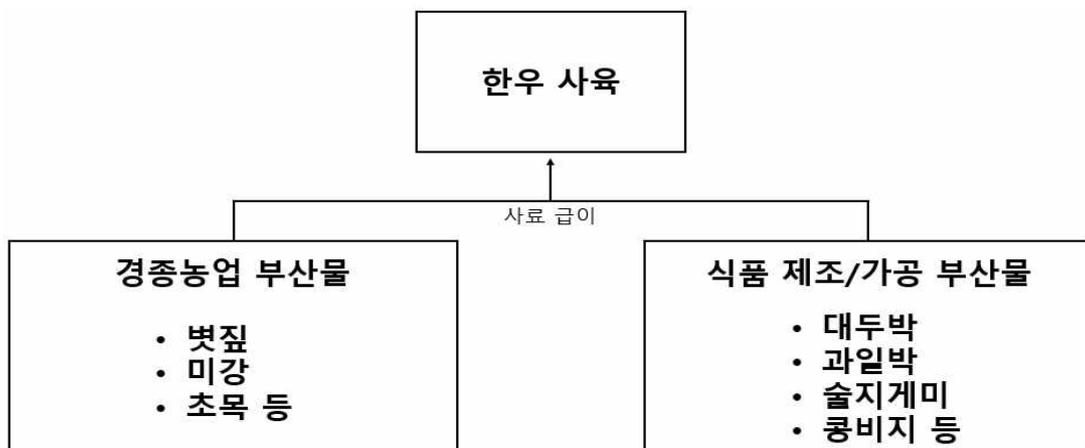


그림 36. 자원순환 측면에서의 한우 사육의 역할

◎ 쇠고기의 생산은 전 세계 가축 온실가스 배출의 약 41%를 담당하여(Opop et al., 2013) 온실가스 배출에 크게 기여를 함. De Vries 등(2015)에 따르면, 쇠고기 1kg 당 8.6~35.2 kg CO₂-eq의 온실가스를 배출함. 한편, 가축이 일반적으로 섭취한 질소(N)의 55~95%와 인(P)의 약 70%가 소변이나 트림으로 배설됨(Menzi et al., 2010). 그러나, 가축분뇨를 어떻게 처리하느냐에 따라 환경에 유익하게 영

향을 줄 수 있는데, 처리 방법은 자원화(퇴비화, 액비화, 에너지화 등) 처리 또는 분뇨를 정화하여 수계에 방류하는 정화처리로 구분할 수 있음(그림 37).

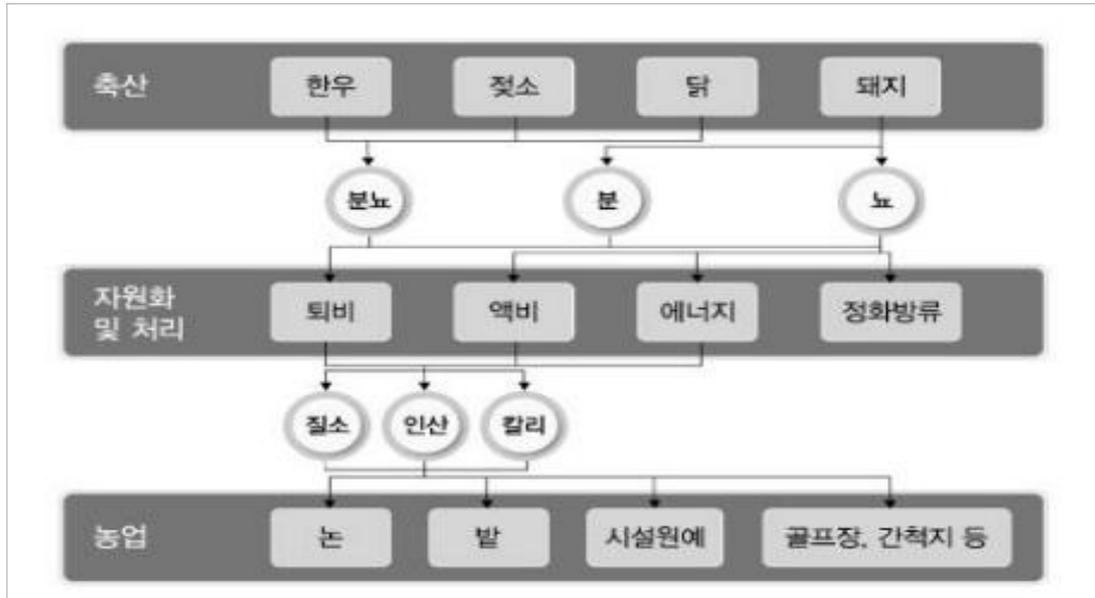


그림 37. 가축분뇨의 처리 방법

◎ 자원화와 정화처리 방법 중 가축분뇨를 자원화할 시 자원순환을 통한 친환경적으로 자원 이용 효율을 높이고 기후변화 대응에 대한 저탄소기술로서 가치를 보임. 박규현 등(2022)에 따르면, 우분 퇴비 활용에 따른 질소질 화학비료 대체 효과는 토양에 공급하는 질소 1kg당 약 1.3 kg CO₂-eq.의 탄소배출을 저감하는 것으로 나타났다으며, 한우의 분뇨를 바이오가스화 할 경우, 기존 분뇨처리 방법에 비해 온실가스 배출이 약 74.8% 저감과 94,838 천 m³의 천연가스를 대체하는 효과를 보였음. 또한, 분뇨 에너지화 시 연간 감축시킬 수 있는 온실가스 배출량은 458,007.09t CO₂-eq.로 한우 산업의 존재로 인하여 자동차로 환산했을 때, 승용차로 211,248대만큼의 온실가스 배출량을 대신할 수 있음. 한우자조금(2022)에 따르면, 환경부 국가 보고서 산정 기준으로 한우 한 마리의 장내발효와

가축분뇨에서 발생하는 온실가스 배출량을 동일 기간 자동차의 온실가스 배출량을 비교한 결과, 전기차를 제외하고 각각 자동차 1대 미만의 온실가스를 배출하며, 차종별 온실가스 배출량 평균보다 한우의 온실가스 배출량이 18.6% 더 낮은 것으로 나타났음(그림 38).



그림 38. 한우 1마리와 자동차 1대 온실가스 배출량 비교

◎ 쇠고기를 생산하기 위해서는 토지가 필요한데, 이때 생물의 다양성에 영향을 줄 수 있음. 생물 다양성이 높은 숲을 목초지와 사료 작물을 키우는 땅으로 전환하게 되면, 여러 생물의 서식지가 파괴되면서 생물의 다양성이 줄어들 것임. 사료 작물 이외에도 부적절한 방목으로 인해서도 토지가 황폐화되면서, 생물 다양성이 손실되고 사막화 또는 산림 침해로 이어지기도 함(Asner et al., 2004). 하지만, 생물다양성이 줄어들지 않는 범위의 관리 및 토지 황폐화나 토지 전환을 방지하기 위한 방목 및 목초지 관리를 통해 예방 가능함.

◎ 자원순환 측면에서 한우산업에 그동안 잘못 인식되어온 온실가스 배출량에 대한 재평가가 이루어져야 함과 동시에 타 산업에 대한 환경적 기여 및 원료로서의 다양한 이용성에 대해서도 한우산업의 산업 구조적 특징이 잘 나타나있음을 알 수 있음.

제3절. 대체식품이 한우산업 및 소비에 미치는 영향분석

1. 대체식품 등장에 의한 한우산업의 경제적 변화

가. 대체식품 시장의 변화

◎ 2023년 8월 31일 공표된 식품의약품안전처 고시 제2023-56호 “식품의 기준 및 규격 일부개정고시”에서 “대체식품”을 정의하고 있음. 즉, “대체식품으로 표시하여 판매하는 식품”이란 동물성 원료 대신 식물성 원료, 미생물, 식용곤충, 세포배양물 등을 주원료로 사용하여 기존 식품과 유사한 형태, 맛, 조직감 등을 가지도록 제조하였다는 것을 표시하여 판매하는 식품을 말함. 또한, 대체식품에는 축산물 및 육류 모방식품 뿐만 아니라 해산물과 유제품을 모방한 식품도 포함하고 있음(이은영 등, 2023).

◎ 그림 39에 나타낸 바와 같이 식물성 소재를 주원료로 사용하여 개발되고 있는 제품에는 콩단백질과 밀가루 글루텐을 사용한 식물성 단백질 기반 대체식품, 토마토, 밀, 콩 등으로 연어, 참치 등 해산물의 맛과 질감을 모사한 해산물 모방 대체식품(식물성 해산물) 그리고 귀리, 코코넛, 아몬드 등 곡물을 소재로 만든 우유 모방 대체식품(대체 우유)과 코코넛 오일, 캐슈 등으로 만든 치즈 모방 대체식품(대체 유제품) 등이 있음. 한편, 세포배양물을 주원료로 하는 대표적인 제품은 세포배양물 기반 대체식품으로 동물의 세포를 배양하여 고기의 맛과 영양성분을 유사하게 만들고 있고, 어류나 갑각류의 세포를 배양하여 만들기도 함. 식물성 소재 및 세포배양물 외에도 박테리아, 곰팡이, 효모 등 미생물 발효를 통해 대체식품의 풍미 등 관능적 특성 부여를 위한 소재로 사용되기도 하고, 식용곤충에서 추출한 단백질을 사용하여 단백질바, 쿠키, 어묵 및 탕수육 등의 형태로 가공하기도 함(이은영 등, 2023).

◎ 대체식품 제품유형별 글로벌 시장 규모 추이 및 전망을 살펴보면, 식물성 단백질 기반 대체식품이 전체 시장의 85% 이상을 차지하는 것으로 보고되고 있음(그림 40). 이러한 대체식품을 상용화한 주요 기업으로는 ‘Beyond Meat’ 와 ‘Impossible Foods’ 등이 있는데, 이들 기업이 식물성 단백질 기반 대체식품 시장을 주도하고 있는 추세임(표 24). 위 기업을 포함한 대체식품을 상용화한 대표적인 글로벌 기업은 Eat Just, Field Roast, Tyson Foods, Cargill, Hormel Foods, Conagra, Upside Foods 등의 미국 기업과, Quorn, Tesco 등의 영국 기업이 있고, 그 외 Maple Leaf Foods(캐나다), JBS(브라질), Nestle(스위스), Mosa Meat(네덜란드) 등이 있음(표 24)(이은영 등, 2023).

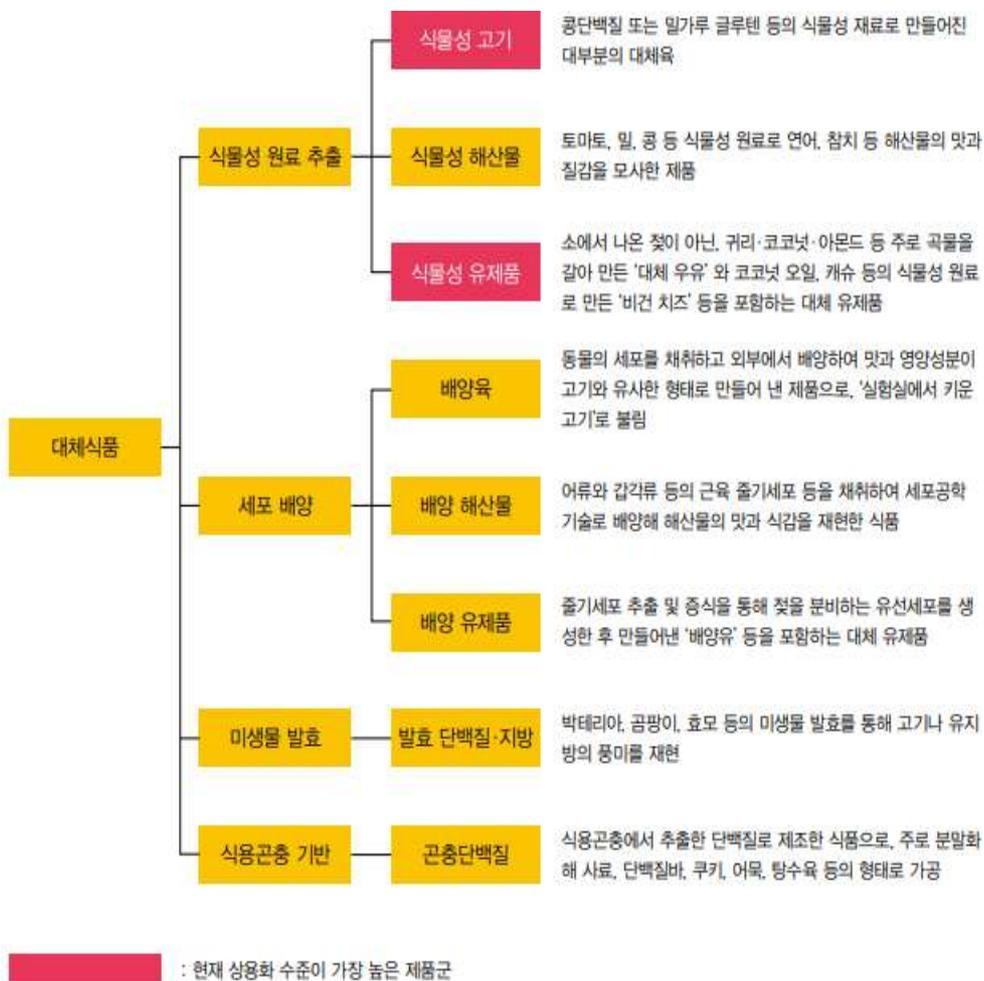


그림 39. 대체식품 유형별 분류 및 특징

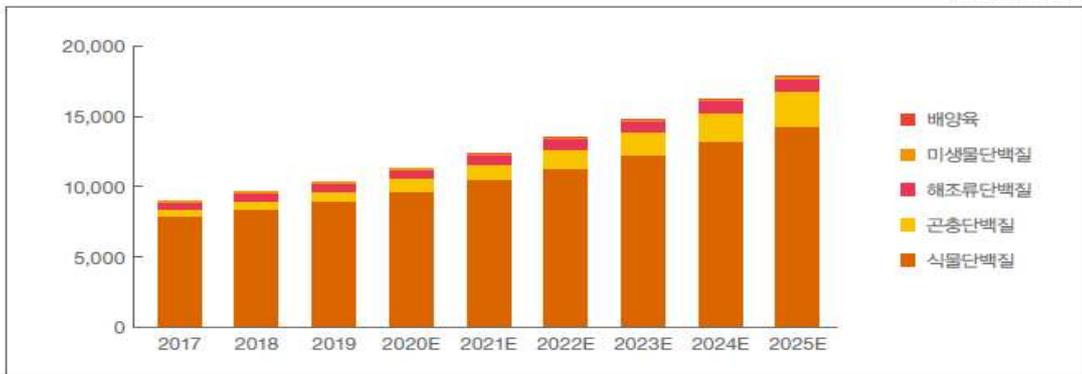


그림 40. 대체식품 유형별 생산 전망

◎ 한편, 국내에도 주요 식품 기업들이 대체식품을 판매하고 있거나 개발 중에 있는데, 대표적으로는 미국의 Beyond Meat 제품을 독점 공급하고 있는 동원F&B, 미국의 Eat Just와 파트너십 체결하여 계란 모방 대체식품을 판매하는 SPC삼립, 스위스 Nestle 소이너겟 활용 제품을 출시한 세븐일레븐, 영국 비건 소사이어티 인증 비건 제품을 출시한 오뚜기 등이 있음. 그 외에도 CJ제일제당, 롯데푸드, 농심, 대상, 매일유업, 신세계푸드, 현대그린푸드, BGF리테일 등도 활발히 관련 제품을 판매하거나 개발 중에 있음(표 25, 그림 41)(이은영 등, 2023).



그림 41. 국내 유통 중인 주요 대체식품

표 24. 대체식품 생산 또는 개발 중인 주요 글로벌 기업 현황

기관	국가	주요 제품·브랜드명	사업 현황
Beyond Meat	미국	Beyond Burger	식물성 성분 버거 패티, 소시지 등 판매
Impossible Foods	미국	Impossible Sausage	대두 단백질 기반 소시지, 너겟 등 판매
Eat Just	미국	Just Egg	녹두 단백질 기반 액상 계란, 닭고기 개발
Oatly	스웨덴	Oalty	귀리, 아몬드, 코코넛, 기반 비건 우유 판매
Perfect Day	미국	Animal-free Milk	발효 유단백질 기반 유제품 제조 및 판매
Quorn	영국	Quorn Mince	식물성 소고기 패티, 비건 생선살 판매
Field Roast	미국	Field Roast Burger	밀, 보리 기반 대체육 판매
Maple Leaf Foods	캐나다	Lightlife Smart Dogs	식물성 단백질 개발 및 대체육 제품 판매
Tyson Foods	미국	Raised & Rooted	육가공기업, 식물성 대체식품 시장 진출
Cargill	미국	Plant-based Burger	육가공기업, 식물성 대체식품 시장 진출
Hormel Foods	미국	Happy Little Plants	육가공기업, 식물성 대체육, 간편식 시장 진출
JBS	브라질	OZO	육가공기업, 식물성 대체육 유럽, 브라질 판매
Kellogg	미국	Incogmeato by Morning Star Farm	식품기업, 식물성 대체식품 시장 진출
Nestle	스위스	Wunda, Garden Gourmet	식품기업, 식물성 음료/버거패티.참치 제품 출시 및 판매
Conagra	미국	Gardein	식품기업, 식물성 대체육/해산물 제품 판매
Tesco	영국	Wicked Kitchen	유통기업, 식물성 간편식(피자, 버거) 판매
Target	미국	Good & Gather	유통기업, 식물성 대체육, 스낵류 판매
Mosa Meat	네덜란드	배양 소고기 패티	배양육 기업, 배양소고기 버거 패티 등
Upside Foods	미국	배양 닭고기	배양육 기업, 배양닭고기 FDA 승인

표 25. 대체식품 생산 또는 개발 중인 국내 대표 기업 현황

기관	주요 제품·브랜드명	사업 현황
폴무원	지구식단	식물성 대체육, 두부 제품 판매. 배양육 투자
CJ제일제당	플랜테이블	비비고 비건만두 판매, 배양육, 식물성 단백질 투자
롯데푸드	엔네이처 제로미트	식물성 대체육 제품 판매
오뚜기	헬로베지	영국 비건 소사이어티 인증 비건 제품 출시
동원F&B	비온드미트	미국 비온드미트 제품 국내 독점 공급계약 체결
농심	베지가든	독자적 HMMA 공법 대체육 제조, 비건
대상	청정원 미트제로	식물성 대체육으로 제조된 냉동만두 출시
매일유업	어메이징 오트	식물성 대체 우유 및 음료 판매
SPC삼립	저스트 에그	미국 Eat Just와 파트너십 체결, 식물성 계란 판매
신세계푸드	베러미트	대체육 브랜드 출시 및 판매
현대그린푸드	베지라이프	비건 식단형 식품 브랜드 출시
BGF리테일	채식주의 간편식	편의점 CU, 채식 간편식, 식물성 참치김밥 판매
세븐일레븐	그레인 시리즈	스위스 Nestle 소이너겏 활용 제품 출시

◎ 대체식품 중 육류 모방 대체식품이 육류시장에서의 점유율을 살펴보면, 2020년 약 1% 수준이었던 점유율이 2035년에는 약 11%로 증가할 것으로 전망되고 있음(그림 42). 육류 모방 대체식품의 시장 점유율은 대체식품에 대한 정부 또는 글로벌 규제 완화 및 지원 확대와 소비자 인식 변화 등으로 인해 더욱 증가할 것으로 예상되고 있으며, 2040년에는 전체 육류 시장의 약 60%까지 잠식될 수도 있을 것으로 전망되고 있음(그림 43). 이러한 전망은 대체식품 산업에 대한 글로벌 투자자들의 관심과 투자액의 급격한 증가 추세에 힘을 더해주고 있는 실정임(그림 44). 삼정KPMG 경제연구원 자료(2022)에 따르면 미래식품, 특히 대체 단백질에 대한 투자자의 관심이 크게 증가하여, 2020년에 투자 건당 1억에서 5억 달러 규모의 중대형 투자가 다수 있었고, 2021년에는 투자액이 전년 대비 2배 이상 증가한 것으로 확인되었음. 또한, 2021년 전체 투자액 중 식물성 단백질과 세포배양 단백질에 투자가 각각 5,849백만 달러(59%) 및 3,042백만 달러(30%)의 비율을 나타내어 미생물 발효 단백질(1,086백만 달러)보다는 식물성 단백질과 세포배양물 기반 대체식품의 투자가 더욱 활발히 이뤄지고 있는 추세임(그림 45)(이은영 등, 2023; 김수경 등, 2022).

(단위: %)

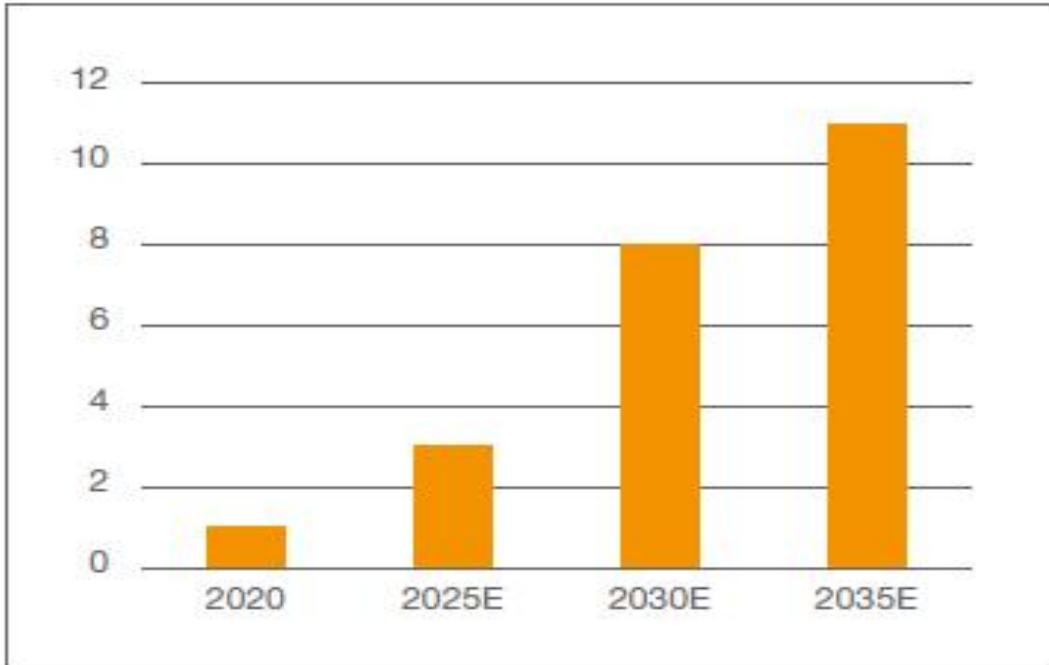


그림 42. 대체식품의 유류시장 점유율 전망

출처: Euromonitor, 삼일PwC경영연구원

(단위: 억 달러)

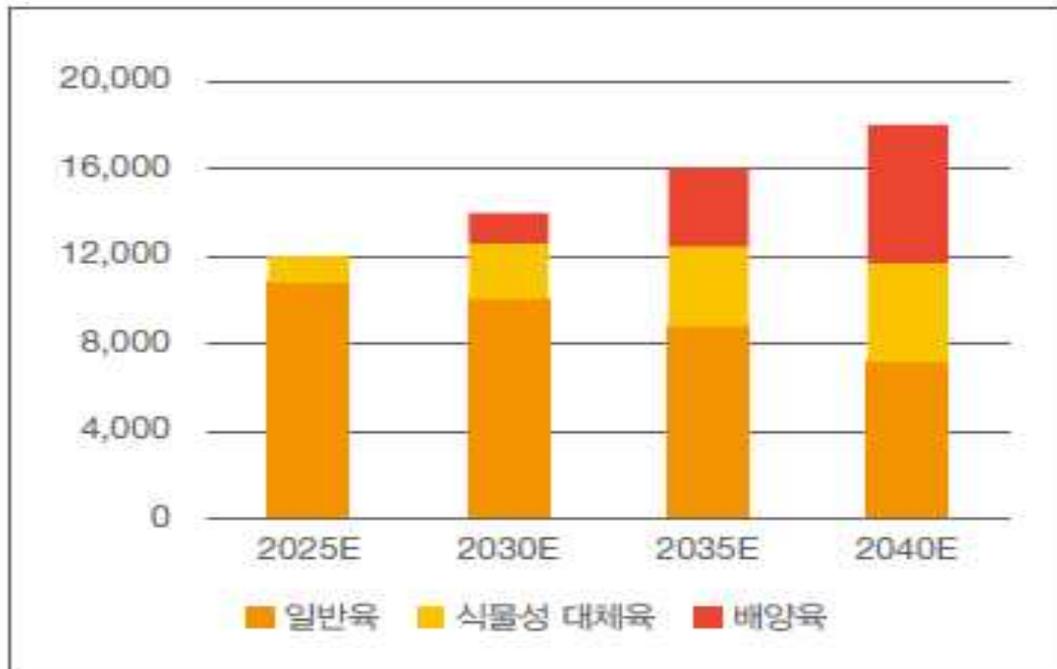


그림 43. 유류 및 대체식품의 시장규모 전망

출처: 에티커니, 삼일PwC경영연구원

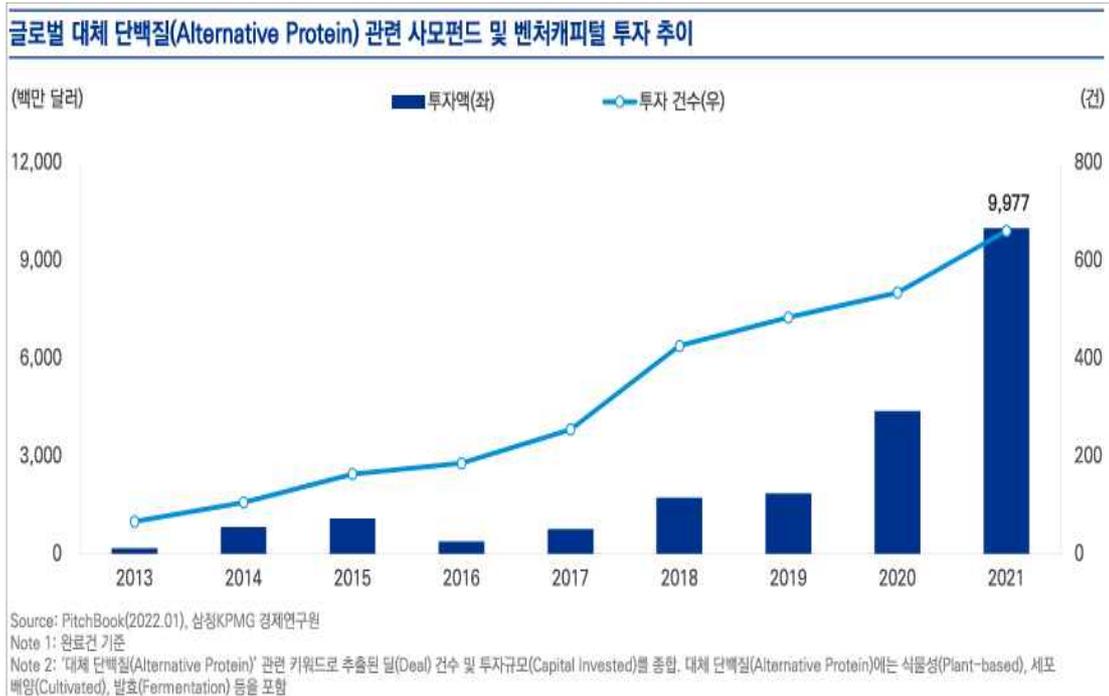


그림 44. 세계 대체 단백질 관련 투자 동향

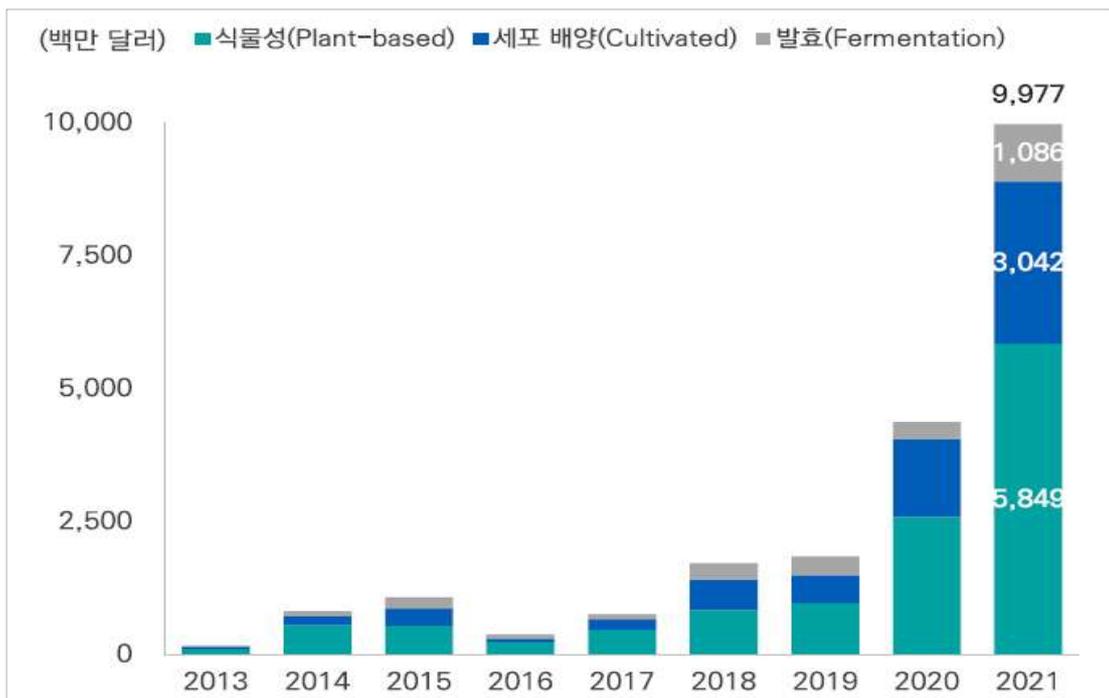
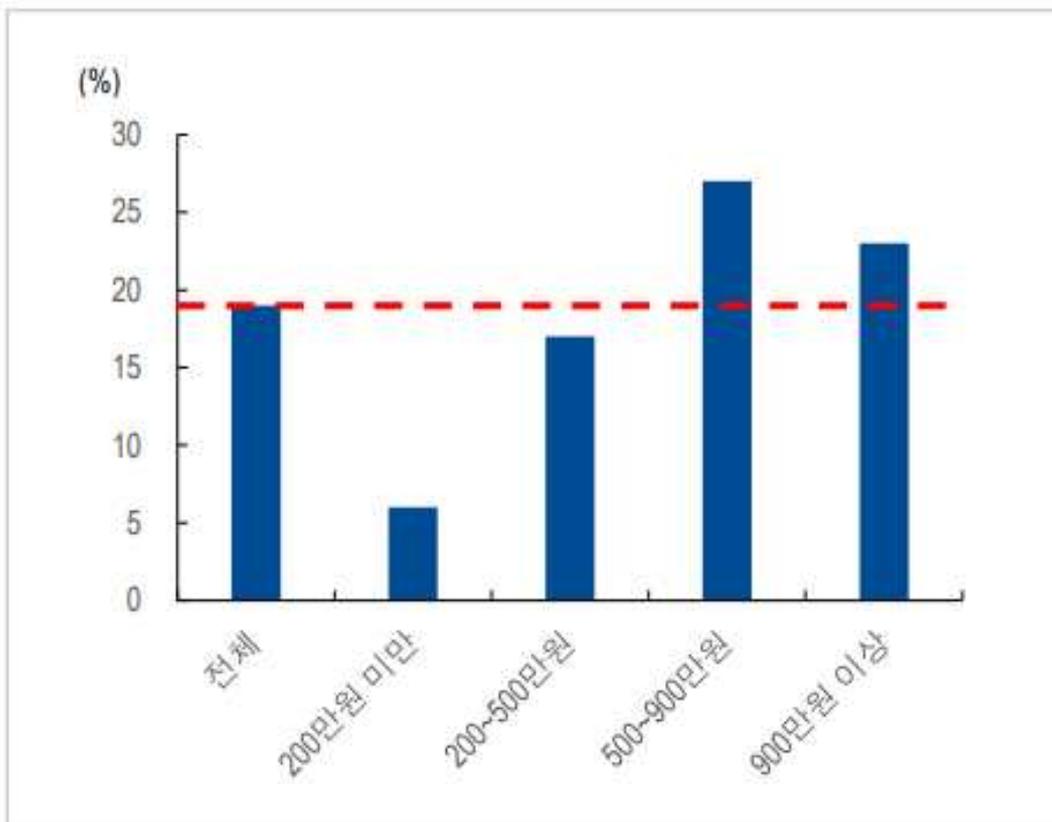


그림 45. 글로벌 대체 단백질 하위 분야별 투자액 추이

◎ 대체식품 시장은 소득 및 외생변수에 영향력이 높은 특징을 갖고 있음. 소비자 분석결과 식물성 단백질 기반 대체식품의 소비는 성별, 연령대보다 소득에 영향을 많이 받는 것으로 나타났으며(그림 46) 일정 수준 이상의 소득을 가진 소비자에게 선호도가 높음. 글로벌 기준으로도 시장 규모는 꾸준히 성장 중이나 2020년 이후 연간 성장률은 완만해지는 모습을 보이고 있음. 또한, 기존 음식료 대비 원가 부담이 크고 가격이 비싸다는 특성상, 필수재인 기존 제품보다 외생변수에 영향을 상대적으로 크게 받음. 하지만, 플렉시테리언의 인구가 잠재적으로 증가할 전망이기 때문에 대체식품의 시장 또한 지속적으로 성장할 것이라고 예측되고 있음(황병진, 2024).



주: 최근 6개월 이내 식물성 대체육 제품을 가정 혹은 음식점에서 섭취한 경험이 있는 18~45세 이상 인터넷 사용자 190명(조사 시가: 2022.07)

자료: Rakuten Insight/Minte, NH투자증권 리서치본부

그림 46. 국내 식물성 단백질 기반 대체식품 소비자 소득별 분류

나. 한우산업 생산량과 생산비의 변화

◎ 한우생산 현황을 살펴보면, 표 26에 나타난 바와 같이 2022년 한육우 사육 마릿수는 약 369만 마리로 전년(약 358만 9천 마리)보다 2.9%p 증가하였음(축산물품질평가원, 2022). 또한, 한우 사육 마릿수는 2015년 이후 꾸준히 증가 추세를 보이고 있고, 가임 암소와 송아지 생산도 증가세를 지속하였음(표 26, 표 27). 한편, 한우 도축 마릿수는 2022년에 871,565마리였고, 이 중 869,147마리가 등급 판정되었음(표 26). 2022년 기준 쇠고기 국내 생산량은 28만 8천 톤으로 전년 대비 9.3%p가 증가하였음(표 28)(축산물품질평가원, 2023; 한두봉, 2024).

◎ 2022년 쇠고기 수입량은 47만 7천 톤으로 전년 대비 5.3% 증가하였는데, 수입 쇠고기 시장 점유율은 미국산이 55.3%로 가장 큰 점유율을 차지하고 있고, 호주산이 34.0%로 두 번째로 높은 점유율을 차지하고 있으며, 뉴질랜드산은 4.5%의 점유율을 나타내었음(이형우 등, 2023). 따라서 2022년 쇠고기 자급률은 37.7%를 나타내어 전년 대비 0.9%p 상승하였음(표 28)(한두봉, 2024).

표 26. 소 사육, 도축 및 등급판정 현황

(단위: 두, %)

연도	사육두수			도축두수					판정두수					C/B	C/A
	계(A)	한우육	젓소	계(B)	한우	젓소	육우	교잡우	계(C)	한우	젓소	육우	교잡우		
2015	3,087,767	2,676,425	411,342	1,005,586	881,991	66,752	66,752	-	1,007,001	883,593	66,485	56,923	-	100.1	31.6
2016	3,121,169	2,716,876	404,293	861,487	738,867	58,028	58,028	-	859,472	737,476	57,642	64,354	-	99.8	27.8
2017	3,428,330	3,019,500	408,830	873,483	742,312	52,912	52,912	-	873,438	742,536	52,482	78,420	-	100.0	28.0
2018	3,520,886	3,112,992	407,894	866,845	740,679	53,370	53,370	-	861,782	736,354	52,927	72,501	-	99.4	25.1
2019	3,645,190	3,237,055	408,135	886,604	766,558	51,394	51,394	-	884,635	765,297	50,714	68,624	-	99.8	25.1
2020	3,804,976	3,395,186	409,790	887,196	759,487	55,807	55,807	-	890,423	762,749	55,483	72,191	-	100.4	24.4
2021	3,990,257	3,589,459	400,798	933,861	795,432	60,300	60,300	-	932,208	794,238	59,936	78,034	-	99.8	24.5
2022	4,083,767 [㉠]	3,688,779 [㉠]	389,988 [㉠]	1,014,686	871,576	59,931	59,931	-	1,011,396	869,147	59,492	82,757	-	99.7	25.3

1. 사육두수는 통계청, 축산물품질평가원 「가축동향조사」(4/4분기) 발표수치이며, 도축두수는 농림축산식품부 발표수치임
2. 2022년 사육두수는 잠정치p)임
3. 도축두수는 2003년부터, 판정두수는 1998년부터 품종구분이 재분류됨
 젓소: 젓소 암(경산우), 육우: 젓소 암(미경산우), 젓소 수, 교잡우, 수입생우
4. 도축두수와 판정두수의 불일치는 전년연말 도축물량 일부가 당해판정물량으로 집계되기 때문임

표 27. 한우 및 육우 사육 현황

단위: 천 마리, 천 농장, 마리

구분	2022년(p)	2021년	평년	증감률(%)	
				전년 대비	평년 대비
한우 사육 마릿수	3,552	3,415	3,089	4.0	15.0
1세 미만	1,026	1,008	910	1.7	12.8
1~2세 미만	997	949	858	5.0	16.2
2세 이상	1,530	1,458	1,322	4.9	15.7
가임암소	1,696	1,631	1,486	4.0	14.1
육우 사육 마릿수	166	174	159	-4.8	4.0
사육 농장수	92	94	95	-2.0	-3.0
농장당 사육 마릿수	40.4	38.2	34.3	5.7	18.0

- 1) 사육 마릿수는 12월 1일 기준 자료임
 2) 평년은 2017~2021년 중 최대, 최소를 제외한 평균임
 3) 2022년은 KREI 농업관측센터 추정치임.
 자료: 통계청, KREI 농업관측센터

표 28. 쇠고기 생산 및 공급 현황

단위: 천 톤(정육 기준), %, kg

구분	2022년(p)	2021년	평년	증감률(%)	
				전년 대비	평년 대비
총 공급량	765	716	665	6.8	15.1
국내 생산량	288	264	244	9.3	18.0
수입량	477	453	421	5.3	13.4
자급률	37.7	36.8	36.7	2.4	2.6
1인당 소비가능량	14.8	13.8	12.8	7.3	15.4

- 1) 자급률=국산 소고기 생산량/소고기 총 소비량(총 공급량)
 2) 평년은 2017~2021년 중 최대, 최소를 제외한 평균임
 자료: 축산물품질평가원, 식품의약품안전처

◎ 한편, 한우 생산비의 경우 통계청이 발표한 ‘2022년 축산물생산비조사(통계청, 2023)’에 따르면 송아지 1마리 생산비는 4,372천 원, 한우 비육우 100kg 생산비는 1,293천원, 육우 100kg 생산비는

831천원이었음(표 29, 그림 47). 2022년 축산물 생산비는 모든 축종에서 전년 대비 증가하였고, 특히 송아지는 15.7%p, 한우 비육우는 2.2%p, 육우는 8.6%p 증가하였음(표 29). 모든 축종에서 생산비가 증가한 이유는 사료비 및 자가 노동비가 증가했기 때문으로 여겨지는데, 사료비는 전년 대비 송아지 22.9%p, 비육우 15.3%p, 육우 18.9%p 증가하였고, 자가노동비는 송아지 8.4%p, 비육우 2.3%p, 육우 3.0%p 증가하였음(통계청, 2023).

◎ 이러한 한우 비육우를 포함한 모든 축종의 생산비 증가가 더불어 산지가격의 하락으로 인해 농가 수익의 감소로 이어짐(표 30). 즉, 2022년 순수익의 경우 전년 대비 한우 비육우는 333.9%p, 한우 번식우는 172.6%p, 육우는 505.1%p 감소한 것으로 집계되었음(표 30).



그림 47. 연도별 생산비 추이

표 29. 축산물 생산비 현황

구분	2021년		2022년		전년대비			
	생산비	경영비	생산비	경영비	증감		증감률(%)	
					생산비	경영비	생산비	경영비
송아지(천원/마리)	3,781	2,619	4,372	3,106	592	487	15.7	18.6
한우비육우(천원/100kg)	1,266	1,121	1,293	1,144	27	22	2.2	2.0
육우(천원/100kg)	766	642	831	701	65	59	8.6	9.1
우유(원/L)	843	713	959	821	116	109	13.7	15.2
비육돈(천원/100kg)	298	285	346	329	47	44	15.9	15.5
계란(원/10개)	1,083	1,040	1,310	1,264	227	224	21.0	21.5

표 30. 축산물의 수익성 현황

구분	2021년			2022년			전년대비(순수익)	
	총수입	소득*	순수익**	총수입	소득*	순수익**	증감	증감률(%)
한우번식우 (천원/마리)	3,351	1,410	563	2,710	487	-409	-973	-172.6
한우비육우 (천원/마리)	10,215	1,425	292	9,648	506	-689	-982	-335.9
육우 (천원/마리)	5,435	682	-231	4,781	-430	-1,396	-1,166	-505.1
젖소 (천원/마리)	10,721	3,651	2,434	10,664	2,801	1,529	-904	-37.2
비육돈 (천원/마리)	408	83	68	450	75	57	-11	-16.6
산란계 (천원/마리)	51,813	20,888	19,631	46,765	8,627	7,256	-12,375	-63.0
육계 (천원/마리)	2,225	155	65	2,627	354	260	195	300.8

*소득=총수입비-일반비, **순수익=총수입비-사육비

2. 대체식품 등장에 의한 한우산업 구조의 변화

가. 대체식품이 한우산업의 생산, 유통, 마케팅 구조에 미치는 영향

1) 한우산업의 생산 구조

◎ 앞에서 언급한 바와 같이 한우 사육 두수는 증가하고 있으나, 변동폭은 완화되고 있는 추세임. 사육 농가 수는 2014년 4분기 11.2만 호에서 2022년 4분기 8.8만 호로 감소 추세에 있음(그림 48). 따라서 20마리 미만의 소규모 사육 농가 수는 감소하는 반면, 50마리 이상 중·대규모 사육 농가 수는 꾸준히 증가하는 추세임(그림 48, 그림 49)(통계청, 2023).

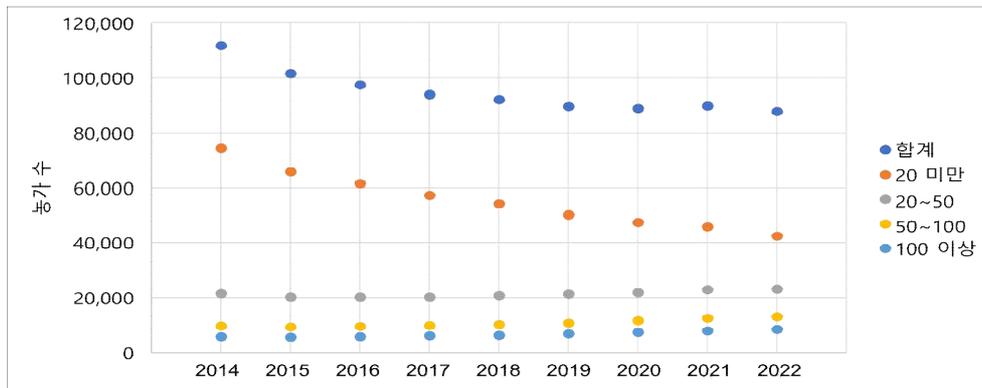


그림 48. 연도별 한우 사육 규모별 농가 수

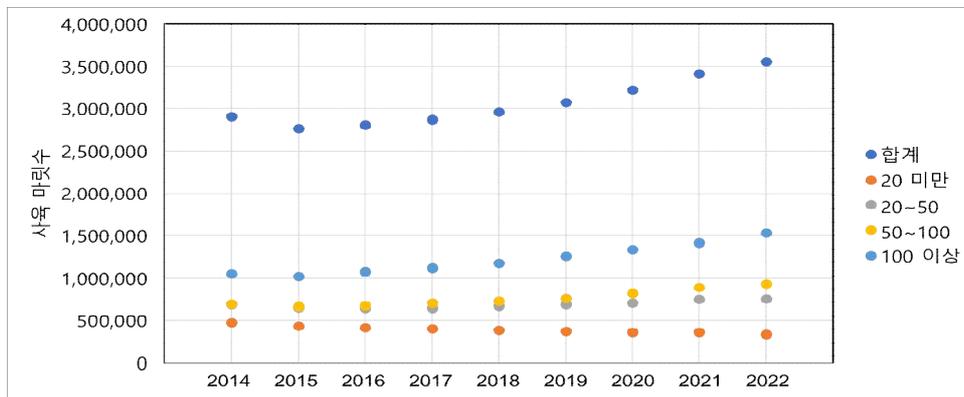


그림 49. 연도별 한우 사육 규모별 마릿수

◎ 한편, 한우 사육 형태별 농장수 비중은 2020년 기준으로 번식농장이 약 50%의 비중을 차지하고 있고, 일관사육농장이 약 41%, 비육농장이 약 9%의 비율을 차지하고 있음(그림 50). 약 200만 마리가 사육되고 있는 일관사육농장이 전체 한우 사육 두수의 약 70% 비중을 차지하고 있고(그림 51), 소규모 번식 농가의 꾸준한 감소와 송아지 가격 상승으로 송아지 거래 비율이 감소하고 있으며, 중규모 번식 농가의 송아지 번식률이 높아지는 추세를 보이고 있음(그림 52)(전상곤 등, 2020).

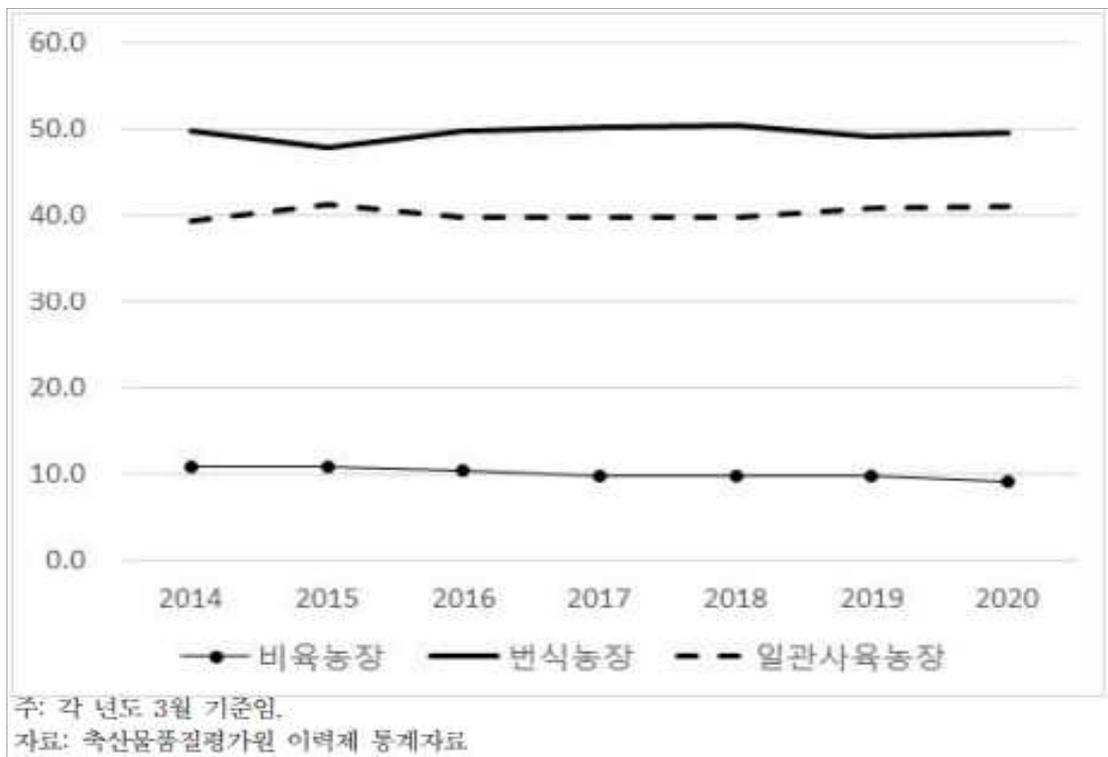


그림 50. 사육 형태별 농장수 비중 변화 추이

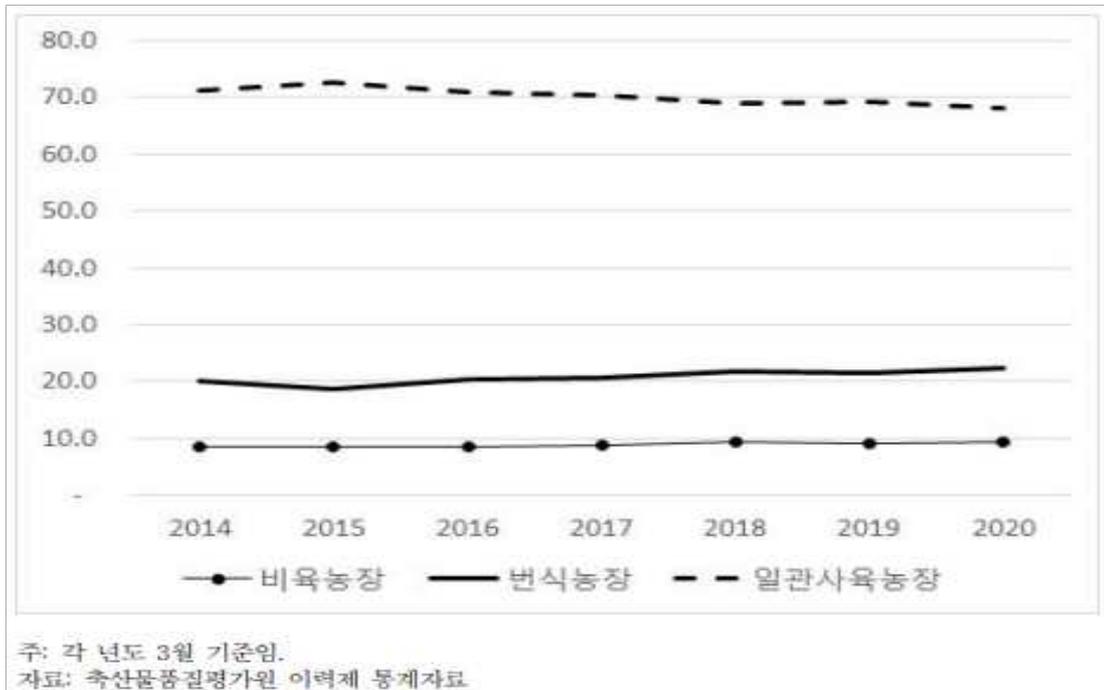


그림 51. 사육 형태별 한우 사육 규모 비중 추이

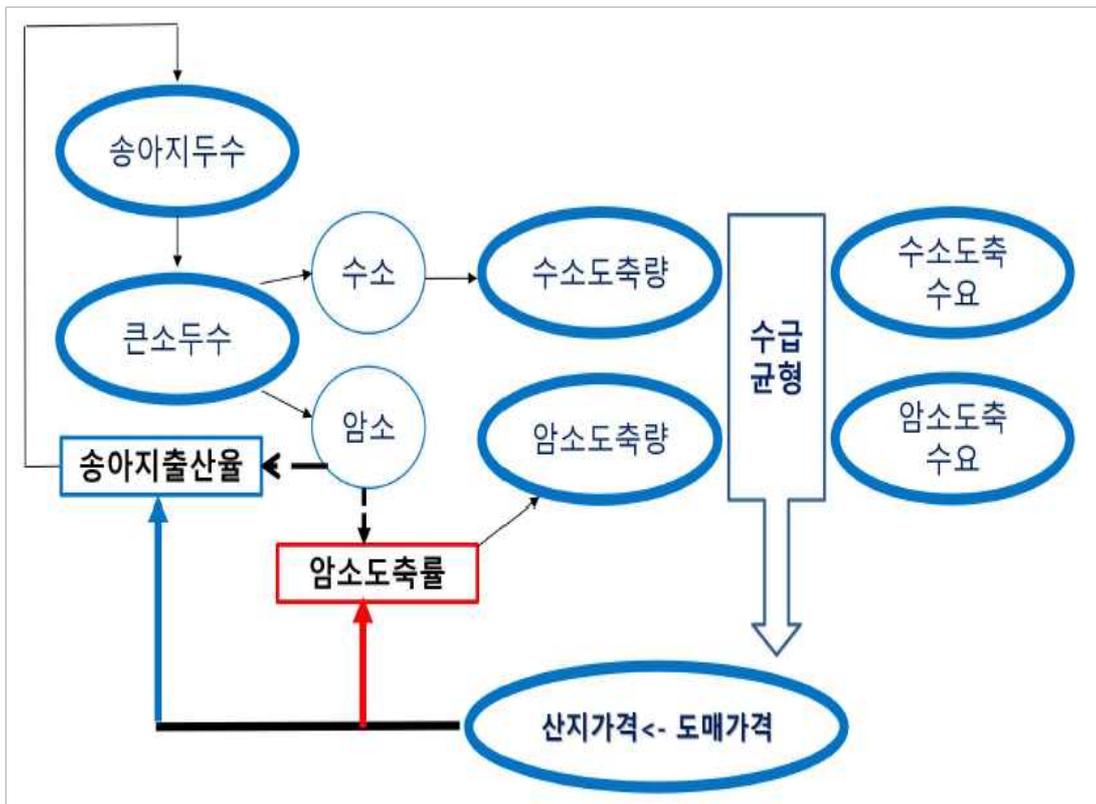


그림 52. 한우 수급 모형 구조

◎ 대체식품에 있어 육류소비의 변화는 OECD-FAO Aglink-Cosimo 모델을 사용하여 예측할 수 있음. 대체식품의 육류 소비 대체에 따라 육류소비 변화에 2가지 시나리오가 존재함. 2023년까지 고소득 국가에서 10%의 육류 소비를 대체식품으로 전환할 경우 육류 가격은 기준 가격대비 8% 하락하고 고소득층에서는 육류 소비가 감소하고 중상위소득층에서는 증가할 것으로 전망됨. 2023년까지 고소득 국가에서 25%의 육류 소비를 대체식품으로 전환하고 중간 소득 국가에서 10%의 육류 소비를 대체식품으로 전환할 경우 육류 가격은 기준선 대비 29% 하락하고 고소득층에서는 육류 소비가 감소하고 중상위 소득층에서는 증가할 것으로 전망됨. 두 가지 시나리오 모두 총 온실가스 배출량이 감소할 것으로 전망하고 있음(황병진, 2024).

2) 한우산업의 유통 구조

◎ 국내 쇠고기 생산량의 증가(2023년 기준 303천 톤, 2022년 대비 5.1% 증가), 그리고 쇠고기 수입량의 감소(2023년 기준 454천 톤, 2022년 대비 4.8% 감소)에 힘입어 쇠고기 자급률이 2023년(40.0%)에 2022년(37.7%) 대비 6.3% 상승하였음(표 31). 한국농촌경제연구원(2020)에 따르면 국내 쇠고기 생산량은 앞으로 증가할 것으로 전망하고 있는 반면, 쇠고기 수입량은 주요 수입국의 생산량 감소와 수입단가 상승 등으로 감소할 것으로 전망하고 있음.

◎ 한편, 축산물품질평가원의 자료(2023년 2분기)에 따르면, 생산 및 출하단계에서는 경매를 통한 거래가 63.0%를 차지하고, 나머지 37.0%는 직매를 통해 거래되고 있음(표 32). 생산단계에서 경매출하의 비중은 전년 동기 및 전분기 대비 각각 1.4%p 및 0.5%p 증가하였고, 도매단계에서는 정육점으로 직반출이 5.9% 비중을 차지하고 있으며, 나머지 94.1%는 식육포장처리업체를 통해 소매단계로 넘어감. 도매단계에서 식육포장처리업체의 비중이 전년 동기 및 전

분기 대비 각각 4.5%p 및 1.3%p 증가하였음. 한편, 소매단계에서는 정육점이 21.5%의 비중을 차지하고, 일반음식점(19.8%), 대형마트(19.1%), 하나로마트(17.9%), 슈퍼마켓(11.4%), 온라인(4.4%), 단체급식(3.0%), 백화점(2.1%), 기타(0.8%) 순으로 높은 비중을 나타내는 것으로 나타났음. 소매단계에서는 전년 동기 및 전분기 대비 백화점, 대형마트 및 하나로마트를 통한 유통 비중은 증가한 반면, 슈퍼마켓, 정육점 및 일반음식점을 통한 유통 비중은 감소하였음. 소매단계에서의 유통구조 변화의 특이점은 온라인을 통한 유통 비율이 2021년 2분기, 4분기에 각각 2.0, 2.1%에서 2022년 2분기, 4분기에 각각 5.6, 5.9%로 급증한 것임. 2023년 2분기에 전분기 대비 1.5%p 감소하였으나, 백화점(2.1%)이나 단체급식소(3.0%) 보다 높은 비중을 차지하고 있음. 한편, 온라인 식료품 관련 거래액 추이를 보면, 2020년에 전년 대비 전반적인 온라인 식료품 거래액이 폭증하였는데, 음·식료품은 45.0%p, 농축산물은 55.6%p, 음식서비스는 78.1%p의 증가폭을 나타내었음. 2020년 이후 증가율 폭은 감소하였으나, 온라인 거래 규모는 지속적으로 증가하는 추세를 나타내고 있음(표 33)(축산물품질평가원, 2023).

◎ 이러한 우리나라의 쇠고기 유통시장에서 대체식품, 특히 육류 모방 대체식품 산업의 확대에 의해 예상되는 전망은 쉽게 예단하기는 힘들. 왜냐하면 국민의 육류 모방 대체식품에 대한 선호도와 규모화 및 산업화 속도의 불확실성이 크기 때문임. 그러나 우리나라보다 식물 기반 대체식품 시장이 급속도로 커지고 있는 미국의 경우를 참고할 필요가 있음. 2022년 Lust 등이 미국에서 식물성 단백질 기반 대체식품의 가격 및 수요 변화가 소 생산에 미치는 영향을 보고하였는데, 식물성 단백질 기반 대체식품의 가격이 10% 감소하거나 수요가 증가할 때마다 미국 소 생산은 약 0.15%가 감소하는 것으로 모델 분석을 통해 확인하였음(그림 53). 또한, 식물성 단백질 기반 대체식품에 대한 미국 내 수요의 증가는 쇠고기 수입 감소 및 수출 증가로 이어져 쇠고기 무역 환경을 변화시킬 것으로 전망

하고 있음. 따라서 우리나라도 다른 유형의 대체식품보다 더 비중이 높고 이미 소비 시장이 형성된 식물성 단백질 기반 대체식품 산업이 규모화되고 가격이 낮아질 경우, 한우고기를 포함한 쇠고기의 소비가 줄어들 것으로 전망됨(Lusk et al., 2024).

표 31. 쇠고기 수급 동향

단위: 천 톤(정육 기준), %, kg

구분	2023년	2022년	평년	증감률(%)	
				전년 대비	평년 대비
총 공급량	757	765	686	-1.0	10.4
국내 생산량	303	288	253	5.1	20.0
수입량	454	477	433	-4.8	4.8
자급률	40.0	37.7	36.8	6.3	8.7
1인당 소비가능량	14.8	14.9	13.2	-0.8	11.7

1) 자급률 = 국산 소고기 생산량/소고기 총 소비량 × 100

2) 평년은 2018~2022년 중 최대, 최소를 제외한 평균임

자료: 축산물품질평가원, 식품의약품안전처

표 32. 쇠고기(한우) 유통단계별 경로비율 변화 추이

(단위: %, %p)

구분		'20년	'20년	'21년	'21년	'22년	'22년	'23년	전년 동기 대비(C-A)	전분기 대비(C-B)
		2분기	4분기	2분기	4분기	2분기(A)	4분기(B)	2분기(C)		
생산 단계	경매출하	58.8	58.7	58.6	60.4	61.6	62.5	63.0	1.4	0.5
	직매출하	41.2	41.3	41.4	39.6	38.4	37.5	37.0	-1.4	-0.5
	합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-
도매 단계	직반출	18.7	15.9	12.9	14.4	10.4	7.2	5.9	-4.5	-1.3
	식육포장 처리업체	81.3	84.1	87.1	85.6	89.6	92.8	94.1	4.5	1.3
	합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.00	100.0	100.0	-	-
소매 단계	백화점	2.8	4.0	2.0	2.4	1.1	1.3	2.1	1.0	0.8
	대형마트	22.0	24.0	20.6	21.2	16.8	17.8	19.1	2.3	1.3
	슈퍼마켓 하나로 마트	16.9	16.2	10.8	10.1	11.6	11.9	11.4	-0.2	-0.5
				11.8	13.8	9.6	13.6	17.9	8.3	4.3
	정육점	33.9	31.7	29.7	30.1	26.4	23.7	21.5	-4.9	-2.2
	단체 급식소	5.2	6.9	5.4	4.5	7.3	2.2	3.0	-4.3	0.8
	일반 음식점	18.6	16.5	16.9	15.0	20.8	22.7	19.8	-1.0	-2.9
	기타	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.0	-0.1
	온라인			2.0	2.1	5.6	5.9	4.4	-1.2	-1.5
	합계	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	-	-

표 33. 온라인 식료품 관련 거래액 추이

단위: 백만 원, %

구분	2017년	2018년		2019년		2020년		2021년		2022년(추정)	
		금액	전년 대비	금액	전년 대비						
음·식료품	7,997	10,494	31.2	13,447	28.1	19,504	45.0	24,295	24.6	29,496	21.4
농축산물	2,424	2,940	21.3	3,723	26.6	5,793	55.6	7,116	22.9	8,725	22.6
음식 서비스	2,732	5,262	92.6	9,735	85.0	17,334	78.1	25,678	48.1	28,624	11.5

자료: 통계청, 온라인쇼핑동향조사(kosis.kr/; 2022.7.11.). 재가공.

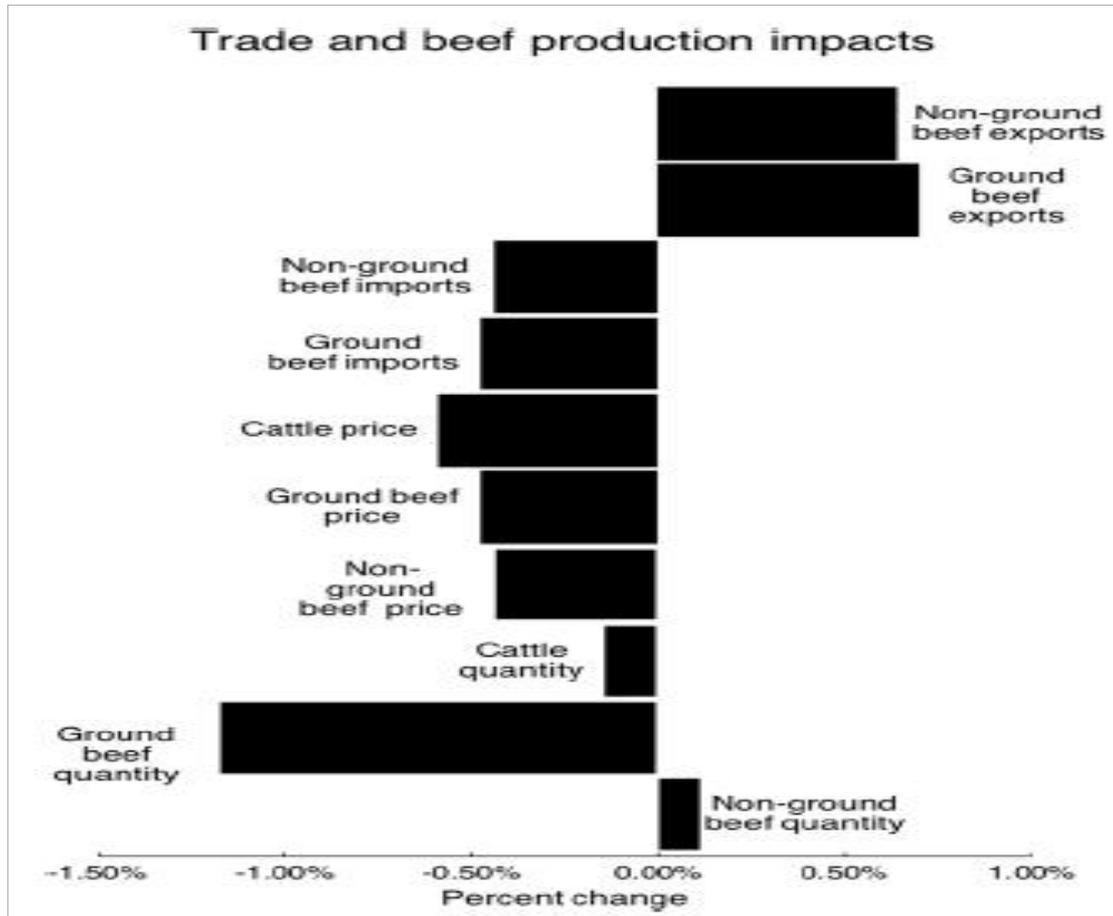


그림 53. 식물성 단백질 기반 대체식품의 가격 10% 감소로 인한 미국 내 쇠고기 생산 및 무역 환경 변화 추정 결과

3) 한우산업의 마케팅 유형

◎ 한우고기의 소비홍보사업은 한우자조금관리위원회에서 주로 수행하고 있는데, 소비홍보사업별 농가 만족도 조사 결과(한우자조금관리위원회, 2021), 방송프로그램 제작 및 협찬을 통한 홍보가 가장 중요한 사업으로 인식되고 있고, 그 다음으로 한우나눔행사, TV/라디오 및 신문광고 등을 통한 소비홍보가 효과가 있는 것으로 인식되고 있음. 한우자조금관리위원회에서 연간 약 72억 원(2020년 기준) 규모의 예산(전체의 19.5% 차지)을 들여 소비홍보사업을 수행하고 있고, 2010년부터 2020년까지 평균 24.3%의 예산(연간 평균 약 9

억 6천만 원)을 들여 소비홍보사업을 추진하고 있음(표 34).

◎ 대체식품의 경우 국내외 기업들이 프랜차이즈와 협업을 통해 인지도를 증대하는 전략을 채택하고 있음. 버거킹, 도미노피자, 롯데리아 등 프랜차이즈 식당과 스타벅스, 투썸플레이스 등 카페 위주로 식물성 단백질 기반 대체식품 메뉴가 개발되고 납품되고 있음(표 35). 시즌제로 출시 후 단종된 메뉴도 많으나, 롯데리아의 미라클 버거의 경우 자회사로부터 납품을 받아 판매량이 상대적으로 저조함에도 대체식품 버거를 리뉴얼하며 꾸준히 재출시하고 있음(그림 54). 또한, 기업들은 팝업 비건 레스토랑을 개점하여 소비자들의 접점을 증대시키고 있음(표 36). 국내 대체식품 기업들의 경우, 소비자 접점을 증대하기 위한 목적으로 비건 레스토랑을 개점하고 있고, 국내 식품 대기업들은 코엑스, 롯데월드몰, 로데오거리 등 오프라인 매장을 개점하여 프리미엄 비건 코스요리, 밀키트 등을 개발하고 있음(그림 55)(황병진, 2024).

표 34. 연도별 한우자조금 소비홍보 지출 비중

연도	소비홍보지출(백만원)	예산 비중(%)
2010	9,326	30.5
2011	7,775	23.6
2012	7,107	21.4
2013	7,827	21.4
2014	7,115	20.3
2015	12,356	32.4
2016	11,674	29.9
2017	9,946	26.4
2018	8,233	21.9
2019	7,868	20.5
2020	7,227	19.5
계(평균)	96,453	(24.3)

자료: 한우자조금관리위원회

표 35. 대체식품 기업과 프랜차이즈와의 협업 사례

제휴 업체	메뉴명	대체육 업체	출시 시기
버거킹	플랜트와퍼	V2food	2021년
도미노피자	식물성피자	언리미트	2021년
롯데리아	미라클버거	롯데푸드	2020년
스타벅스	멕시코칸 라이스 부리토 라자냐&베지터블 밀 박스	브라이트 벨리	2021년
스타벅스	프렌치 바게트 샌드위치	베리미트	2022년
투썸플레이스	비온드 파니니	비온드미트	2021년



그림 54. 식물성 단백질 기반 대체식품을 사용하여 만든 버거, 샌드위치, 피자

표 36. 기업별 비건 레스토랑 목록

기업명	비건레스토랑
알티스트	ALT-A
신세계푸드	더 베러
농심	포리스트 키친
플무원	플랜튜드



그림 55. 대체식품 기업들의 오프라인 매장

3. 대체식품이 한우산업의 사회경제적 분야에 미치는 영향

가. 축산 및 축산식품 관련 제도에 미치는 영향

◎ 앞에서 언급하였듯이 최근(2023년 8월) 식품의약품안전처에서 ‘대체식품’ 기준을 신설하여 공표하였음(그림 56). 즉, “대체식품으로 표시하여 판매하는 식품”이란 동물성 원료 대신 식물성 원료, 미생물, 식용곤충, 세포배양물 등을 주원료로 사용하여 기존 식품과 유사한 형태, 맛, 조직감 등을 가지도록 제조하였다는 것을 표시하여 판매하는 식품을 말함. 대체식품의 정의에 대한 규정을 시작으로 향후 다양한 종류의 대체식품에 대한 세부 규격, 위생, 안전 및 관리에 관한 법규가 제정될 것으로 예상되는데, 이러한 법규 및 제도의 변화는 기존의 축산식품에 대한 기준 및 규격 그리고 관련 법규와 중복될 수 있어, 관련 법규 및 제도의 전반적인 재정비가 예상된다.

◎ 한편, 농림축산식품부는 2023년 2월 15일에 그린바이오산업 육성전략을 수립하였고, 2024년 1월에 그린바이오산업 육성에 관한 법률이 제정(2025년 1월 3일 시행 예정)되었음. 이 법은 농생명자원 등에 생명공학기술의 적용을 촉진하여 농업의 부가가치를 높이고 그린바이오산업의 발전 및 지속가능한 농업의 구현을 목적으로 함. 그린바이오 산업은 농자재, 기능성 농산물, 식품소재 그리고 기타 산업소재 및 서비스로 분류되는데, 이 중 식품소재에 세포배양물 기반 대체식품과 식물성 단백질 기반 대체식품을 포함한 대체식품이 포함되어 있음. 따라서, 대체식품 관련 산업이 정부의 정책 기조와 관련 법률의 제정으로 더욱 확대될 것으로 전망됨.

식품의약품안전처 고시 제2023-56호

식품의 기준 및 규격 일부개정고시

2023. 8. 31.

식품의약품안전처

그림 56. 대체식품 기준 및 규격

제3. 1. 중 “영·유아를 섭취대상으로 표시하여 판매하는 식품”을 각각 “영·유아용으로 표시하여 판매하는 식품”으로 한다.

제3. 2. 중 “고령자를 섭취대상으로 표시하여 판매하는 식품”을 각각 “고령자용으로 표시하여 판매하는 식품”으로 한다.

제3. 2. 중 “해당하는 식품 중 고령자의 식품 섭취나”를 “해당하는 식품 중 고령자를 섭취대상으로 표시하여 판매하는 식품으로서, 고령자의 식품 섭취나”로 한다.

제3. 2. 3) (3) 중 “가열하여야 한다.”를 “가열하여야 한다(다만, 더 이상의 가열조리 없이 섭취하는 제품에 한함).”으로 한다.

제3. 중 3.을 다음과 같이 신설한다.

3. 대체식품으로 표시하여 판매하는 식품

1) 정의

“대체식품으로 표시하여 판매하는 식품”이란 동물성 원료 대신 식물성 원료, 미생물, 식용곤충, 세포배양물 등을 주원료로 사용하여 기존 식품과 유사한 형태, 맛, 조직감 등을 가지도록 제조하였다는 것을 표시하여 판매하는 식품을 말한다.

2) 원료 등의 구비요건

3) 제조·가공기준

- (1) 건조 소시지류와 유사한 형태로 제조한 식품은 수분을 35% 이하로, 반 건조 소시지류 및 건조저장육류와 유사한 형태로 제조한 식품은 수분을 55% 이하로 가공하여야 한다.
- (2) 발효육류와 유사한 형태로 제조한 식품은 배합된 원료(유산균, 효모는 제외한다)의 살균 또는 멸균, 냉각공정을 거친 후 원료로 사용한 유산균 또는 효모 이외의 다른 미생물이 오염되지 않도록 하여야 하며, 유산균 또는 효모는 적절한 온도를 유지하여 배양 또는 발효하여야 한다.
- (3) 어육가공품류와 유사한 형태로 제조한 식품의 유당·유처리 시에 사용하는 유지는 산가 2.5 이하, 과산화물가 50 이하이어야 한다.
- (4) 건포육과 유사한 형태로 제조한 식품은 필요시 살균 또는 멸균처리하여야 하고 제품은 위생적으로 포장하여야 한다.

4) 규격

- (1) 산가 : 5.0 이하(유당·유처리식품에 한한다.)
- (2) 과산화물가 : 60 이하(유당·유처리식품에 한한다.)
- (3) 세균수 : $n=5, c=0, m=0$ (멸균제품에 한한다.)

나. 대체식품이 한우 소비문화에 미치는 영향

◎ 우리나라 국민 1인 1일당 단백질 공급량은 계속해서 증가하고 있고, 2013년 이후 동물성 단백질 섭취량은 증가하였음(그림 57). 표 38에 1인당 축산물 소비량 추이를 나타냈는데, 이 중 쇠고기 소비량은 가장 높은 연평균 증가율을 나타내었음. 쇠고기 소비량 변화 요인의 경우(그림 58), 구매가 증가하는 이유는 ‘영양과 건강을 위해’가 가장 많은 응답 비율을 나타내었고, 감소 요인은 구매 비용과 관련된 원인이 높은 것으로 나타났음.

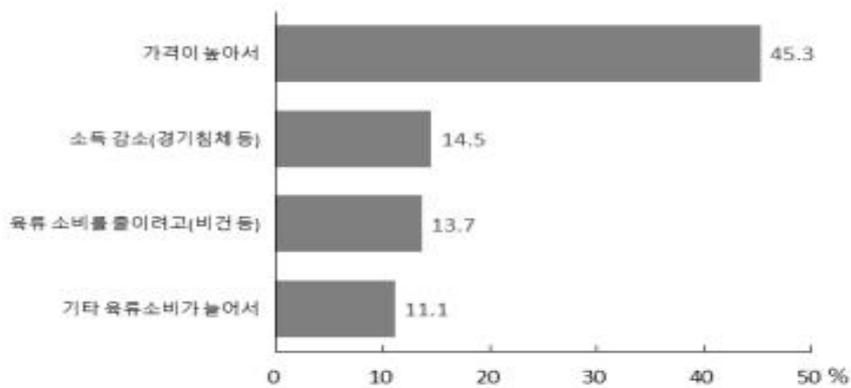


그림 57. 1인 1일당 단백질 공급량 및 공급원별 비율 추이

표 37. 1인당 축산물 소비량 추이

연도	육류(kg)					계란 (개)	우유 (kg)	
	육류 전체	쇠고기	돼지고기	닭고기	자급률 (%)			
2000	32.9	9.5	16.5	6.9	65.3	184	59.6	
2010	38.7	8.7	19.3	10.7	64.5	236	64.2	
2020	52.5	12.9	27.1	12.5	68.9	281	83.9	
2022	59.8	14.9	30.1	14.8	63.9	278	85.7	
연평균 증가율 (%)	‘00~ ‘10	1.64	-0.88	1.58	4.48	-	2.52	0.75
	‘10~ ‘22 전체	3.69	4.59	3.77	2.74	-	1.37	2.44
	전체	2.75	2.07	2.77	3.53	-	1.89	1.66

〈 소비 감소 요인 〉



〈 소비 증가 요인 〉

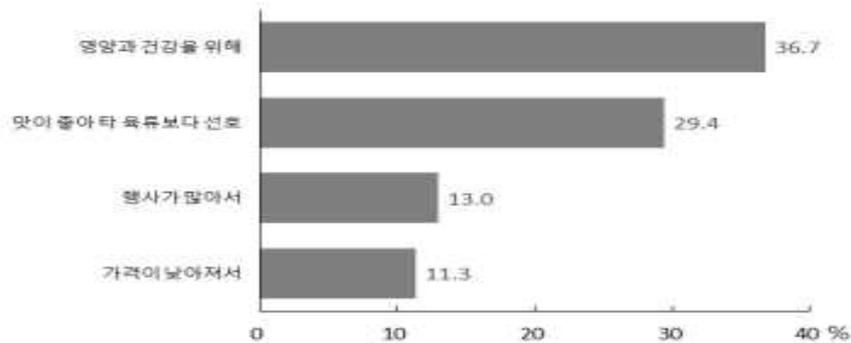


그림 58. 쇠고기 소비량 변화 요인

*KREI 농업관측센터 소비자조사 결과

◎ 국내 소비자 식생활 선호도 조사(농림식품기술기획평가원, 2022)에서 응답자 중 84%가 육식을 하고 있고, 채식주의자는 3%, 페스코테리언(생선, 유제품 섭취)은 5%, 플렉시테리언은 9%로 조사되었음(그림 59). 또한, 향후 육류 및 해산물 소비의향에 대한 설문조사 결과, 플렉시테리언은 붉은 육류, 생선, 해산물 등을 적게 소비하려는 의지가 가장 강했고, 육식을 하는 소비자도 가금류나 적육을 적게 소비하고자 하는 비율이 8%를 나타내었음(그림 60). 또한, 대체식품에 대한 소비자 경험을 조사한 결과, 최근 6개월 이내 식물성 단백질 기반 대체식품을 섭취한 경험이 있는 소비자는 19%였으며, 18세에서 44세의 소비자(20~21%)가 45세 이상의 소비자(14%)보다 더 높은 비율이 대체식품을 섭취한 경험이 있는 것으로 조사되었음(그림 61).



그림 59. 국내 소비자 식생활 선호도

*플렉시테리언, 평소에 비건이며, 상황에 따라 육식을 함; 페스코테리언, 채식을 하면서 유제품, 가금류의 알, 어류는 섭취함

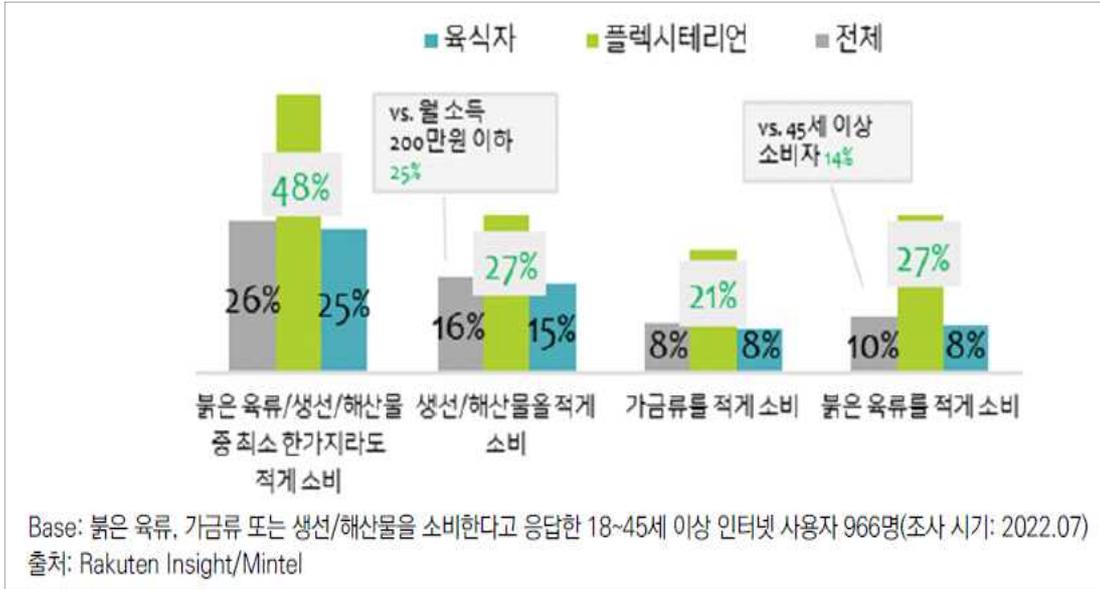


그림 60. 국내 소비자의 향후 육류 및 해산물 소비의향

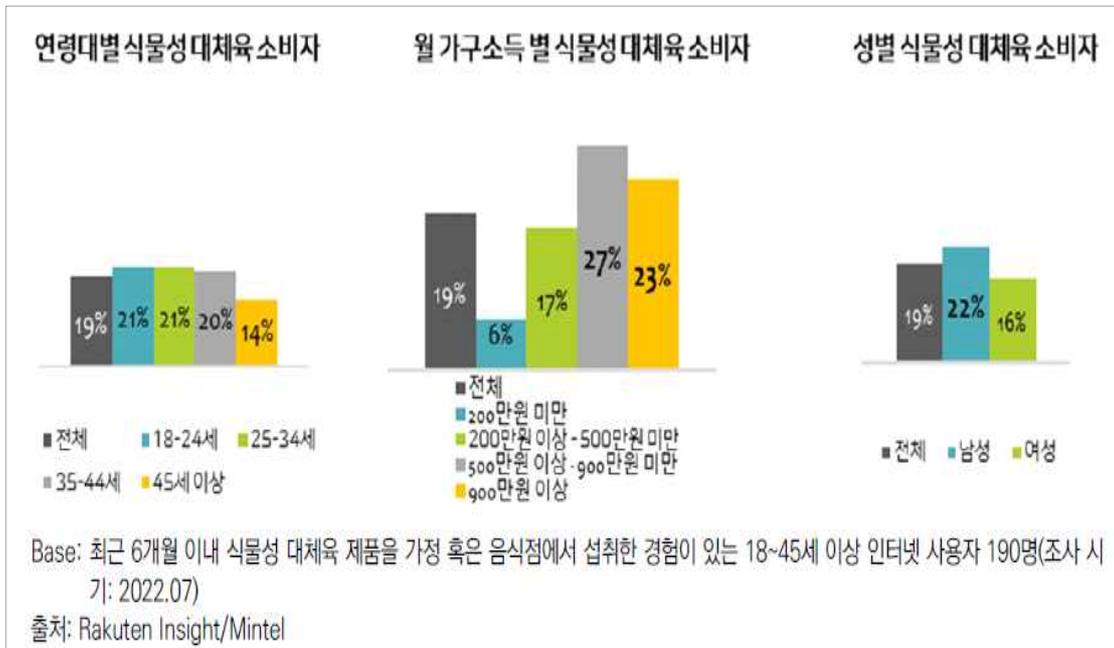


그림 61. 식물성 대체식품 섭취 경험 조사

◎ 한편, 한국농촌경제연구원에서 대체식품을 구매한 이유를 조사해본 결과(Agricultural Outlook 2023 Korea), ‘흥미, 경험, 체험’ 이 가장 높은 응답 비율을 나타냈고, ‘건강상의 이유’, ‘환경 기여’ 가 다음으로 높은 비율을 나타내었음(표 39). 육류 모방 대체식품 구매에 있어 가장 중요한 요소는 ‘안정성’ 이 4.44점으로 가장 높은 점수를 나타냈고, ‘맛’, ‘가격’ 등이 뒤를 이었으며, ‘제품 브랜드’ 가 가장 낮은 점수를 나타냈음(표 40). 또한, 표 41에 제시한 바와 같이 ‘저탄소식품 개발 및 보급’ 과 관련하여 대체식품의 선호도와 수용성을 분석한 후, 대체식품에 대한 구매 의향을 조사한 결과, 전체 1,200명의 응답자 중 50.1%가 대체식품을 구매할 의향이 증가했다고 하였고, 35.1%의 응답자가 별다른 의향이 없다고 응답하였음. 대체식품을 구매할 의향이 증가한 이유는 ‘온실가스 감축 등 환경에 기여’ 가 39.3%로 가장 높은 응답 비율을 나타내었고, ‘건강상의 이유’ 가 30.7%로 두 번째로 높은 응답 비율을 나타내었으며, 그 외 ‘흥미’, ‘동물복지 문제’ 등의 이유가 있었음(표 42).

표 38. 육류대체식품 구매이유 (1순위)

단위: %

구분		사례수	맛이 궁금해서 (흥미, 경험, 체험)	건강상의 이유	온실가스 감축 등 환경에 기여	동물 복지 문제	가족중에 채식 주의자 존재	체중조절 다이어트	계
전체		325	35.7	28.3	16.0	9.5	5.5	4.9	100.0
성별	남성	173	38.2	25.4	17.9	8.1	5.8	4.6	100.0
	여성	152	32.9	31.6	13.8	11.2	5.3	5.3	100.0

자료: 한국농촌경제연구원 소비자 조사(2022.08.16.~09.05.).

표 39. 육류대체식품 요소별 중요도

단위: 점

구분	사례수	맛	조리/ 섭취/ 취급 간편성	안정성	영양	가격	원료 원산지	인공 첨가물 여부	제품 다양성	제품 브랜드
소비자	1,200	4.26	3.93	4.44	4.13	4.20	3.89	4.14	3.80	3.33

자료: 한국농촌경제연구원 소비자 조사(2022.08.16.~09.05.).

표 40. 육류대체식품 구매 의향

단위: %

구분		사례수	의향 없음	감소	비슷	증가	계
전체		1,200	35.1	2.6	12.3	50.1	100.0
육류대체식품 구매경험 (식물성 대체식품)	경험있음	302	5.0	10.3	48.7	36.1	100.0
	경험없음	738	41.5	0.0	0.0	58.5	100.0
	미인지	160	62.5	0.0	0.0	37.5	100.0

자료: 한국농촌경제연구원 소비자 조사(2022.08.16.~09.05.).

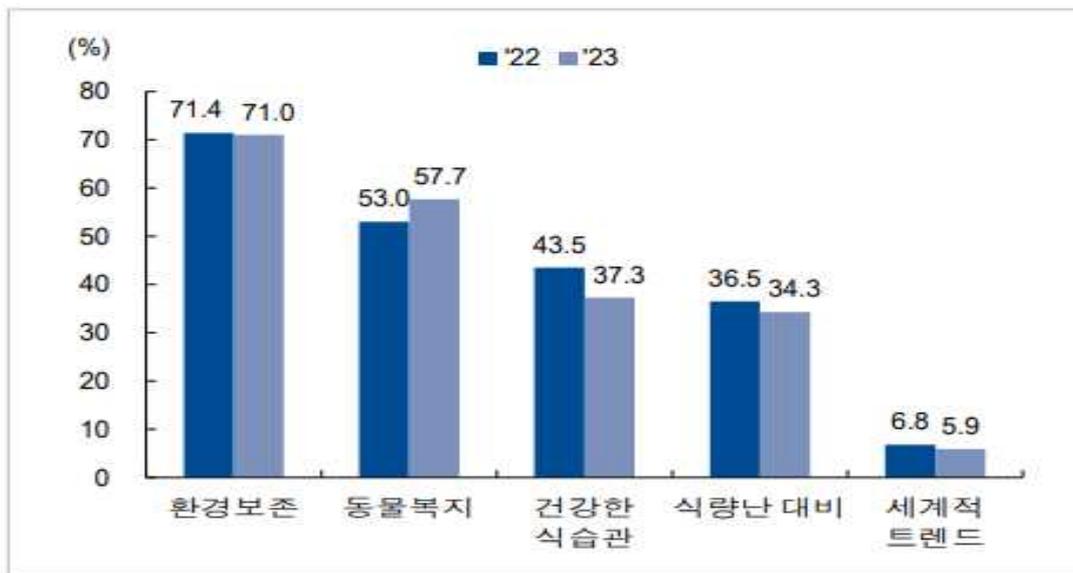
표 41. 육류대체식품 구매 의향 증가 이유

단위: %

구분	사례수	온실가스 감축 등 환경에 기여	건강상의 이유	맛이 궁금해서 (흥미, 경험, 체험)	동물복지 문제	체중조절 다이어트	가족중 채식 주의자 존재	계
소비자	687	39.3	30.7	13.1	9.5	4.9	2.5	100.0

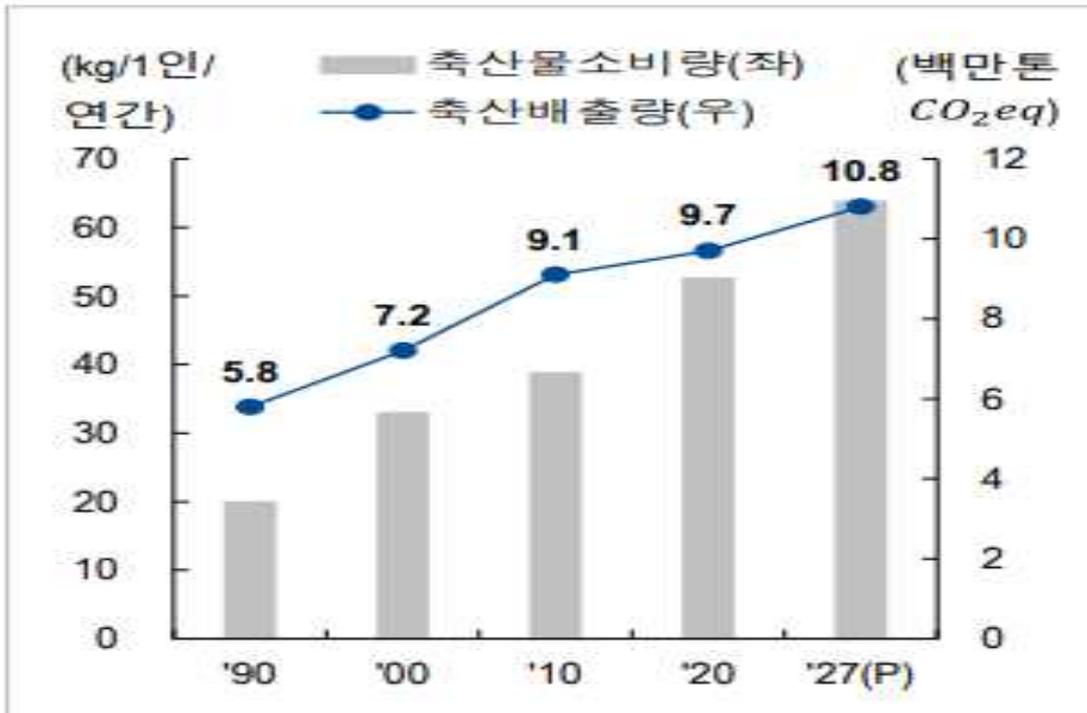
자료: 한국농촌경제연구원 급식업체 · 외식업체 · 소비자 조사(2022.08.16.~09.05.).

◎ 농림축산식품부와 축산물품질평가원이 보고한 보고서에 따르면 (황병진, 2024) 대체식품의 소비 이유는 크게 3가지로 정리할 수 있음. 첫째, 환경보존과 동물복지에 대한 관심도가 커졌기 때문임. 국내 20~30대를 대상으로 대체식품의 소비요인에 대한 설문조사를 진행한 결과, 환경보존과 동물복지에 대한 응답이 가장 많았음(그림 62). 둘째, 탄소중립을 위한 지속가능한 구조 시스템을 구축하기 위함. 2023년 제 1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획을 발표하였고, 축산업 부문에서 2018년 940만톤에서 2030년 770만톤으로 감축목표를 제시하였음. 축산부문에서 온실가스 배출량이 증가하고 있으며(그림 63), 식량 생산에서 육류(반추동물, 낙농, 비반추동물)가 온실가스 배출에서 차지하는 비중은 약 60% 수준으로 보고되었음(그림 64). 셋째, 채식인구의 증가와 함께 대체식품에 대한 관심도가 증가하였기 때문임. 환경 및 가치소비에 대한 관심이 증가하면서 국내 채식 인구와 대체식품에 대한 관심도가 증가하고 있음(그림 65). 또한, 온라인 상에서 채식, 대체식품 등에 대한 관심이 확대되고 있음(그림 64).



주: 전국 20~30대 1,000명을 대상으로 설문한 결과(중복 포함)
 자료: 엠브레인, 신세계푸드, NH투자증권 리서치본부

그림 62. 대체식품을 소비하는 이유



자료: 농림축산식품부, NH투자증권 리서치본부

그림 63. 국내 축산물 소비량 및 배출량 전망

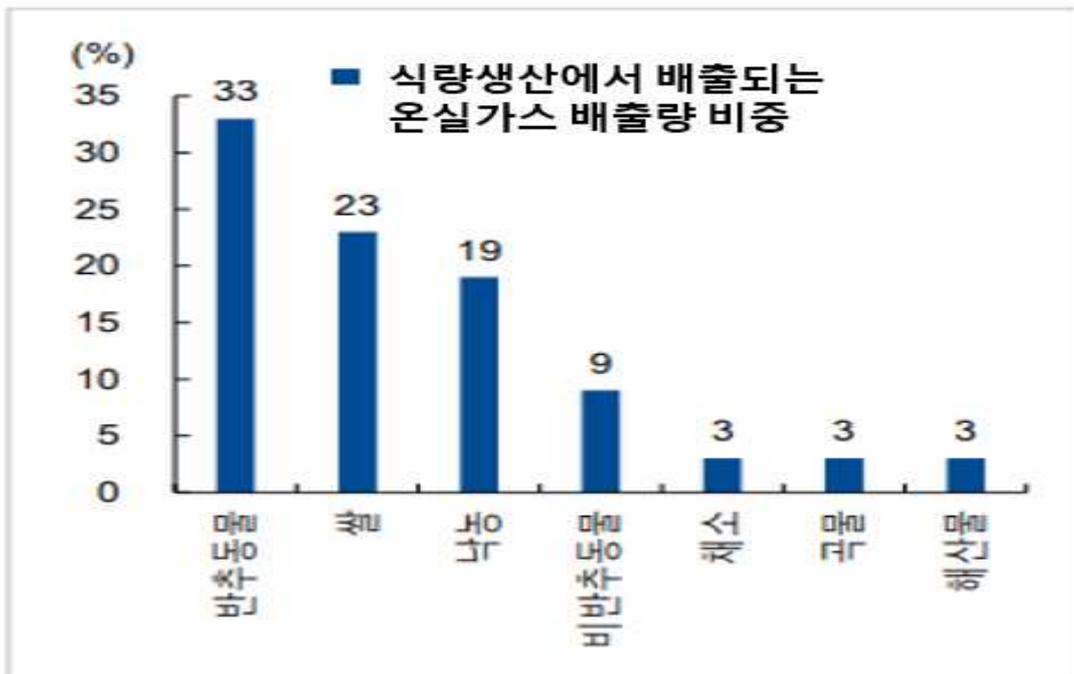


그림 64. 식량 생산에서 배출되는 온실가스 배출량 비중

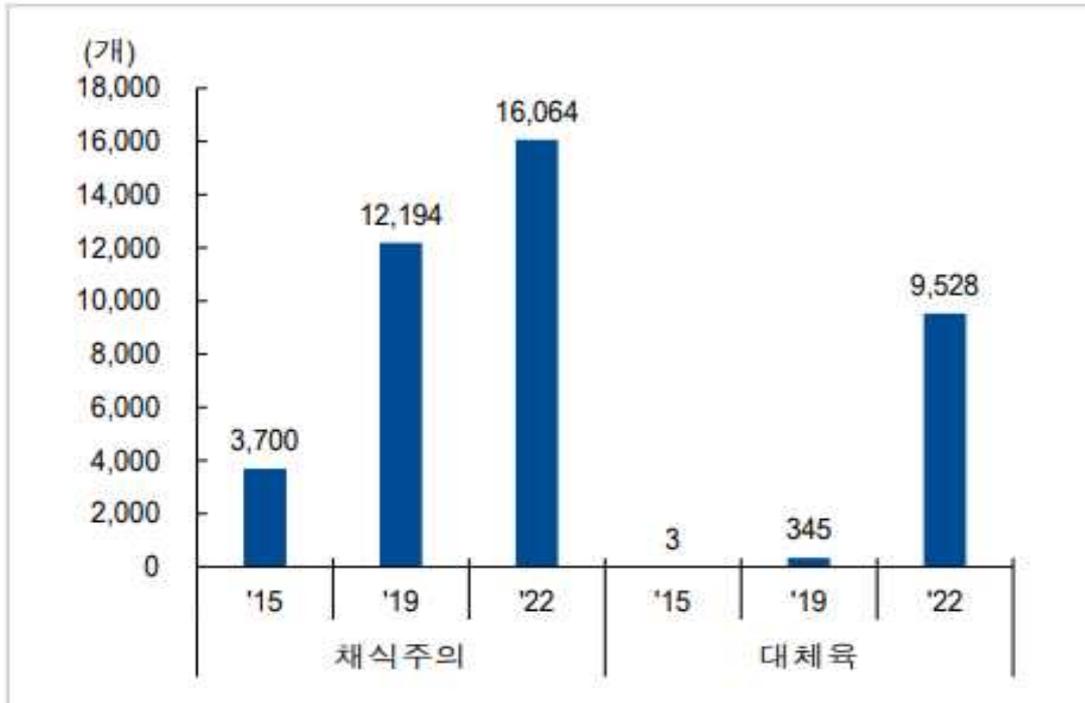


그림 65. 채식주와 대체식품에 대한 국내 블로그 발행량 집계

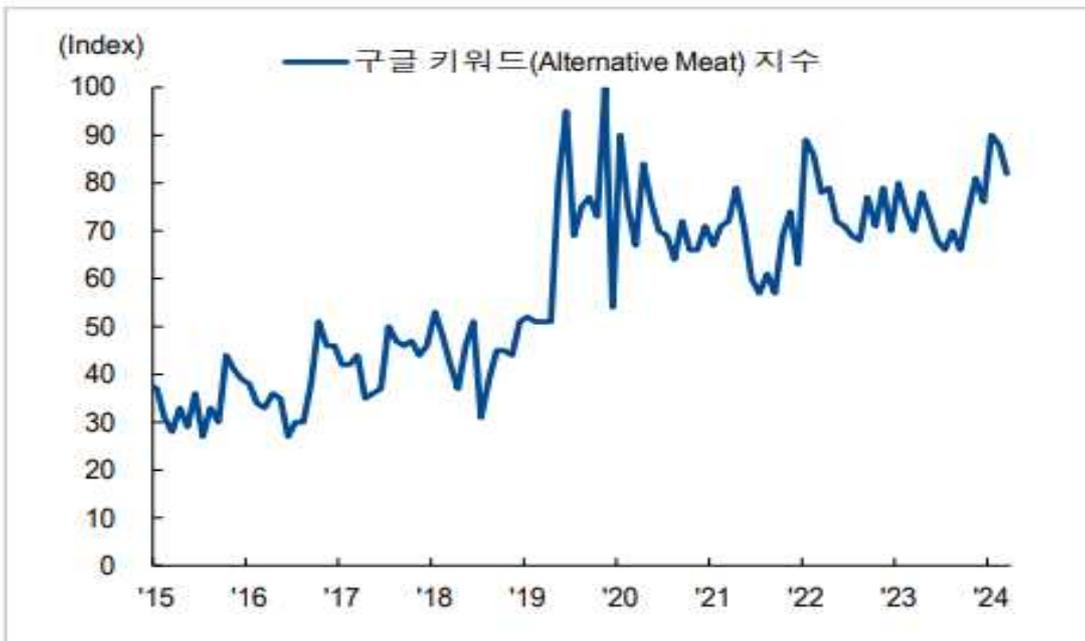


그림 66. 구글 Alternative Meat에 대한 검색 높은 수준 유지

제4절. 한우육과 대체식품의 영양성분 및 소비자 인식 차이 규명

1. 한우육과 대체식품의 영양성분 차이 규명

가. 재료준비

◎ 본 연구에서는 떡갈비 형태의 대체식품 제품 3개, 한우식품 3개와 패티 형태의 대체식품 제품 3개, 한우식품 3개에 대한 영양성분을 분석하였음. 시료 사진은 그림 67과 68에 나타내었고 시료에 대한 상세 정보와 성분은 표 42와 43에 나타내었음. 시료들은 구매 후 -18℃에서 24시간 이상 보관하였음. 이후 시료들을 균질하여 일반성분을 측정하였고, 콜레스테롤, 당류, 미네랄, 아미노산, 지방산 조성 분석을 위해 균질된 시료들을 진공포장하여 -18℃에서 분석 전까지 냉동하였음.

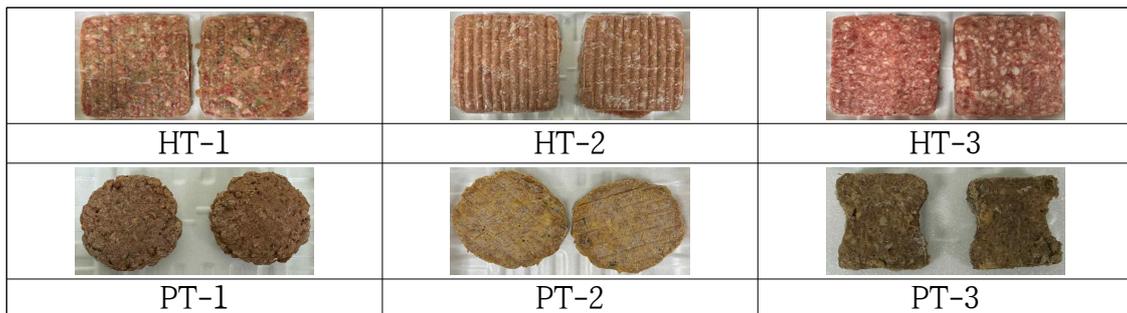


그림 67. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품

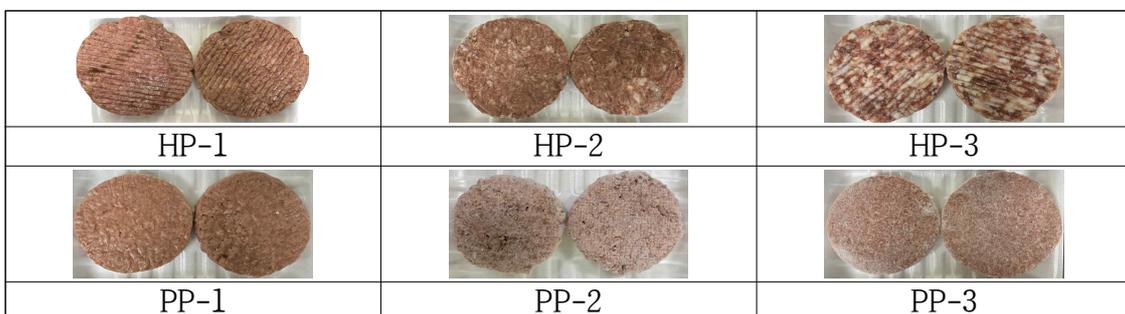


그림 68. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품

표 42. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 상세 정보 및 재료

구분	제품명	처리구명	제품유형	성분명
한우 식품	한우 떡갈비-1	HT-1	분쇄가공육	한우정육, 건식빵가루, 간양파, 백설탕, 배음료, 세척당근, 냉동다진마늘, 대파, 감자전분, 참기름, 정제수, 소주, 천일염, L-글루탐산나트륨, 후추가루, 볶은참깨
	한우 떡갈비-2	HT-2	분쇄가공육	한우(잡육, 갈비덧살, 양지갈비살, 정육), 한우지방, 쌀떡, 습식빵가루, 불고기소스[혼합간장{아미노산액, 양조간장원액, 정제소금, (냉동마늘, 냉동파), 액상과당, 배푸레{배, 비타민c}, 양파, 사과푸레, 양념장액기스, 정제소금, 후추가루, 구연산, 잔탄검, 카라멜색소}]
	한우 떡갈비-3	HT-3	포장육	한우, 참기름, 물엿, 갈색설탕, 간마늘, 간양파, 정제소금, 간장, 감자전분, L-글루탐산나트륨, 카라멜색소, 생강, 후추가루

식물성 단백질 기반 대체식품	식물성 단백질 기반 대체식품 떡갈비-1	PT-1	두류가공품	정제수, 농축대두단백, 채종유, 설탕, 야자유, 양파, 마늘추출물, 대파, 메틸셀룰로스, 그릴소스, 쿡메이트엔에프, 참기름, 분리완두단백, 간장분말, 정제소금, 젤란검, 분리대두단백, 효모추출물, 쌀가루, 후추분말, 혼합 제제[현미유, 정제가공유지, 해바라기유, 향료1, 향료2, d-토코페롤, 프로필렌글리콜], 카카오색소, 비트레드, 귀리식이섬유, 시스테인염산염, 구연산, 혼합제제[스모크오일, 콩기름], 혼합제제[토마토색소, 글리세린, 카라멜색소]
	식물성 단백질 기반 대체식품 떡갈비-2	PT-2	기타가공품	두류가공품[활성글루텐, 분리완두단백, 탈지대두분말, 전분, 기타가공품], 야자유, 소스[설탕, 양파, 산분해간장, 사과퓨레, 양조간장], 양파, 대파, 설탕, 마늘, 곡류가공품, 메틸셀룰로스, 복합조미식품, 정제소금, 참기름, 효모추출물, 혼합제제(덱스트린, 식물성 유지, 변성전분, 합성향료), 당류가공품, 후춧가루
	식물성 단백질 기반 대체식품 떡갈비-3	PT-3	기타가공품	해바라기유, 두류가공품, 밀글루텐, 복합조미식품, 분리대두단백, 소스류(떡갈비용페이스트), 혼합간장, 양파, 떡류, 마늘, 설탕, 기타주류, 카카오색소, 후추

표 43. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 제품의 상세 정보 및 재료

구분	제품명	처리구명	제품유형	성분명
한우 식품	한우 패티-1	HP-1	포장육	소고기(한우) 정육, 소고기(한우) 지방
	한우 패티-2	HP-2	분쇄가공육제품	소고기(한우), 한우지방, 흑후추분말, 스모크향 분말, 정제소금
	한우 패티-3	HP-3	포장육	한우잡육
식물성 단백질 기반 대체식품	식물성 단백질 기반 대체식품 패티-1	PP-1	두류가공품	식물성 단백질[정제수, 대두단백, 입자농축대두단백, 사과 농축액, 효모추출물, 정제소금], 식물성 지방[정제수, 정제야자유, 카놀라유, 해바라기유, 전분, 천연 향료], 메틸셀룰로스
	식물성 단백질 기반 대체식품 패티-2	PP-2	두류가공품	정제수, 완두단백, 카놀라유, 코코넛오일, 쌀단백, 세이보리향, 메틸셀룰로스, 감자전분, 사과추출물, 비트추출물, 말토덱스트린, 석류추출물, 정제소금, 염화칼륨, 농축레몬주스, 옥수수식초, 당근분말, 해바라기레시틴
	식물성 단백질 기반 대체식품 패티-3	PP-3	두류가공품	대두단백, 소스[혼합간장, 설탕, 기타과당, 배푸레, 정제수, 양파푸레], 카놀라유, 팜유, 비건패티소스, 변성전분, 기타가공품, 분리대두단백, 비트레드

나. 실험방법

1) 일반성분 및 칼로리

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분 분석은 AOAC(1995)의 방법에 따라 수분, 조단백질, 조지방, 탄수화물, 조회분 함량을 측정하였음. 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 건식회화법을 이용하여 분석하였으며, 탄수화물은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 조회분 함량의 합을 빼서 산출하였음. 칼로리는 Atwater 계수를 사용하여 계산하였음.

2) 콜레스테롤 함량

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 콜레스테롤 함량은 식품공전(2024)의 제8. 일반시험법의 방법을 이용하여 측정하였음. 2g의 시료에 saponification 시약 10mL과 5 α -cholestane 1mL을 넣어 균질한 후 60°C 에서 1시간 동안 반응시켰음. 반응이 끝난 후 찬물을 이용하여 냉각시키고 5mL 증류수와 10mL hexane을 넣고 섞어주었음. 2,000rpm으로 10분간 원심분리하여 층 분리를 유도하였음. 상층액 1mL을 취하여 20mL scintillation vial에 넣고 후드 내에서 완전히 건조시켰음. 건조된 시료에 pyridine 200 μ L와 sylon BFT 100 μ L를 넣고 천천히 섞어주고 Gas chromatography(GC)를 이용하여 콜레스테롤 함량을 분석하였음. 콜레스테롤 함량 측정을 위한 기기 분석 조건과 계산식은 표 44와 45와 같음.

표 44. 콜레스테롤 분석을 위한 GC/FID 분석 조건

Instrument	Agilent 8890 GC
Column	HP-5 (30 m × 0.32 mm × 0.25 μm)
Inlet temperature	250 °C
Oven temperature	190 °C for 2 min, increase temperature to 230 °C by 20°C/min for 3 min increase temperature to 270 °C by 40°C/min for 25 min
Quad temperature	300 °C
Flow rate	1.5 mL/min N2
Injection volume	1 μL(split 5:1)

표 45. 콜레스테롤 분석을 위한 계산식

$\frac{C \times V1 \times V3 \times 100}{W \times V2 \times 1,000} = \text{콜레스테롤(mg/100g)}$
<p>C : 검량선에서 구한 시험용액의 농도(mg/L) W : 검체량(g) V1 : 추출에 사용한 헥산의 양(mL) V2 : 농축에 사용된 헥산 추출액의 양(mL) V3 : 유도체화 전 잔사(residue)를 녹이는 데 사용한 DMF의 양(mL)</p>

3) 당류 함량

© 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 당류 함량은 식품공전(2024)의 제8. 일반시험법의 방법을 이용하여 측정하였음. 시료 5g에 25mL의 석유에테르를 첨가하여 볼텍싱 하였음. 분산된 혼합액을 2,000rpm에서 10분간 원심분리한 후 석유에테르를 제거하였으며 이를 반복하였음. 질소가스를 이용해 석유에테르를 완전히 증발시킨 후 증류수 25mL 가하여 무게를 측정하였음. 향온수조를 이용하여 85°C에서 25분간 가열하여 당류를 추출하고 실온에서 냉각한 후 최

초 기록한 추출용매의 무게가 될 수 있도록 추출용매를 첨가하였음. 이를 0.45 μm 의 나일론 막 여과지로 여과하여 시험용액으로 사용하여 High performance chromatography(HPLC)로 분석하였음. 당류 함량 측정을 위한 기기 분석 조건과 계산식은 표 46과 47과 같음.

표 46. 당류 분석을 위한 HPLC 분석 조건

Instrument	Agilent Infinity 1260 series
Column	carbohydrate 컬럼(4.6mm \times 250mm High performance Carbohydrate Column, Waters)
Detector	시차굴절계(RI)
Injection volume	15 μL
Mobile phase	75% Acetonitrile
Flow rate	1.4 mL/min

표 47. 당류 분석을 위한 계산식

$S \times \frac{a \times b}{C} \times \frac{100}{1,000} = \text{당류 함량(g/100g)}$
<p>S: 시험용액 중의 당류 농도(mg/mL) a : 시험용액의 전량(mL) b : 희석배수</p>

4) 미네랄 함량

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 칼슘, 철, 칼륨, 마그네슘, 나트륨, 아연, 인, 구리, 알루미늄 함량은 식품공전(2024)의 제8. 일반시험법의 방법을 이용하여 측정하였음. 시료 2g을 도가니에 취한 뒤 600°C에서 12시간 이상 회화 후 방냉하였으며, 염산용액(HCl:H₂O=1:1) 10mL 가하여 하룻밤 방치하였음. 이후 Whatman No.6 filter paper를 이용하여 여과하여 시험용액으로 사용하였으며 유도결합플라즈마 분광기(OPTIMA 7300 DV, PerkinElmer, Shelton, CT, USA)로 분석하였음.

5) 지방산 조성

◎ 식물성 단백질 기반 대체식품 제품과 한우 제품의 지방산 조성은 동물성식품의 품질 및 생리활성 효능 분석의 Folch's 방법을 활용한 조지방 및 지방산 분석 방법을 이용하여 측정하였음(허선진 등, 2019).

◎ 시료 5g과 BHT 50 μ L 혼합하여 50mL test tube에 넣은 후, 혼합물에 Folch I 시약 30mL 첨가하고 homogenizer로 균질하였음. 이후 시료는 3시간 동안 냉온에서 방치하며 30분마다 흔들어 혼합하였으며, 반응된 시료는 여과 과정을 거치고 여과 과정 중 Folch I 을 추가로 넣어 여러 번 헹궜음. 여과가 완전히 끝난 다음 0.88% sodium chloride 9mL를 넣고 2분간 진탕시키고 24시간 동안 시료를 방치하여 chloroform과 물의 층 분리를 유도하고 층 분리가 끝나면 하층액 10mL를 획득해 건조하여 조지방을 추출하였음. 추출된 조지방에 chloroform 2mL을 넣어 용해 시킨 뒤 용해된 100 μ L 조지방에 methylation 시약을 1mL 첨가한 후 60°C에서 40분간 반응시키고 가열이 끝나면 냉수로 냉각하여 hexane 3mL과 증류수 8mL을 넣고 혼합하였음. 원심분리기에서 2,000rpm으로 5분간 원심분리하고 상층을 회수하여 Gas chromatography-Mass Spectrometry

(GC-MS)로 지방산 조성을 확인하였음. 기기 분석 조건과 내부표준 물질 계산식은 표 48과 49와 같음.

표 48. 지방산 조성 분석을 위한 GC-MS 분석 조건

GC	Instrument	Agilent Technologies model 7890B (Santa Clara, CA, USA)
	Flow rate	1.0 mL/min helium
	Column	DB-WAX (30 m × 0.25 mm × 0.25 μm film thickness, Agilent Technologies)
	Oven temperature	50 °C for 1 min, increase temperature to 200 °C by 25°C/min increase temperature to 230 °C by 3°C/min hold at 230 °C for 18 min
	Inlet temperature	250 °C
	Injection Mode	Splitless mode
	Injection volume	1 μL
MS	Instrument	Agilent Technologies model 5977B
	Source temperature	230 °C
	Quad temperature	150 °C
	Scan mode	m/z 30 - 450
	Ionization mode	Electron impact at 70 eV

표 49. 지방산 조성 측정을 위한 내부표준물질 계산식

면적비	표준물질 면적/IS 면적
농도비	(면적비-절편)/기울기
농도	농도비 × IS 농도

6) 아미노산 조성

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 아미노산 조성은 다음과 같은 방법을 이용하여 측정하였음. 시료 0.5g과 10mL의 6N HCl을 삼각플라스크에 넣고 혼합한 다음 110°C에서 24시간 가수분해하였음. 가수분해물을 0.2N sodium citrate buffer(pH 2.2)에 희석시키고 0.45 μm 멤브레인 필터로 여과하였음. 여과한 시료는 아미노산 분석기(SYKAM S433, Sykam GmbH, Eresing, Germany)를 이용하여 분석하였음.

7) 통계분석

◎ 본 실험의 모든 분석은 3반복 이상 실시하였으며 SAS program (SAS, Release 9.4; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)의 General Linear Model(GLM) 방법을 이용하여 one-way ANOVA 분석 후 Tukey 방법에 따라 5% 수준에서 각 처리구의 평균값 간의 유의성을 검정하였음. 모든 통계수치는 평균값과 SEM(Standard error of the mean)으로 나타내었음.

다. 영양성분표 표시항목 분석을 통한 한우육과 대체식품 비교

◎ 식품을 소비자가 올바르게 선택하기 위해서는 제품에 표시되는 영양정보를 소비자에게 명확하게 제공하는 것이 중요함(정인식 등, 2023). 식품등의 표시기준(시행 2023.9.26.)에 따르면 영양성분 표시대상 식품은 열량, 나트륨, 탄수화물, 당류, 지방, 트랜스지방, 포화지방, 콜레스테롤 및 단백질에 대하여 그 명칭, 함량 및 규칙 제6조 관련 별표 5의 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)을 표시하여야 함. 다만, 열량 트랜스지방에 대하여는 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%) 표시를 제외함. 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위의 경우 열량, 나트륨, 당류, 지방, 트랜스지방, 포화지방 및 콜레스테롤의 실제 측정값은 표시량의 120% 미만이어야 함. 다만, 배추김치의 경우 나트륨의 실제 측정값은 표시량의 130% 미만이어야 함. 또한, 탄수화물, 식이섬유, 단백질, 비타민, 무기질의 실제 측정값은 표시량의 80% 이상이어야 함. 성분규격이 “표시량 이상” 으로 되어 있는 경우에는 실제 측정값은 표시량 이상이어야 하고, 성분 규격이 “표시량 이하” 로 되어 있는 경우에는 표시량 이하이어야 함. 하지만, 실제 측정값이 규정하고 있는 범위를 벗어난다 하더라도 다음 어느 하나에 해당하는 경우에는 허용오차를 벗어난 것으로 보지 아니함.

첫째, 실제 측정값이 영양성분별 세부표시방법의 단위 값 처리 규정에서 인정하는 범위 이내인 경우

둘째, 다음 중 어느 하나에 해당하는 2개 이상의 기관 (A 또는 B에 해당하는 기관을 1개 이상 포함하여야 한다)에서 1년마다 검사한 평균값과 표시된 값의 차이가 허용오차를 벗어나지 않은 경우(다만, 「식품의 기준 및 규격」에서 성분규격을 “표시량 이상” 또는 “표시량 이하” 로 정하고 있는 경우는 해당하지 아니함)

A. 식품과 건강기능식품: 「식품·의약품 분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제6조 제2항 제1호에 따른 식품 등 시험·기관

B. 축산물: 「식품·의약품 분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제 6조 제2항 제1호에 따른 식품 등 시험·기관

C. 「국가표준기본법」에서 인정한 시험·검사기관

식품 등의 표시·광고에 관한 법률 시행규칙(시행 2024.1.12.)에 따르면 영양표시 대상에서 제외되는 식품 등은 다음과 같음.

첫째, 「식품위생법 시행령」 제21조 제2호에 따른 즉석판매제조·가공업 영업자가 제조·가공하거나 덜어서 판매하는 식품

둘째, 「축산물 위생관리법 시행령」 제21조 제8호에 따른 식육즉석판매가공업 영업자가 만들거나 다시 나누어 판매하는 식육가공품

셋째, 식품, 축산물 및 건강기능식품의 원료로 사용되어 그 자체로는 최종 소비자에게 제공되지 않는 식품, 축산물, 및 건강기능식품

넷째, 포장 또는 용기의 주표시면 면적이 30제곱센티미터 이하인 식품 및 축산물

다섯째, 농산물·임산물·수산물, 식육 및 알류

1) 떡갈비 형태 제품

가) 한우식품

표 50. HT-1의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리		261.66kcal	
나트륨		261.55mg(13%)	
탄수화물		8.42g(3%)	
당류		3.16g(3%)	
지방	표시 無	19.25g(36%)	표시 無
트랜스지방		0.23g	
포화지방		7.91g(53%)	
콜레스테롤		48.51mg(16%)	
단백질		13.68g(25%)	

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

표 51. HT-2의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리		293.15kcal	
나트륨		242.18mg(12%)	
탄수화물		10.88g(3%)	
당류		2.89g(3%)	
지방	표시 無	22.48g(42%)	표시 無
트랜스지방		0.26g	
포화지방		8.70g(58%)	
콜레스테롤		47.13mg(16%)	
단백질		11.83g(22%)	

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

표 52. HT-3의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리		312.36kcal	
나트륨		311.17mg(16%)	
탄수화물		8.10g(3%)	
당류		2.97g(3%)	
지방	표시 無	25.06g(46%)	표시 無
트랜스지방		0.23g	
포화지방		8.01g(53%)	
콜레스테롤		58.36mg(19%)	
단백질		13.60g(25%)	

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

◎ 식품 등의 표시·광고에 관한 법률 시행규칙(시행 2024.1.12.)에 따르면 「식품위생법 시행령」 제21조 제2호에 따른 즉석판매제조·가공업 영업자가 제조·가공하거나 덜어서 판매하는 식품과 「축산물 위생관리법 시행령」 제21조 제8호에 따른 식육즉석판매가공업 영업자가 만들거나 다시 나누어 판매하는 식육가공품은 영양표시 대상에서 제외되는 식품임. HT-1, HT-2, HT-3에는 영양성분에 대한 정보가 표시되어 있지 않았으며, 영양성분 표시항목에 대한 분석결과는 각각 표 50, 51, 52에 나타내었음.

나) 식물성 단백질 기반 대체식품

표 53. PT-1의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	255kcal	258.09kcal	101.21%
나트륨	530mg(27%)	552.77mg(28%)	104.30%
탄수화물	16g(5%)	18.30g(6%)	114.38%
당류	5g(5%)	11.28g(11%)	225.60%
지방	15g(28%)	15.01g(28%)	100.07%
트랜스지방	0g	0.00g	100.00%
포화지방	5g(33%)	6.58g(44%)	131.60%
콜레스테롤	0mg(0%)	0.00mg(0%)	100.00%
단백질	14g(25%)	12.44g(23%)	88.86%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

표 54. PT-2의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	255kcal	242.00kcal	94.90%
나트륨	510mg(26%)	472.70mg(24%)	92.69%
탄수화물	21g(6%)	18.79g(6%)	89.48%
당류	12g(12%)	6.73g(7%)	56.08%
지방	15g(28%)	13.97g(26%)	93.13%
트랜스지방	0g	0.00g	100.00%
포화지방	12g(80%)	6.62g(44%)	55.17%
콜레스테롤	0mg(0%)	0.00mg(0%)	100.00%
단백질	9g(16%)	10.28g(19%)	114.22%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

표 55. PT-3의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	205kcal	189.48kcal	92.43%
나트륨	680mg(34%)	603.68mg(30%)	88.78%
탄수화물	13g(4%)	19.13g(6%)	147.15%
당류	1g(1%)	7.12g(7%)	712.00%
지방	10g(19%)	4.44g(8%)	44.40%
트랜스지방	0g	0.00g	100.00%
포화지방	1.1g(7%)	5.69g(28%)	517.27%
콜레스테롤	0mg(0%)	0.00mg(0%)	100.00%
단백질	15g(27%)	18.24g(33%)	121.60%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

◎ PT-1, PT-2, PT-3의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값에 대한 결과를 비교하여 각각 표 53, 54, 55에 나타내었음. PT-1, PT-2, PT-3 모두 제품의 영양성분에 대한 정보가 표시되어 있었으며, PT-1과 PT-3는 당류와 포화지방 항목에서 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 4) - 가)와 다)에 따른 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위를 벗어났음. 반면, PT-2에서는 분석된 모든 항목이 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 4) - 가)와 다)에 따른 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위를 벗어나지 않았음.

2) 패티 형태 제품

가) 한우식품

표 56. HP-1의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리		289.01kcal	
나트륨		79.17mg(4%)	
탄수화물		0.00g(0%)	
당류		0.11g(0%)	
지방	표시 無	24.26g(45%)	표시 無
트랜스지방		0.33g	
포화지방		11.80g(79%)	
콜레스테롤		68.81mg(23%)	
단백질		17.67g(32%)	

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

표 57. HP-2의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	369kcal	304.43kcal	82.50%
나트륨	176mg(9%)	239.40mg(12%)	136.02%
탄수화물	5g(2%)	0.00g(0%)	0.00%
당류	0g(0%)	0.25g(0%)	-
지방	32g(59%)	27.17g(50%)	84.91%
트랜스지방	0g	0.23g	-
포화지방	7g(50%)	8.13g(54%)	116.14%
콜레스테롤	76mg(25%)	67.14mg(22%)	88.34%
단백질	15g(27%)	14.97g(27%)	99.80%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

*-, 표시값이 0일 때 영양성분이 검출된 경우

표 58. HP-3의 영양성분 표시항목에 대한 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리		422.17kcal	
나트륨		74.88mg(4%)	
탄수화물		0.00(0%)	
당류		0.15g(0%)	
지방	표기 無	40.61g(75%)	표시 無
트랜스지방		0.25g	
포화지방		8.93g(60%)	
콜레스테롤		75.44mg(25%)	
단백질		14.18g(26%)	

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

◎ 식품 등의 표시·광고에 관한 법률 시행규칙(시행 2024.1.12.)에 따르면 「식품위생법 시행령」 제21조 제2호에 따른 즉석판매제조·가공업 영업자가 제조·가공하거나 덜어서 판매하는 식품과 「축산물 위생관리법 시행령」 제21조 제8호에 따른 식육즉석판매가공업 영업자가 만들거나 다시 나누어 판매하는 식육가공품은 영양표시 대상에서 제외되는 식품임. HP-1와 HP-3는 영양성분에 대한 정보가 표시되어 있지 않았고 HP-2는 표시되어 있었음. HP-2의 당류 표시값은 0g이었지만, 실제 측정값은 0.25g으로 나타났음. 하지만, 당류는 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 2) - 나) - (3)에 따라 0.5g 미만일 경우 “0”으로 나타낼 수 있음. 트랜스지방의 표시값은 0g으로 나타났고 실제 측정값은 0.23g으로 나타났음. 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 2) - 나) - (4) - (다)에 따라 트랜스지방은 0.5g 미만은 “0.5g 미만”으로 0.2g 미만은 “0”으로 표시해야 함. 또한, 나트륨과 탄수화물 항목에서 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 4) - 가)와 다)에 따른 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위를 벗어났음.

나) 식물성 단백질 기반 대체식품

표 59. PP-1의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (115g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	195kcal	216.66kcal	111.11%
나트륨	240mg(12%)	193.95mg(10%)	80.81%
탄수화물	11g(3%)	10.75g(3%)	97.73%
당류	1g 미만(1%)	0.52g(1%)	52.00%
지방	8g(15%)	13.25g(25%)	165.63%
트랜스지방	0g	0.00g	100.00%
포화지방	2.6g(17%)	3.55g(24%)	136.54%
콜레스테롤	0mg(0%)	0.00mg(0%)	100.00%
단백질	20g(36%)	13.60g(25%)	68.00%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

표 60. PP-2의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (113g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	260kcal	263.15kcal	101.21%
나트륨	350mg(15%)	387.03mg(19%)	110.58%
탄수화물	5g(2%)	7.46g(2%)	149.20%
당류	0g(0%)	0.38g(0%)	-
지방	18g(23%)	18.68g(35%)	103.78%
트랜스지방	5g	0.00g	0.00%
포화지방	5g(25%)	7.16g(48%)	143.2%
콜레스테롤	0mg(0%)	0.00mg(0%)	100.00%
단백질	20g(40%)	16.32g(30%)	81.60%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

*-, 표시값이 0일 때 영양성분이 검출된 경우

표 61. PP-3의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값

영양성분 (100g 기준)	제품 표시 (A)	분석 결과 (A)	오차 범위
칼로리	300kcal	235.14kcal	78.38%
나트륨	530mg(27%)	448.10mg(22%)	84.55%
탄수화물	19g(6%)	13.09g(4%)	68.89%
당류	5g(5%)	6.28g(6%)	125.60%
지방	17g(31%)	14.27g(26%)	83.94%
트랜스지방	0g	0.00g	100.00%
포화지방	7g(47%)	7.05g(47%)	100.71%
콜레스테롤	0mg(0%)	0.00mg(0%)	100.00%
단백질	17g(31%)	13.59g(25%)	79.94%

*A, 1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%).

*1일 영양성분 기준치에 대한 비율(%)은 2,000kcal 기준으로 표시하였음.

◎ PP-1, PP-2, PP-3의 영양성분 표시항목에 대한 제품 표시값 및 실제 측정값에 대한 결과를 비교하여 각각 표 59, 60, 61에 나타내었음. PP-1, PP-2, PP-3 모두 제품의 영양성분에 대한 정보가 표시되어 있었으며, PP-1은 지방, 포화지방, 단백질 항목에서 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 4) - 가)와 다)에 따른 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위를 벗어났음. PP-2의 경우 당류 표시값은 0g이었지만, 실제 측정값은 0.38g으로 나타났음. 하지만, 당류는 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 2) - 나) - (3)에 따라 0.5g 미만일 경우 “0”으로 나타낼 수 있음. 포화지방의 경우 PP-2는 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 4) - 가)와 다)에 따른 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위를 벗어났음. PP-3에서 단백질 측정값을 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 2) - 나) - (6) - (가)에 따라 실제 측정값에 가장 가까운 1g 단위로 나타낼 수 있으며 이 경우 「식품등의 표시기준」의 별지1 - 아 - 4) - 가)와 다)에 따른 영양성분 표시량과 실제 측정값의 허용오차 범위를 벗어나지 않음. 하지만, 탄수화물과 당류 항목은 허용오차 범위를 벗어났음.

라. 한우육과 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량 비교

1) 떡갈비 형태 제품

표 62. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량

Items	HT-1	HT-2	HT-3	PT-1	PT-2	PT-3	SEM
Moisture (%)	57.23 ^a	53.72 ^{bc}	51.73 ^c	51.72 ^c	55.57 ^{ab}	55.57 ^{ab}	0.432
Crude protein (%)	13.68 ^b	11.83 ^{cd}	13.60 ^b	12.44 ^{bc}	10.28 ^d	18.24 ^a	0.347
Crude lipid (%)	19.25 ^c	22.48 ^b	25.06 ^a	15.01 ^d	13.97 ^d	4.44 ^e	0.278
Carbohydrate (%)	8.42 ^c	10.88 ^b	8.10 ^c	18.30 ^a	18.79 ^a	19.13 ^a	0.372
Crude ash (%)	1.42 ^b	1.10 ^c	1.51 ^b	2.52 ^a	1.39 ^{bc}	2.62 ^a	0.066
Calories (kcal/100g)	261.66 ^c	293.15 ^b	312.36 ^a	258.09 ^c	242.00 ^d	189.48 ^e	2.067
Cholesterol (mg/100g)	48.51 ^b	47.13 ^b	58.36 ^a	N.D.	N.D.	N.D.	1.367
Fructose (g/100g)	0.15 ^b	0.14 ^{bc}	0.02 ^d	0.08 ^{cd}	0.52 ^a	0.10 ^{bc}	0.014
Glucose (g/100g)	0.26 ^c	0.28 ^c	0.16 ^c	0.57 ^b	2.88 ^a	0.46 ^b	0.037
Sucrose (g/100g)	2.46 ^c	2.06 ^c	1.94 ^c	10.64 ^a	3.30 ^c	6.55 ^b	0.580
Maltose (g/100g)	0.30 ^b	0.42 ^{ab}	0.85 ^a	N.D.	N.D.	N.D.	0.108
Lactose (g/100g)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.04	N.D.	-
Sugar total (g/100g)	3.16 ^c	2.89 ^c	2.97 ^c	11.28 ^a	6.73 ^b	7.12 ^b	0.582

^{a-e} Means within a row with different superscript differ significantly at p<0.05.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*; N.D., Not detected; SEM, Standard error of the mean.

The content of carbohydrate was calculated by 100 - (Moisture + Protein + Lipid + Ash).

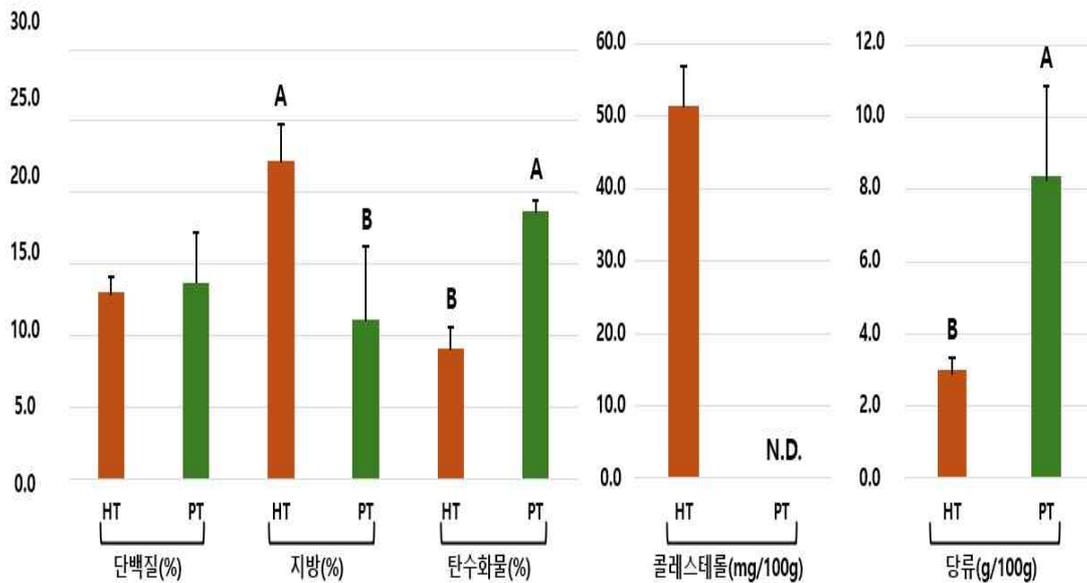


그림 69. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 콜레스테롤, 당류 함량(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*; N.D., not detected.

◎ 떡갈비 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량 분석 결과는 표 62과 그림 69에 나타내었음.

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 단백질 평균값은 유의적인 차이가 없었음. 한우식품의 조지방 함량은 19.25~25.06%로 식물성 단백질 기반 대체식품보다 많았으며($p < 0.05$), 탄수화물 함량은 식물성 단백질 기반 대체식품에서 18.30~19.13%로 한우식품보다 많았음($p < 0.05$).

◎ 콜레스테롤은 식물성 단백질 기반 대체식품에서는 검출되지 않았고 한우식품에서만 검출되었음. 「식품 등의 표시·광고에 관한 법률 시행규칙」에 따르면 콜레스테롤의 1일 영양성분 기준치는 300mg이며, 떡갈비 형태 제품의 한우식품에서의 콜레스테롤 함량은 47.13~58.36mg/100g으로 1일 영양성분 기준치보다 적었음.

◎ 실제 고기와 유사한 풍미를 만들기 위해 식물성 단백질 기반 대체식품 제조에 있어 Maillard 반응의 전구체인 환원당이 첨가될 수 있음(Wang et al., 2022). 떡갈비 형태 제품에서 환원당인 glucose 함량은 식물성 단백질 기반 대체식품이 한우식품보다 유의적으로 많았음. Sucrose는 단맛을 나타내는 disaccharides로 콩과식물에서 당을 구성하는 성분이며(Wang et al., 2022), 식품에 단맛을 부여하기 위해 사용되곤 함(Carocho et al., 2017). PT-1과 PT-3은 한우식품보다 많은 sucrose 함량을 나타냈음($p < 0.05$). Maltose는 동결 방지제 효과를 갖고 있으며, 쇠고기에서 maltose의 첨가는 냉동 저장 중 단백질 용해에 의한 손실을 줄일 수 있다고 보고되었음(KoVačević & MaStaNJeVić, 2011). 떡갈비 형태 제품에서 maltose는 한우식품에서만 검출되었음. 총 당류 함량은 식물성 단백질 기반 대체식품이 한우식품보다 유의적으로 많았음($p < 0.05$).

2) 패티 형태 제품

표 63. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반 성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량

Items	HP-1	HP-2	HP-3	PP-1	PP-2	PP-3	SEM
Moisture (%)	58.87 ^{bc}	57.00 ^c	45.13 ^d	65.64 ^a	60.85 ^b	56.69 ^c	0.487
Crude protein (%)	17.67 ^a	14.97 ^b	14.18 ^b	11.83 ^c	14.44 ^b	13.59 ^{bc}	0.482
Crude lipid (%)	24.26 ^c	27.17 ^b	40.61 ^a	11.52 ^f	16.53 ^d	14.27 ^e	0.319
Carbohydrate (%)	N.D.	N.D.	N.D.	9.35 ^b	6.60 ^c	13.09 ^a	0.346
Crude ash (%)	0.94 ^d	1.38 ^c	0.73 ^e	1.66 ^b	1.59 ^b	2.36 ^a	0.026
Calories (kcal/100g)	289.01 ^b	304.43 ^b	422.17 ^a	188.40 ^d	232.88 ^c	235.14 ^c	3.479
Cholesterol (mg/100g)	68.81 ^b	67.14 ^b	75.44 ^a	N.D.	N.D.	N.D.	2.008
Fructose (g/100g)	0.01 ^d	0.03 ^{cd}	0.01 ^d	0.22 ^b	0.06 ^c	1.67 ^a	0.008
Glucose (g/100g)	0.05 ^d	0.19 ^b	0.07 ^{cd}	0.14 ^{bc}	0.21 ^b	0.98 ^a	0.018
Sucrose (g/100g)	0.04 ^{cd}	0.03 ^{cd}	0.03 ^d	0.14 ^b	0.11 ^{bc}	3.63 ^a	0.018
Maltose (g/100g)	N.D.	N.D.	0.04	0.02	N.D.	N.D.	0.011
Lactose (g/100g)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	-
Sugar total (g/100g)	0.11 ^d	0.25 ^{cd}	0.15 ^d	0.52 ^b	0.38 ^{bc}	6.28 ^a	0.042

^{a-f} Means within a row with different superscript differ significantly at p<0.05.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty; N.D., not detected; SEM, Standard error of the mean.

The content of carbohydrate was calculated by 100 - (Moisture + Protein + Lipid + Ash).

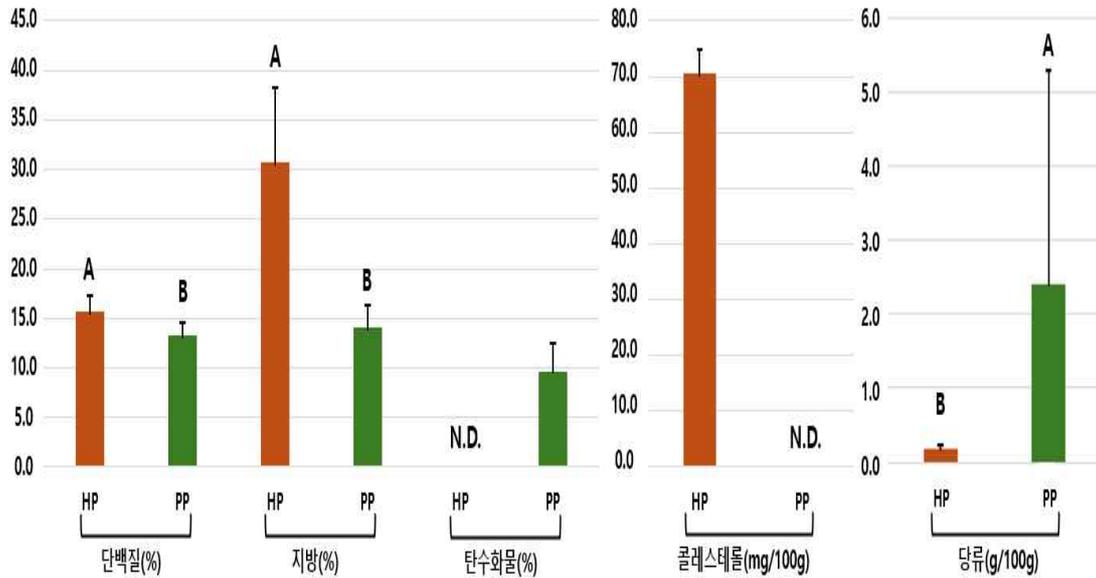


그림 70. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 콜레스테롤, 당류 함량(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty; N.D., not detected.

◎ 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 일반성분, 칼로리, 콜레스테롤, 당류 함량 분석 결과는 표 63와 그림 70에 나타내었음.

◎ HP-2, HP-3, PP-2, PP-3은 조단백질 함량에 있어 유의적인 차이가 나타나지 않았으나, 평균값을 비교하였을 때 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 유의적으로 높았음. 조지방 함량은 한우식품에서 24.26~40.61%로 식물성 단백질 기반 대체식품보다 많았음 ($p < 0.05$). 조회분 함량은 식물성 단백질 기반 대체식품에서 1.59~2.36%로 한우식품보다 많았음 ($p < 0.05$). 탄수화물은 한우식품에서 검출되지 않았고 식물성 단백질 기반 대체식품에서만 검출되었음. 열량은 한우식품에서 289.01~422.17kcal/100g으로 식물성 단백질 기반 대체식품보다 유의적으로 높았으며, 이는 한우식품의 높은 조지방 함량의 결과로 판단됨.

◎ 콜레스테롤은 식물성 단백질 기반 대체식품에서는 검출되지 않았고 한우식품에서만 검출되었음. 「식품 등의 표시·광고에 관한 법률 시행규칙」에 따르면 콜레스테롤의 1일 영양성분 기준치는 300mg이며, 패티 형태 제품의 한우식품에서의 콜레스테롤 함량은 67.14~75.44mg/100g으로 1일 영양성분 기준치보다 적었음.

◎ Fructose, glucose, sucrose 함량은 다른 처리구들보다 PP-3에서 유의적으로 높게 나타났음. 당류의 평균값은 한우식품보다 식물성 단백질 기반 대체식품이 유의적으로 높았음.

마. 한우육과 대체식품의 미네랄 함량 비교

◎ 미네랄은 다양한 생리적 기능을 갖고 있는 필수적인 영양소로 고기에는 다양한 미네랄이 포함되어 있음(Falowo, 2021).

◎ 쇠고기에는 철과 아연과 같은 풍부한 미네랄이 있다고 알려져 있음. 철은 호흡 과정에서 조직에 산소를 전달하는 헤모글로빈과 마이오글로빈의 구성 성분으로 고기에서는 생체이용성이 높은 heme iron 형태로 존재함(Cabrera & Saadoun, 2014). 아연은 체내에서 약 100가지의 효소의 조효소로 작용하여 면역 시스템을 조절하는 물질로 결핍 시 야맹증, 성장지연, 면역결핍과 같은 증상들이 발생할 수 있음(Thyrén, 2020).

◎ 나트륨은 과다 섭취 시 고혈압 발생을 증가시킬 수 있는 미네랄로 식물성 단백질 기반 대체식품에서는 맛을 향상시키기 위해 첨가되고 있음(Yang et al., 2023). 칼슘은 인체에서 가장 풍부한 미네랄로 99%는 뼈와 치아에 1%는 혈청에 존재하며, 결핍 시 골다공증, 골절 등의 위험이 있음. 인은 29%가 뼈에 존재하는 미네랄로 과다 섭취 시 혈관 및 신장 석회화, 신장 장애를 유발할 수 있음(Falowo, 2021). 마그네슘은 성장, 혈압 개선, 치아 부식을 방지하며 뼈를 건강하게 해주는 역할을 한다고 알려져 있음(Ahmad et al., 2018). 구리는 성장, 심혈관 및 내분비 기능을 원활하게 해주며 철 대사에 필수적인 인자임(Falowo, 2021).

1) 떡갈비 형태 제품

표 64. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 미네랄 함량

Minerals (mg/100g)	HT-1	HT-2	HT-3	PT-1	PT-2	PT-3	SEM
Ca	12.35 ^f	58.57 ^c	14.70 ^e	90.75 ^b	39.45 ^d	96.68 ^a	0.246
Fe	1.50 ^c	1.00 ^f	1.10 ^d	1.60 ^b	1.03 ^e	2.05 ^a	0.007
K	187.73 ^d	170.25 ^e	240.43 ^b	324.85 ^a	101.00 ^f	206.17 ^c	0.489
Mg	17.62 ^e	19.65 ^d	20.65 ^c	53.88 ^a	19.37 ^d	44.12 ^b	0.118
Na	261.55 ^e	242.18 ^f	311.17 ^d	552.77 ^b	472.70 ^c	603.68 ^a	1.184
Zn	3.15 ^b	2.85 ^c	3.25 ^a	1.25 ^d	1.25 ^d	0.82 ^e	0.007
P	116.03 ^f	220.65 ^b	217.18 ^a	288.43 ^a	146.98 ^e	205.65 ^d	0.474
Cu	0.15 ^b	0.75 ^a	0.05 ^d	0.10 ^c	0.10 ^c	0.10 ^c	0.000
Al	N.D.	N.D.	0.52 ^b	0.10 ^d	0.33 ^c	3.03 ^a	0.014

^{a-f} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*; N.D., Not detected; SEM, Standard error of the mean.

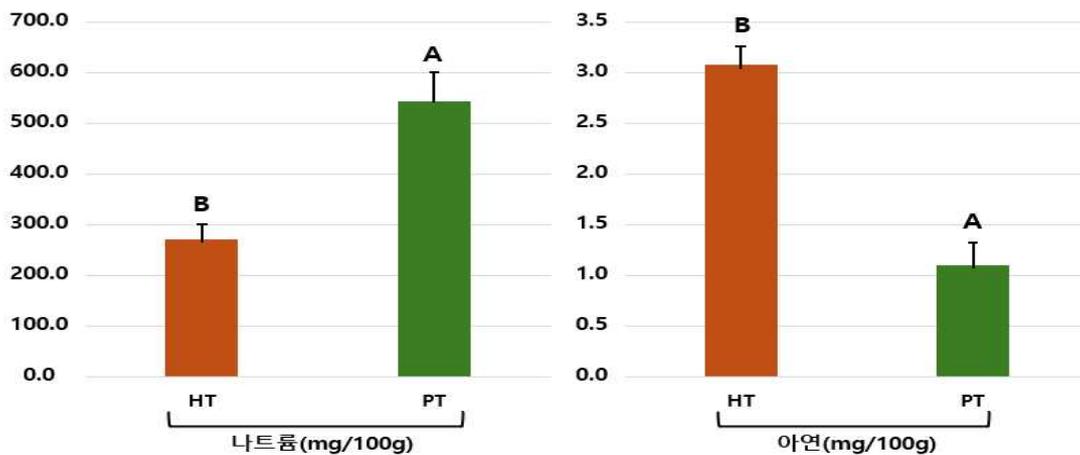


그림 71. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 나트륨과 아연 함량(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*.

떡갈비 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품

의 미네랄 함량 분석 결과는 표 64와 그림 71에 나타내었음.

◎ 일부 식물성 단백질 기반 대체식품에서 칼슘, 철, 칼륨, 마그네슘 함량은 한우식품보다 유의적으로 많았음. 이는 제조업체들이 식물성 단백질 기반 대체식품에 영양 강화제를 첨가하여 고기와 유사한 영양소를 제공할 수 있음을 시사함(Yang et al., 2023).

◎ 고기에 주로 존재하여 면역 시스템을 조절할 수 있는 미네랄 성분인 아연은 식물성 단백질 기반 대체식품보다 한우식품에서 유의적으로 많았음. 반면, 과잉 섭취하였을 경우, 심혈관계 질환을 유발할 수 있는 나트륨 함량은 한우식품보다 식물성 단백질 기반 대체식품에서 많았음($p < 0.05$).

2) 패티 형태 제품

표 65. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 미네랄 함량

Minerals (mg/100g)	HP-1	HP-2	HP-3	PP-1	PP-2	PP-3	SEM
Ca	88.27 ^a	11.78 ^e	3.87 ^f	60.63 ^c	17.58 ^d	86.90 ^b	0.216
Fe	1.75 ^d	1.80 ^c	1.07 ^f	1.90 ^b	2.33 ^a	1.65 ^e	0.010
K	231.93 ^c	218.80 ^d	134.63 ^f	359.40 ^a	184.63 ^e	328.70 ^b	0.417
Mg	20.20 ^d	21.98 ^c	11.85 ^f	53.25 ^b	14.77 ^e	58.00 ^a	0.108
Na	79.17 ^e	239.40 ^c	74.88 ^f	168.65 ^d	342.50 ^b	448.10 ^a	0.597
Zn	3.87 ^b	4.30 ^a	2.48 ^c	0.55 ^e	1.70 ^d	0.55 ^e	0.010
P	247.13 ^a	217.28 ^b	110.90 ^f	199.65 ^c	173.55 ^e	186.10 ^d	0.502
Cu	0.40 ^f	1.60 ^b	0.50 ^e	0.75 ^c	1.85 ^a	0.65 ^d	0.000
Al	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.92	-

^{a-f} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty; N.D., not detected; SEM, Standard error of the mean.

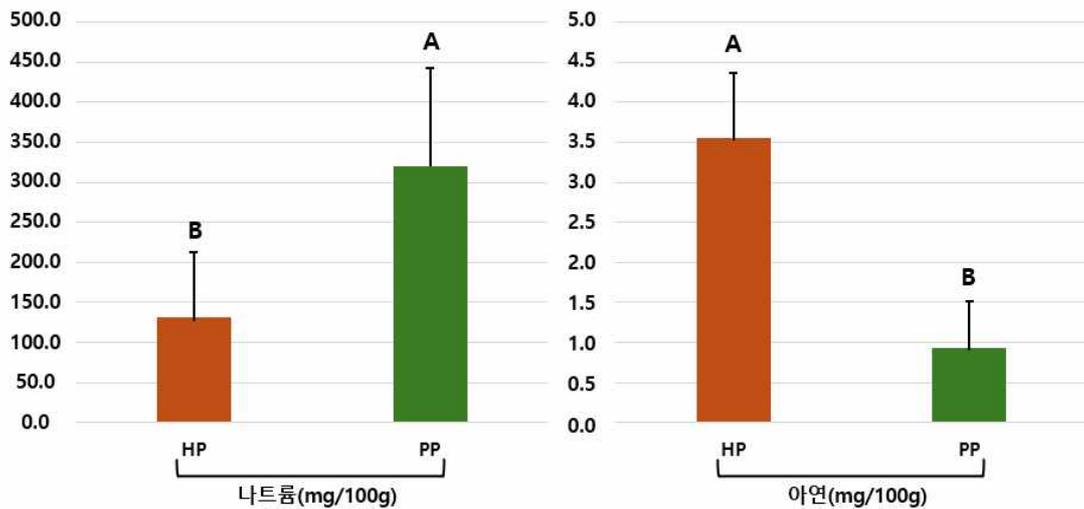


그림 72. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 나트륨과 아연 함량(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty.

◎ 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 미네랄 함량 분석 결과는 표 65과 그림 72에 나타내었음.

◎ 아연 함량은 한우 제품이 식물성 단백질 기반 대체식품 제품보다 많다고 나타났음($p < 0.05$). 반면, 일부 식물성 단백질 기반 대체식품에서 철, 칼륨, 마그네슘, 구리 함량은 한우식품보다 유의적으로 많았음. 이는 제조업체들이 식물성 단백질 기반 대체식품에 영양 강화제를 첨가하여 고기와 유사한 영양소를 제공할 수 있음을 시사함(Yang et al., 2023). 하지만, 철은 한우식품에서는 heme iron, 식물성 단백질 기반 대체식품에서는 non-heme iron과 같은 다른 형태로 존재하기 때문에 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 미네랄에 대한 생체이용률(Bioavailability)의 추가적인 연구가 필요함(Yeo et al., 2023).

바. 한우육과 대체식품의 지방산 조성 비교

1) 떡갈비 형태 제품

표 66. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 지방산 조성

Fatty acid (%)	HT-1	HT-2	HT-3	PT-1	PT-2	PT-3	SEM
C8:0 (Caprylic acid)	0.20 ^b	0.21 ^b	0.20 ^b	4.93 ^a	5.23 ^a	5.11 ^a	0.083
C10:0 (Capric acid)	0.12 ^c	0.12 ^c	0.12 ^c	3.51 ^a	3.23 ^b	3.14 ^b	0.022
C12:0 (Lauric acid)	1.69 ^b	1.74 ^b	1.79 ^b	9.94 ^a	10.28 ^a	9.89 ^a	0.147
C14:0 (Myristic acid)	2.21 ^c	2.23 ^c	2.23 ^c	6.93 ^a	6.99 ^a	6.54 ^b	0.070
C16:0 (Palmitic acid)	25.31 ^a	25.34 ^a	25.96 ^a	8.43 ^b	7.91 ^b	7.81 ^b	0.147
C16:1n7 (Palmitoleic acid)	2.60 ^a	2.58 ^{ab}	2.45 ^b	0.33 ^c	0.32 ^c	0.30 ^c	0.029
C18:0 (Stearic acid)	17.50 ^a	17.32 ^a	16.20 ^a	6.14 ^b	6.42 ^b	5.91 ^b	0.367
C18:1n9 (Oleic acid)	38.72 ^a	38.64 ^a	39.64 ^a	31.01 ^b	31.27 ^b	28.66 ^b	0.549
C18:1n7 (Vaccenic acid)	1.39	1.41	1.33	N.D.	N.D.	N.D.	0.018
C18:2n6 (Linoleic acid)	6.19 ^b	6.27 ^b	5.98 ^b	17.34 ^a	16.74 ^a	16.35 ^a	0.296
C18:3n3 (α -Linolenic acid)	2.97 ^b	3.02 ^b	3.02 ^b	8.01 ^a	8.25 ^a	7.89 ^a	0.113
C20:0 (Arachidic acid)	0.35 ^c	0.34 ^c	0.33 ^c	1.06 ^a	1.00 ^a	0.91 ^b	0.015
C20:1n9 (Eicosenoic acid)	0.65 ^b	0.67 ^b	0.66 ^b	1.76 ^a	1.77 ^a	1.69 ^a	0.020
C20:3n3 (Eicosatrienoic acid)	0.06	0.06	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	0.001
C20:4n6 (Arachidonic acid)	0.04	0.04	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	0.001
C22:0 (Behenic acid)	N.D.	N.D.	N.D.	0.61 ^b	0.58 ^b	5.79 ^a	0.035

SFA	47.38 ^a	47.31 ^a	46.83 ^a	41.54 ^b	41.65 ^b	45.11 ^a	0.484
UFA	52.62 ^b	52.69 ^b	53.17 ^b	58.46 ^a	58.35 ^a	54.89 ^b	0.484
MUFA	43.36 ^a	43.30 ^a	44.08 ^a	33.10 ^{bc}	33.36 ^b	30.66 ^c	0.527
PUFA	9.26 ^b	9.39 ^b	9.09 ^b	25.36 ^a	25.00 ^a	24.24 ^a	0.301
MUFA/SFA	0.92 ^a	0.92 ^a	0.94 ^a	0.80 ^b	0.80 ^b	0.68 ^c	0.020
PUFA/SFA	0.20 ^c	0.20 ^c	0.19 ^c	0.61 ^a	0.60 ^a	0.54 ^b	0.009

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*; N.D., Not detected; SFA, Saturated fatty acids; UFA, Unsaturated fatty acids; MUFA, Monounsaturated fatty acids; PUFA, Polyunsaturated fatty acids; SEM, Standard error of the mean.

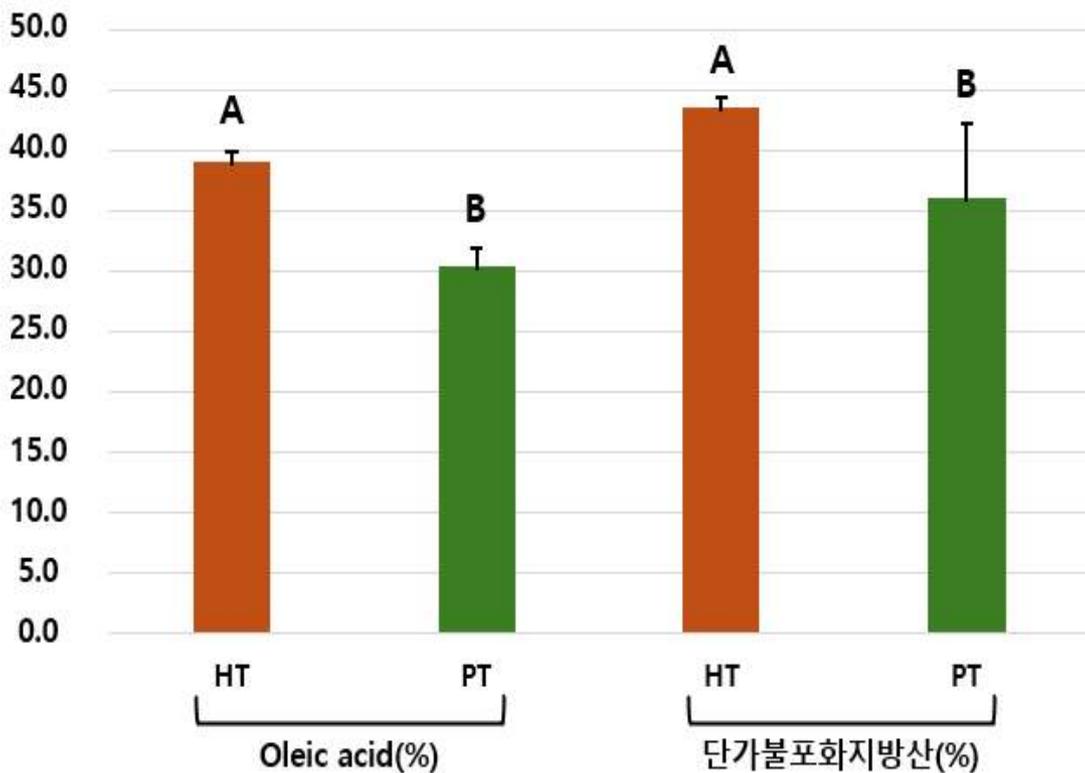


그림 73. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 oleic acid와 단가불포화지방산(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*.

◎ 떡갈비 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 지방산 조성 측정 결과는 표 66와 그림 73에 나타내었음.

◎ Kim & Jang은(2021) 한우 등심과 우둔의 주요 지방산이 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), oleic acid(C18:1n9)라고 보고하였으며, 떡갈비 형태의 한우식품에서도 유사한 결과를 나타냈음. 반면, 식물성 단백질 기반 대체식품의 주요 지방산은 lauric acid(C12:0), oleic acid(C18:1n9), linoleic acid(C18:2n6)로 나타났음. 이는 식물성 단백질 기반 대체식품에 첨가되는 식물성 유지의 지방산 조성에 의한 결과로 판단됨(Yang et al., 2023).

◎ 특히, oleic acid(C18:1n9)는 쇠고기에서 맛에 대한 소비자 선호도를 증가시키는 지방산으로 섭취 시 대사성 질병에 대한 위해요인을 감소시킨다는 보고가 있음. 그 외에도 쇠고기 중 포화지방산인 palmitic acid(C16:0)와 stearic acid(C18:0)는 관능적인 특성에 긍정적인 영향을 미친다고 보고되었음(Seol et al., 2015). Palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), oleic acid(C18:1n9)의 함량은 식물성 단백질 기반 대체식품보다 한우식품에서 유의적으로 많았음.

◎ MUFA는 콜레스테롤을 비활성 형태로 전환시키는 간 효소에 유리한 기질로 작용하여 혈중 HDL-콜레스테롤은 유지하되 LDL-콜레스테롤, 총 콜레스테롤 함량, 총콜레스테롤 함량/HDL을 낮추어 관상동맥 발병과 심혈관질환의 예방 및 치료에 효과적인 것으로 보고되었음(권하나 & 최창분, 2015). MUFA는 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 유의적으로 많았음.

2) 패티 형태 제품

표 67. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 지방산 조성

Fatty acid (%)	HP-1	HP-2	HP-3	PP-1	PP-2	PP-3	SEM
C8:0 (Caprylic acid)	0.20 ^c	0.19 ^c	0.19 ^c	4.99 ^a	4.80 ^{ab}	4.75 ^b	0.047
C10:0 (Capric acid)	0.12 ^c	0.12 ^c	0.11 ^c	3.47 ^a	3.51 ^a	3.34 ^b	0.026
C12:0 (Lauric acid)	1.82 ^b	1.74 ^b	1.72 ^b	9.88 ^a	9.71 ^a	9.74 ^a	0.123
C14:0 (Myristic acid)	2.19 ^b	2.17 ^b	2.20 ^b	6.99 ^a	6.87 ^a	7.04 ^a	0.097
C16:0 (Palmitic acid)	26.00 ^b	26.97 ^a	26.79 ^{ab}	8.40 ^c	8.14 ^c	7.85 ^c	0.179
C16:1n7 (Palmitoleic acid)	2.44 ^a	2.54 ^a	2.53 ^a	0.32 ^b	0.33 ^b	0.32 ^b	0.039
C18:0 (Stearic acid)	16.87 ^a	15.58 ^b	16.42 ^{ab}	6.18 ^c	6.53 ^c	6.75 ^c	0.248
C18:1n9 (Oleic acid)	38.87 ^a	39.42 ^a	38.78 ^a	30.81 ^b	31.85 ^b	32.00 ^b	0.526
C18:1n7 (Vaccenic acid)	1.32	1.34	1.32	N.D.	N.D.	N.D.	0.021
C18:2n6 (Linoleic acid)	6.06 ^b	5.84 ^b	5.92 ^b	17.44 ^a	16.84 ^a	16.75 ^a	0.184
C18:3n3 (α -Linolenic acid)	3.02 ^b	3.03 ^b	2.97 ^b	8.07 ^a	7.97 ^a	8.04 ^a	0.099
C20:0 (Arachidic acid)	0.33 ^b	0.33 ^b	0.32 ^b	1.06 ^a	1.07 ^a	1.06 ^a	0.007
C20:1n9 (Eicosenoic acid)	0.67 ^b	0.64 ^b	0.64 ^b	1.77 ^a	1.73 ^a	1.75 ^a	0.019
C20:3n3 (Eicosatrienoic acid)	0.06	0.06	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	0.002
C20:4n6 (Arachidonic acid)	0.04	0.04	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	0.001
C22:0 (Behenic acid)	N.D.	N.D.	N.D.	0.62	0.62	0.61	0.010

SFA	47.53 ^a	47.10 ^a	47.75 ^a	41.59 ^b	41.26 ^b	41.14 ^b	0.380
UFA	52.47 ^b	52.90 ^b	52.25 ^b	58.41 ^a	58.74 ^a	58.86 ^a	0.380
MUFA	43.30 ^a	43.94 ^a	43.26 ^a	32.91 ^b	33.92 ^b	34.07 ^b	0.528
PUFA	9.17 ^b	8.96 ^b	8.99 ^b	25.51 ^a	24.82 ^a	24.79 ^a	0.239
MUFA/SFA	0.91 ^{ab}	0.93 ^a	0.91 ^{ab}	0.79 ^c	0.82 ^{bc}	0.83 ^{bc}	0.019
PUFA/SFA	0.19 ^b	0.19 ^b	0.19 ^b	0.61 ^a	0.60 ^a	0.60 ^a	0.004

^{a-c} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty; N.D., not detected; SFA, Saturated fatty acids; UFA, Unsaturated fatty acids; MUFA, Monounsaturated fatty acids; PUFA, Polyunsaturated fatty acids; SEM, Standard error of the mean.

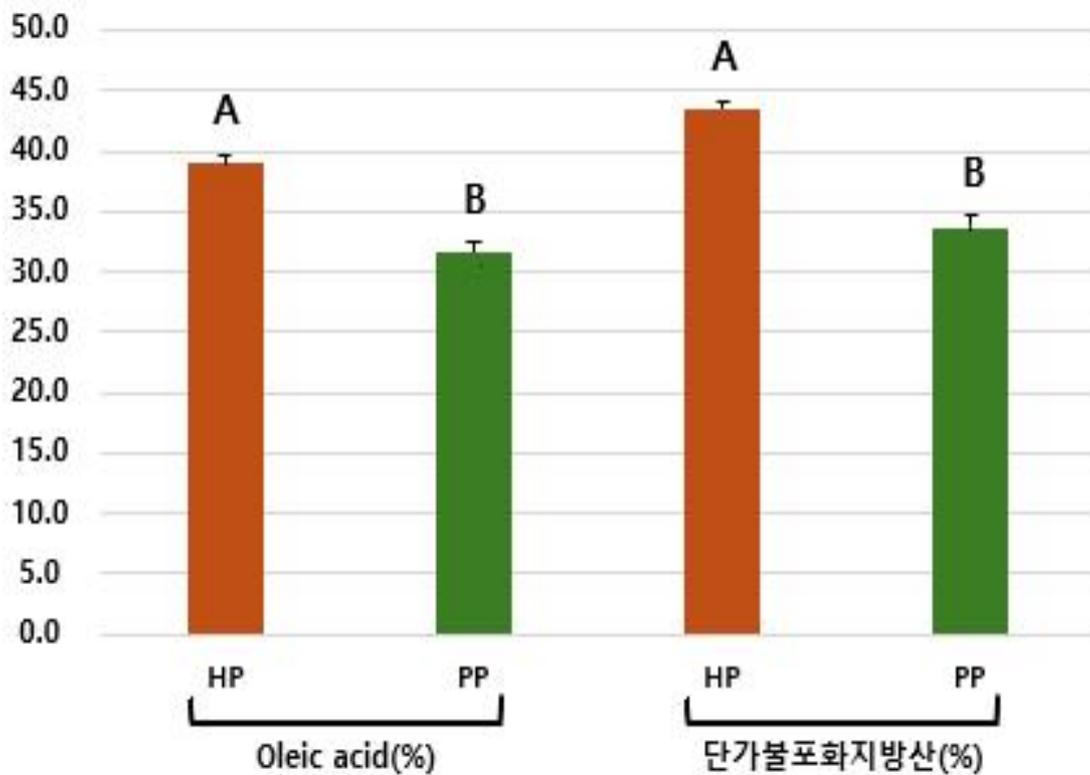


그림 74. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 oleic acid와 단가불포화지방산(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty.

- ◎ 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 지방산 조성 측정 결과는 표 67과 그림 74에 나타내었음.
- ◎ 패티 형태 제품에서 한우식품의 주요 지방산은 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0), oleic acid(C18:1n9), 식물성 단백질 기반 대체식품의 주요 지방산은 lauric acid(C12:0), oleic acid(C18:1n9), linoleic acid(C18:2n6)로 나타났음.
- ◎ 쇠고기의 맛을 증진시키는 oleic acid(C18:1n9)와 관능적 특성에 긍정적인 영향을 주는 palmitic acid(C16:0), stearic acid(C18:0)는 식물성 단백질 기반 대체식품보다 한우식품에서 많았음($p < 0.05$).
- ◎ 관상동맥 발병과 심혈관질환의 예방 및 치료에 효과적인 MUFA 함량은 식물성 단백질 기반 대체식품보다 한우식품에서 유의적으로 많았음(권하나 & 최창분, 2015).

사. 한우육과 대체식품의 아미노산 조성 비교

1) 떡갈비 형태 제품

표 68. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 아미노산 조성

Amino acid (%)	HT-1	HT-2	HT-3	PT-1	PT-2	PT-3	SEM
Aspartic acid	1.70 ^b	1.93 ^a	1.55 ^c	1.51 ^c	1.12 ^d	1.61 ^{bc}	0.028
Threonine	0.64 ^a	0.65 ^a	0.53 ^b	0.36 ^c	0.32 ^c	0.48 ^b	0.016
Serine	0.46 ^{bc}	0.54 ^{ab}	0.43 ^c	0.44 ^c	0.45 ^c	0.61 ^a	0.016
Glutamic acid	3.68 ^b	3.63 ^b	2.82 ^c	2.41 ^d	3.55 ^b	4.18 ^a	0.043
Proline	0.83 ^d	1.56 ^a	1.20 ^b	0.63 ^e	1.05 ^c	1.23 ^b	0.023
Glycine	1.02 ^c	2.17 ^a	1.84 ^b	0.58 ^e	0.55 ^e	0.70 ^d	0.019
Alanine	1.18 ^c	1.63 ^a	1.35 ^b	0.65 ^{de}	0.58 ^e	0.73 ^d	0.024
Valine	1.03 ^b	1.18 ^a	0.93 ^{bc}	0.73 ^d	0.72 ^d	0.90 ^c	0.023
Isoleucine	0.91 ^{ab}	0.98 ^a	0.76 ^{cd}	0.67 ^d	0.66 ^d	0.83 ^{bc}	0.023
Leucine	1.53 ^b	1.67 ^a	1.31 ^c	1.05 ^d	1.09 ^d	1.36 ^c	0.026
Tyrosine	0.25 ^b	0.34 ^a	0.27 ^b	0.18 ^c	0.18 ^c	0.23 ^{bc}	0.013
Phenylalanine	0.90 ^{ab}	1.02 ^a	0.80 ^{bc}	0.72 ^c	0.75 ^c	0.95 ^a	0.025
Histidine	1.00 ^a	0.98 ^a	0.77 ^b	0.63 ^c	0.60 ^c	0.77 ^b	0.023
Lysine	1.66 ^b	1.78 ^a	1.41 ^c	0.86 ^d	0.63 ^e	0.88 ^d	0.009
Arginine	1.17 ^{bc}	1.47 ^a	1.21 ^b	0.95 ^d	0.82 ^e	1.08 ^{cd}	0.027
Total	17.96 ^b	21.53 ^a	17.17 ^c	12.37 ^f	13.07 ^e	16.55 ^d	0.078

^{a-f} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*; SEM, Standard error of the mean.

◎ 떡갈비 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 아미노산 조성 결과는 표 68와 그림 75에 나타내었음.

◎ 필수 아미노산 중 phenylalanine의 평균값은 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품 간의 유의적인 차이가 없었지만, threonine, valine, isoleucine, leucine, histidine, lysine, arginine의 평균값은 한우식품에서 유의적으로 높았음. 또한, 단맛을 내고 항염증 효과가 있는 glycine과(Wang et al., 2013) 신체 주요 에너지원으로 작용하는 alanine은(Umeda et al., 2022) 식물성 단백질 기반 대체식품보다 한우식품에서 유의적으로 많았음.

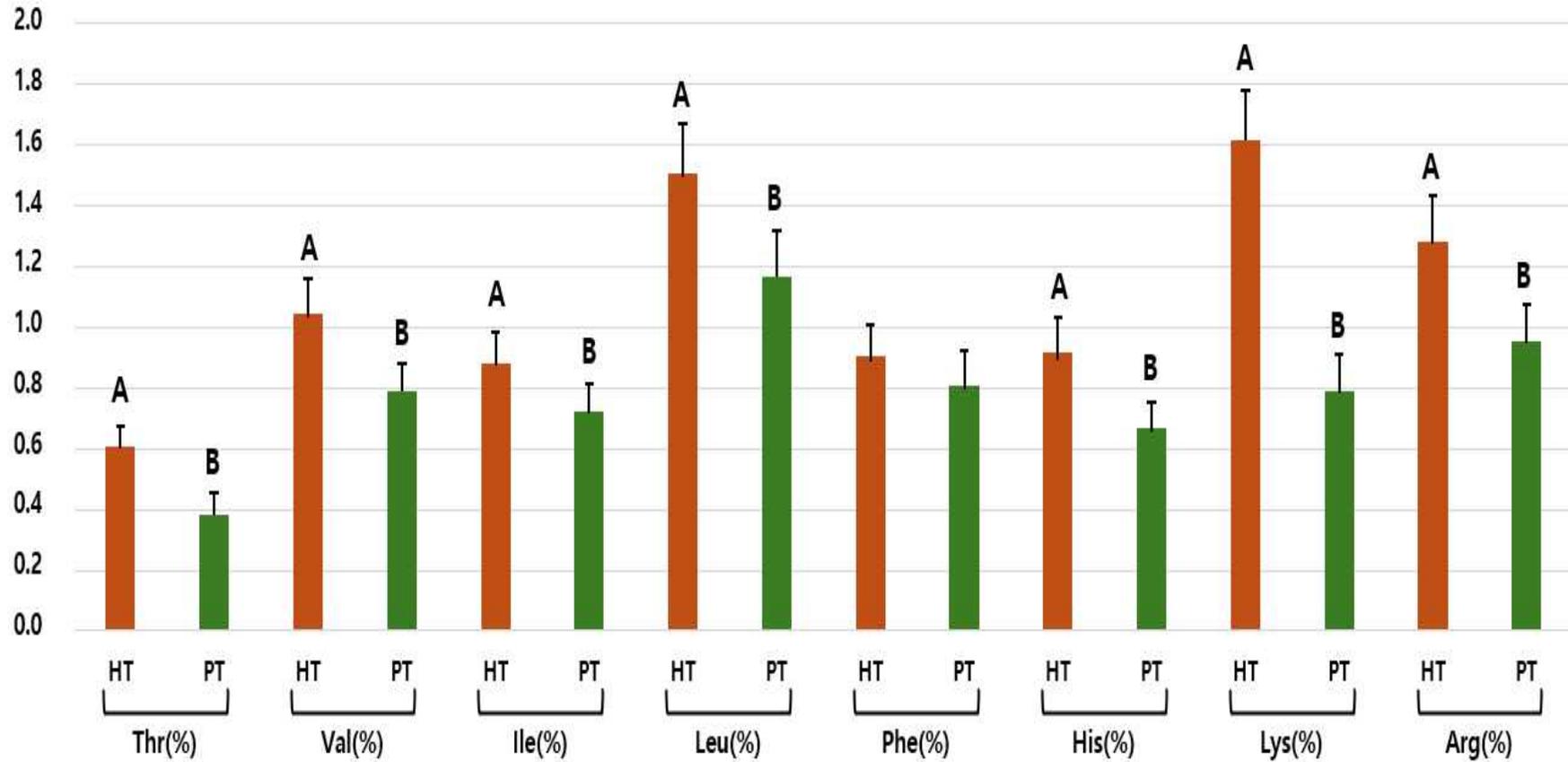


그림 75. 떡갈비 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 필수 아미노산 조성(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*.

2) 패티 형태 제품

표 69. 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품 아미노산 조성

Amino acid (%)	HP-1	HP-2	HP-3	PP-1	PP-2	PP-3	SEM
Aspartic acid	1.33 ^e	1.19 ^f	1.47 ^d	2.01 ^c	3.10 ^a	2.13 ^b	0.018
Threonine	0.49 ^c	0.37 ^d	0.52 ^c	0.56 ^{bc}	0.83 ^a	0.61 ^b	0.017
Serine	0.42 ^c	0.32 ^d	0.38 ^{cd}	0.63 ^b	1.01 ^a	0.69 ^b	0.021
Glutamic acid	2.31 ^e	1.92 ^f	2.54 ^d	3.45 ^c	4.93 ^a	3.77 ^b	0.023
Proline	0.98 ^b	0.61 ^d	0.67 ^d	0.87 ^c	1.28 ^a	0.91 ^c	0.013
Glycine	1.50 ^a	0.84 ^{cd}	0.88 ^c	0.77 ^d	1.16 ^b	0.79 ^{cd}	0.019
Alanine	1.13 ^b	0.83 ^d	1.04 ^c	0.84 ^d	1.32 ^a	0.87 ^d	0.016
Valine	0.77 ^e	0.72 ^e	0.88 ^d	0.95 ^c	1.58 ^a	1.02 ^b	0.014
Isoleucine	0.67 ^d	0.59 ^d	0.80 ^c	0.88 ^{bc}	1.42 ^a	0.94 ^b	0.019
Leucine	1.11 ^d	1.04 ^d	1.30 ^c	1.40 ^{bc}	2.33 ^a	1.49 ^b	0.021
Tyrosine	0.31 ^{cd}	0.28 ^d	0.37 ^b	0.31 ^{bcd}	0.58 ^a	0.35 ^{bc}	0.012
Phenylalanine	0.64 ^d	0.59 ^d	0.76 ^c	0.94 ^b	1.58 ^a	1.01 ^b	0.016
Histidine	0.54 ^c	0.51 ^c	0.73 ^b	0.75 ^b	1.14 ^a	0.77 ^b	0.023
Lysine	1.22 ^c	1.02 ^d	1.44 ^b	1.14 ^c	1.93 ^a	1.20 ^c	0.022
Arginine	1.07 ^c	0.66 ^d	1.01 ^c	1.24 ^b	2.16 ^a	1.31 ^b	0.019
Total	14.49 ^e	11.49 ^f	14.79 ^d	16.74 ^c	26.35 ^a	17.86 ^b	0.062

^{a-f} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty; SEM, Standard error of the mean.

◎ 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 아미노산 조성 결과는 표 69와 그림 76에 나타내었음.

◎ Lysine의 평균값은 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품 간의 유의적인 차이는 없었지만, threonine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, arginine의 평균값은 식물성 단백질 기반 대체식품이 한우식품보다 유의적으로 높았음.

◎ 또한, 우마미 맛을 나타내는 glutamic acid와 단맛을 나타내는 serine의 함량은 한우식품보다 식물성 단백질 기반 대체식품에서 유의적으로 높았음.

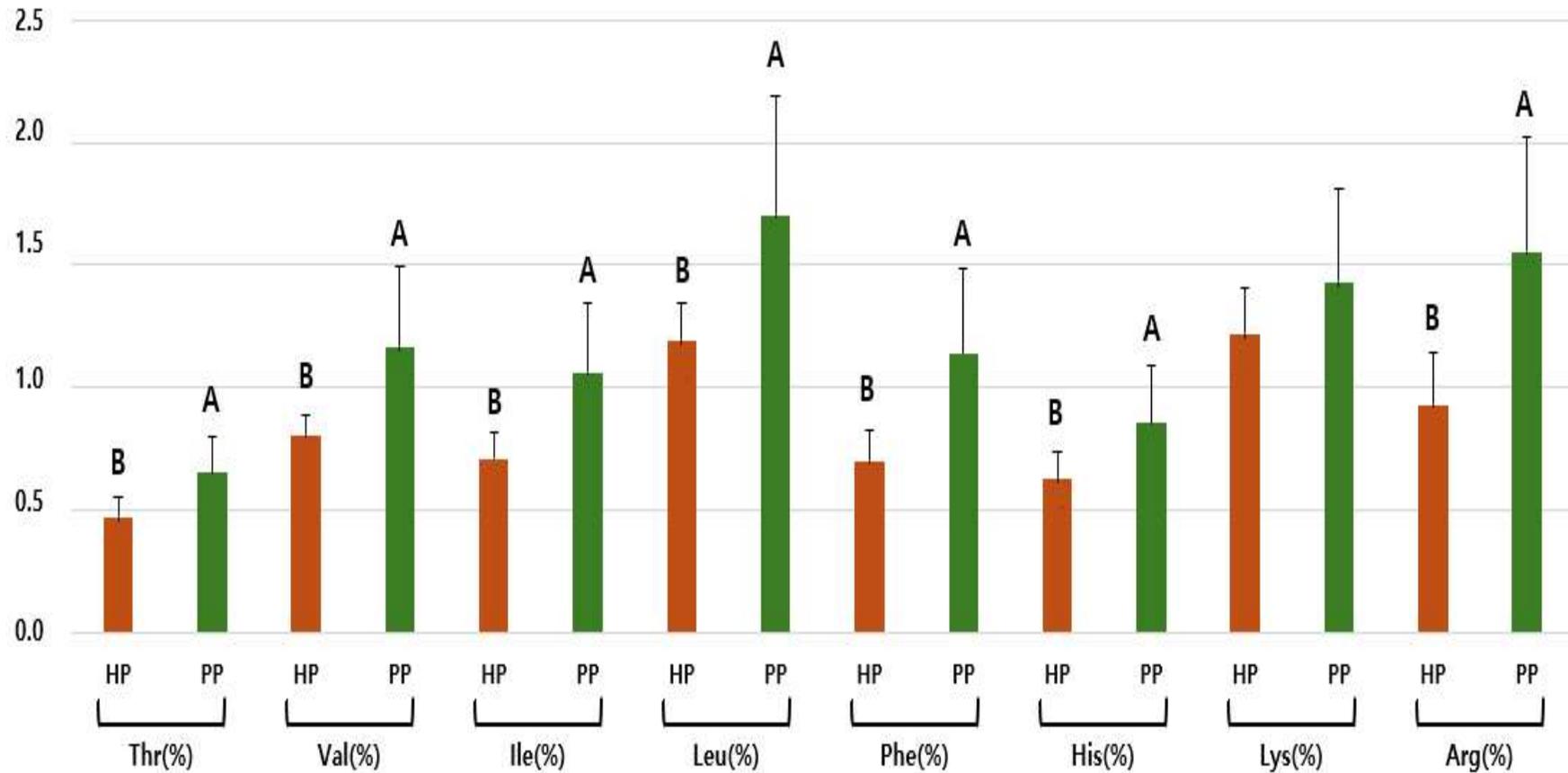


그림 76. 패티 형태 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 필수 아미노산 조성(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty.

아. 한우육과 대체식품의 영양성분 다변량 분석

1) 떡갈비 형태 제품

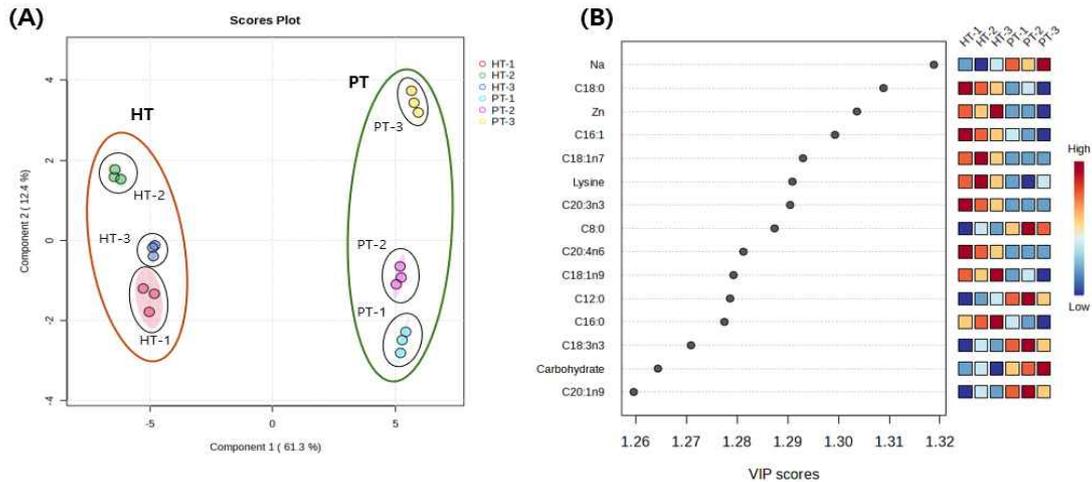


그림 77. 떡갈비 형태 제품의 영양성분에 대한 다변량 분석 결과 Partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA) (A), and its variable importance in projection scores (VIP scores) (B); HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*.

◎ 떡갈비 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 영양성분에 대한 다변량 분석결과는 그림 77에 나타내었음.

◎ PLS-DA 분석 결과 제1주성분의 기여율은 61.3%로 제2주성분(12.4%)보다 컸음. 한우식품(HT)는 제1주성분의 음의 영역에 분포하였으며, 반면, 식물성 단백질 기반 대체식품(PT)은 양의 영역에 모두 분포하였음. 이는 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품이 영양성분에 대해 서로 다른 특성을 갖는 것을 의미함.

◎ VIP scores가 1보다 클 경우 해당 물질은 처리구 간의 클러스터를 구분하는데 큰 기여를 한다고 알려져 있음(오수민 등, 2023). 떡갈비 형태 제품에서 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 서로 다른 클러스터는 나트륨, stearic acid, 아연 등의 물질에 의한 것으로 나타났음.

2) 패티 형태 제품

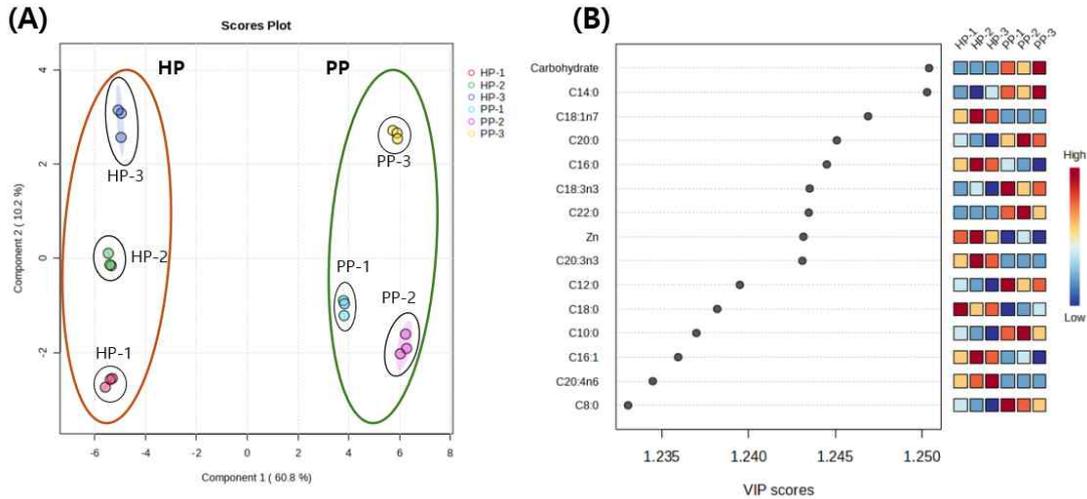


그림 78. 패티 형태 제품의 영양성분에 대한 다변량 분석 결과 Partial least squares-discriminant analysis (PLS-DA) (A), and its variable importance in projection scores (VIP scores) (B); HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty.

◎ 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 영양성분에 대한 상관관계 분석결과는 그림 78에 나타내었음.

◎ PLS-DA 분석 결과 제1주성분의 기여율은 60.8%로 제2주성분 (10.2%)보다 컸음. 한우식품(HP)은 제1주성분의 음의 영역에 분포하였으며, 식물성 단백질 기반 대체식품(PP)은 양의 영역에 모두 분포하였다, 이는 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품이 영양성분에 대해 서로 다른 특성을 갖는 것을 의미함.

◎ VIP scores가 1보다 클 경우 해당 물질은 처리구 간의 클러스터를 구분하는데 큰 기여를 한다고 알려져 있음(오수민 등, 2023). 패티 형태 제품에서 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 서로 다른 클러스터는 탄수화물, myristic acid 등의 물질에 의한 것으로 나타났다.

2. 한우육과 대체식품의 소비자 인식 및 구매 의향 조사

가. 한우육과 대체식품 관련 소비자 인식 조사수행과 분석

1) 소비자 인식 및 소비의향 분석 및 조사 방법

가) 실증분석 방법

(1) 요인분석

◎ 요인분석은 분석의 목적에 따라 탐색적 요인분석(Exploratory Factor Analysis)과 확인적 요인분석(Confirmatory Factor Analysis)으로 구분됨. 본 연구에서 사용하고자 하는 탐색적 요인분석은 모든 측정변수가 모든 요인들로부터 영향을 받는다는 가정하에, 각 요인과 상관관계가 높은 측정변수들을 하나의 요인으로 추출하여 변수를 축약하는 방법임. 또한, 이론적 배경보다 실제 데이터에 근거한 분석이라는 점에서 데이터 지향적인 성격을 가진다는 특성이 있음. 요인분석 과정에서 적용되는 주축요인분석은 새로운 공통성을 추정하는 데 사용되는 분석방법으로, 공통성에 대한 변화량이 추출에 대한 수렴 기준을 만족할 때까지 반복이 계속됨. 공통요인 분석에서는 단순구조의 구성을 위해 요인회전방법 선택시 요인축들이 서로 직교한다는 제약이 유지되는 직각요인회전 방식인 배리맥스(Varimax) 방법이 분석에 대표적으로 사용되며, 이론이나 배경적 제약이 없는 경우, 사각요인회전 방식으로 직접오블리민 방법과 프로맥스 방법이 사용되기도 함. 또한, 요인분석의 실시를 위해서 변수는 간격척도 혹은 비율척도에 의해 측정되어야 하며, 표본의 크기는 최소 50~100개 이상이 바람직함. 관측치 수는 변수의 수보다 10배 이상일 경우 바람직하며, 최소 5배 이상은 되어야 함.

(2) 군집분석

◎ 군집분석(Cluster Analysis)은 설문응답 대상을 특성에 따라 그룹핑하는 방법으로, 각 변수를 그룹화하는 요인분석과는 차이가 존재함. 다변량 통계분석 방법 중 하나로 개별적 특성을 바탕으로 묶인 두 개 이상의 군집(Cluster)이 형성된다는 특성을 가짐. 군집분석은 직각삼각형의 원리를 이용한 Euclidean 거리를 활용해 설명됨. 수식은 *Euclidean* 거리² = $(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$ 와 같으며 대상 1과 대상 2의 거리는 다음의 식(1)로 계산할 수 있음.

$$\text{Euclidean 거리} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

여기에서, x_1 = 대상 1의 밑변
 y_1 = 대상 1의 높이식(1)
 x_2 = 대상 2의 밑변
 y_2 = 대상 2의 높이

(3) 회귀분석

◎ 회귀분석(Regression Analysis)은 종속변수(Dependent Variable)를 다른 독립변수들을 통해 변수 간의 관계를 분석하는 방법으로, 하나의 독립변수를 가지는 단순회귀분석(Simple Regression Analysis)은 독립변수(Independent Variable)과 두 개 이상의 독립변수를 가지는 다중회귀분석(Multiple Regression Analysis)으로 구분됨. 종속변수의 추정을 위해 실질적으로 두 개 이상의 독립변수가 고려해야 되어야 하는 경우가 대부분으로 식(2)와 같이 추정됨.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k$$

여기에서, Y = 종속변수

X = 각각의 독립변수

β = 회귀계수식(2)

β_0 = Y절편

$\beta_1 - \beta_k$ = 각 독립변수의 기울기

식(2)에 상응하는 표본의 회귀식은 다음 식(3)과 같음.

$$\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2 + \dots + \hat{\beta}_k X_k$$

여기에서, \hat{Y} = 회귀식으로부터 추정되는 종속변수식(3)

$\hat{\beta}_1$ = 추정회귀계수

◎ 단순회귀분석의 회귀식을 추정하기 위하여 최소자승법을 사용하며, 다중회귀분석 결과 해석 시에는 다중공선성에 유의해야 함.

◎ 본 연구의 실증분석 방법을 종합적으로 요약하면 다음과 같음. 다수의 변수들에 대한 자료를 소수의 요인에 대한 자료로 변환시키는 과정에서 사전에 어떤 변수들끼리 그룹핑이 있어야 한다는 전제를 두지 않는 탐색적 요인분석을 실시하였고, 분석 수행시에는 다변량 자료를 몇 개의 변량으로 축약하기 위해 주축요인분석과 배리맥스(Varimax) 회전방식을 적용하였음. 다음으로 모방식품에 대한 소비자의 인식 유형을 확인을 위해 비계층적 대량 자료의 군집화 기법으로 가장 많이 사용되는 K-평균군집(K-means Clustering) 분석 방법을 선택하여 활용하였음. 회귀분석 방법은 범주형 종속변수에 대한 분석에 활용되는 순서형 프로빗 회귀분석(Ordinal Probit Regression)을 방법을 선택 활용하였음.

나) 자료수집을 위한 설문조사 방법

◎ 본 조사에서는 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육과 식용곤충식품에 대한 전반적인 소비자들의 인식을 조사하고자 하였음. 이를 위해 시간과 공간의 제약이 없는 네이버의 온라인 설문지를 이용하여 다양한 지역에 거주하는 소비자들을 대상으로 조사를 수행하였음. 조사 대상은 네이버 설문지 링크를 각 사이트 블로그, 카페, 밴드 등 SNS로 홍보하고, 일반인이 설문지에 응답할 수 있도록 표본을 무작위로 추출하여 온라인 설문 조사를 실시하였음. 조사에 활용된 설문지 문항은 2개 부분, 총 48개의 세부문항으로 구성하였음. 첫 번째 부분은 소비자들의 인구통계학적인 내용과 소비자 인식 조사를 위한 일반사항으로 구성하였음.

◎ 첫 번째 부분인 인구통계학적 조사의 문항은 총 7개 문항으로 응답자의 성별, 연령, 거주지, 최종학력, 직업, 가구 소득, 가족 구성원 수로 구성하였음. 또한 일반적인 사항의 설문 조사를 위해서 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육, 식용곤충식품 및 일반축산물에 대한 소비자들의 인지, 경험 및 선호의향을 확인하기 위한 3가지 대문항과 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육, 식용곤충식품, 일반축산물에 대한 6개의 세부 문항으로 설문 내용을 구성하였음. 설문 문항은 명목척도로 측정하였음. 두 번째 부분은 설문분석 조사를 구성하는 질문 문항으로 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육, 식용곤충식품에 대한 소비자의 인식을 분석하기 위한 변수들로 구성하였음. 소비자 인식 평가를 위한 변수들은 일반축산식품 대신 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육, 식용곤충식품을 먹거나, 구매 또는 선호하는 이유 등 총 22개 문항으로 구성하였고, 각 문항은 맛, 식감, 가격, 영양, 신선도, 모양, 냄새, 가축사육에 따른 오·폐수, 악취, 도축, 가축사육방식, 윤리적 문제, 종교, 개인적인 신념, 동물복지문제, 탄소절감, 식량안보, 에너지절약, 주위 또는 사람들의 평가, 판매자의 판촉활동, 제품 품목 선택권의 다양화, 구

입의 편리성, 제조과정, 식품 안전성, 호기심으로 구성하였음. 각 응답문항은 리커트 5점 척도를 활용하여 측정하였음.

◎ 2023년 8월 1일부터 2023년 8월 2일 정오까지 네이버 설문지 링크를 이용한 예비 설문조사를 실시하였고, 총 23명이 응답하였음. 예비조사에서 이상이 발견되지 않아 수정 없이 본 조사를 수행하였음. 예비설문조사 응답 데이터 또한 분석에 활용하였음. 본 설문조사는 2023년 8월 2일 정오 이후부터 2023년 9월 4일까지 총 33일간 실시하였으며, 예비 설문조사 방법과 동일하게 온라인을 활용한 자기기입식 설문조사를 수행하였음. 본 설문조사 결과 총 496명의 조사대상자가 설문지에 응답하였으며, 결측값이 없었으므로 총 519명의 조사대상자의 응답 결과를 분석에 사용하였음. 조사된 설문 자료의 통계처리와 분석은 Microsoft Excel을 활용하여서 자료를 데이터화하였고, 통계분석을 위해 IBM SPSS Win 26 통계패키지를 활용하였음. 인구통계학적 특성을 분석하기 위해 빈도분석(Frequency Analysis)을 실시하였음. 다음으로 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육과 식용곤충식품에 대한 일반사항 및 소비자인식 관련 설문 응답 항목들로 구성된 변수들의 분석하기 위해서 SPSS에서 탐색적 요인분석(Factor Analysis)을 실시하였음. 그리고 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육 등에 대한 소비자 유형 분류와 유형별 특징 등 차이를 분석하기 위하여 군집분석(Cluster Analysis)과 순서형 프로빗 회귀분석을 수행하였음.

2) 한우육과 대체식품에 대한 소비자 인식 설문 결과

가) 한우육과 대체식품 관련 소비자 인식 설문조사

(1) 인구통계학적 빈도분석 결과

◎ 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육, 식용곤충식품에 대한 소비자 인식 설문조사에 응답한 519명의 인구통계학적 특성과 관련된 총 7개 설문문항의 유효값 통계량은 표 70과 같음.

표 70. 인구통계학적 특성 빈도분석 통계량(단위: 명)

항목		성별	연령	거주지	최종학력	직업	소득	구성원
N(수)	유효	519	519	519	519	519	519	519

◎ 인구통계학적 특성에 대한 빈도분석 결과는 표 71과 같음. 성별 분포는 남성 246명(47.2%)와 여성 273명(52.6%)로 비교적 균등한 것으로 나타났으며, 여성 응답자가 5.4% 더 많았음. 연령별 분포는 20대가 132명(25.4%)으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 60대 이상 127명(24.5%), 50대 93명(17.9%) 40대 78명(15%), 30대 74명(14.3%), 20대 미만 15명(2.9%) 순으로 나타났음. 응답자의 거주 지역 분포는 특별·광역시 지역이 279명(53.8%)로 가장 많았고, 시의 동 지역 173명(33.3%)과 군의 읍·면 지역이 67명(12.9%)으로 많았음. 직업별 분포는 회사원 94명(18.1%), 전문직 71명(13.7%), 자영업 59명(11.4%), 공무원 28명(5.4%), 학생 86명(16.6%), 전업주부 84명(16.2%), 기타 97명(18.7%)으로 분석되었고, 회사원과 기타의 비중이 가장 높

왔음. 응답자의 학력은 대졸이 257명(49.5%)로 가장 많았고, 고졸 131명(25.2%), 대학원졸 이상 113명(21.8%), 중졸 12명(2.3%), 초졸 이하가 6명(1.2%) 순으로 나타났음. 응답자의 가구별 월평균 소득 분포는 500만원 이상이 223명(43%)으로 가장 높았고, 200만원에서 300만원 미만은 96명(18.5%)으로 두 번째로 높게 나타났음. 400만원에서 500만원 미만은 84명(16.2%), 300만원에서 400만원 미만은 72명(13.9%), 100만원에서 200만원 미만 33명(6.4%), 100만원 미만 11명(2.1%)로 나타났음. 가구별 구성원 수는 4명이 214명(41.2%), 구성원 3명이 118명(22.7%) 순으로 높게 나타났음. 다음으로 구성원 2명은 82명(15.8%), 구성원 5명은 46명(8.9%), 구성원 1명은 45명(8.7%), 구성원 6명 이상이 13명(2.5%) 순으로 높게 나타났음.

표 71. 인구통계학적 특성(단위: 명, %)

항목	구분	빈도	비중	항목	구분	빈도	비중
성별	남성	246	47.4	세대 구성	1명	45	8.7
	여성	273	52.6		2명	82	15.8
연령	20세 미만	15	2.9		3명	118	22.7
	20-29세	132	25.4		4명	214	41.2
	30-39세	74	14.3		5명	46	8.9
	40-49세	78	15.0		6명 이상	13	2.5
	50-59세	93	17.9	소득	100만원 미만	11	2.1
	60세 이상	127	24.5		100-200만원	33	6.4
거주 지역	특별/광역시	279	53.8		200-300만원	96	18.5
	시의 동 지역	173	33.3		300-400만원	72	13.9
	시/군의 읍/면	67	12.9		400-500만원	84	16.2
직업	회사원	94	18.1	500만원 이상	223	43.0	
	전문직	71	13.7	학력	초졸 이하	6	1.2
	자영업	59	11.4		중졸	12	2.3
	공무원	28	5.4		고졸	131	25.2
	학생	86	16.6		대졸	257	49.5
	전업주부	84	16.2		대학원졸 이상	113	21.8
	기타	97	18.7				

(2) 인지·경험·선호의향 특성 빈도분석 결과

◎ 각 유형별 식품의 특성과 가격이 모두 합리적이라는 가정 하에서 소비자가 가장 선호하는 식품에 대한 총 6개 설문문항의 빈도분석 유효값 통계량은 표 72와 같음.

표 72. 소비자의 인지, 경험, 의향(선호) 특성 빈도분석 통계량(단위: 명)

항목	인지	경험	의향(선호)		합리적 가격 가정 시 선호
	유효	유효	유효	평균	유효
모방식품	519	519	519	3.73	519
대체육	519	519	519	3.23	
배양육	519	519	519	2.57	
3D프린트육	519	519	519	2.18	
식용곤충식품	519	519	519	2.15	
일반축산식품	519	519	519	4.31	

◎ 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육, 식용곤충식품, 일반축산물에 대한 소비자들의 인지, 경험, 선호의향 특성 관련 항목에 대한 소비자의 인지 특성 빈도분석 결과는 표 73과 같음. 항목별 응답 중 3D프린트육에 대해 ‘모른다’ 응답자가 339명으로 가장 많았으며, 배양육에 대해 ‘모른다’ 응답자가 280명으로 두 번째로 많았음. 하지만, 배양육의 경우 인지자와 비인지자의 차이가 약 7.8%로 더 타 식품 항목 대비 소비자 인지수준의 차이가 가장 적은 것으로 나타났음. 소비자의 항목별 인지유형은 일반축산물을 아는 사람이 512명, 모방식품을 아는 사람이 481명, 대체육을 아는 사람이 462명 순으로 많았음.

표 73. 소비자의 인지 특성 빈도분석 결과(단위: 명, %)

항목	소비자의 인지 특성					
	모른다		안다		전체	
	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중
모방식품	38	7.3	481	92.7	519	100
대체육	57	11	462	89	519	100
배양육	280	53.9	239	46.1	519	100
3D프린트육	399	76.9	120	23.1	519	100
식용곤충식품	121	23.3	398	76.7	519	100
일반축산식품	7	1.3	512	98.7	519	100

◎ 소비자의 경험 특성에 대한 빈도분석 결과는 표 74와 같음. 경험 여부에 있어서 3D프린트육이 먹어본 적이 없다는 498명으로 가장 많았고, 다음으로 배양육을 먹어본 적이 없다는 471명으로 두 번째로 많았음. 일반축산물은 비경험자가 17명으로 가장 적게 나타났다. 경험자는 502명으로 대부분의 응답자가 경험한 것으로 나타났다. 모방식품 경험자는 492명으로 두 번째로 많았으며, 3D프린트육을 경험자는 21명으로 가장 적은 것으로 나타났다.

표 74. 소비자의 경험 특성 빈도분석 결과(단위: 명, %)

항목	소비자의 경험 특성					
	먹어 본 적이 없다		먹어 본 적이 있다		전체	
	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중
모방식품	27	5.2	492	94.8	519	100
대체육	160	30.8	359	69.2	519	100
배양육	471	90.8	48	9.2	519	100
3D프린트육	498	96	21	4	519	100
식용곤충식품	386	74.4	133	25.6	519	100
일반축산식품	17	3.3	502	96.7	519	100

나) 한우육과 대체식품 관련 소비의향에 대한 설문조사

◎ 소비의향에 대한 빈도분석 결과는 표 75와 같음. 소비할 의향에 있어서 1번(전혀 아님) 항목에 대해 식용곤충식품이 193명, 3D프린트육이 168명 순으로 많은 응답자가 선택한 것으로 나타났고 일반 축산물은 6명으로 가장 낮게 나타나 유형별로 다소 큰 편차를 보였다. 2번(아님) 항목에서는 3D프린트육이 156명, 식용곤충식품이 135명으로 가장 많았고, 일반축산물은 10명으로 가장 적은 응답자가 선택하였음. 3번(보통) 항목에서는 배양육이 190명으로 가장 높게 나타났으나, 두 번째로 높은 모방식품 189명과 세 번째로 높은 대체육은 182명으로 큰 차이를 보이지 않았음. 4번(약간 동의) 항목은 모방식품이 136명으로 가장 많았고, 두 번째로 대체육이 133명, 세 번째 일반축산식품 124명 순으로 나타났음. 마지막으로 5번(매우 동의) 항목에서는 일반축산식품이 289명으로 매우 높게 나타났다고, 다음으로 모방식품 150명으로 높게 나타났으며, 3D프린트육은 11명으로 가장 적게 응답한 것으로 나타났음.

표 75. 소비 의향(선호) 특성 빈도분석 결과(단위: 명, %)

항목	소비 의향(선호) 특성											
	1(전혀 아님)		2(아님)		3(보통)		4(약간 동의)		5(매우 동의)		전체	
	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중	빈도	비중
모방식품	11	2.1	33	6.4	189	36.4	136	26.2	150	28.9	519	100
대체육	54	10.4	69	13.3	182	35.1	133	25.6	81	15.6	519	100
배양육	103	19.8	131	25.2	190	36.6	77	14.8	18	3.5	519	100
3D프린트육	168	32.4	156	30.1	140	27	44	8.5	11	2.1	519	100
식용곤충식품	193	37.2	135	26.0	127	24.5	49	9.4	15	2.9	519	100
일반축산식품	6	1.2	10	1.9	90	17.3	124	23.9	289	55.7	519	100

◎ 가격이 모두 합리적이라고 가정하였을 때 가장 선호하는 식품의 선택에 대한 빈도분석 결과는 표 76과 같으며 전체 응답자의 무려 81.3%의 비중을 차지하는 442명이 일반축산식품을 선호한다는 결과가 나타났음. 다음으로는 대체육 52명(10%), 모방식품 31명(6%), 배양육 7명(1.3%), 3D프린트육 4명(0.8%), 식용곤충식품 3명(0.6%) 순으로 높게 나타났음.

표 76. 가격이 합리적인 경우 가장 선호하는 식품 관련 빈도분석 결과(단위: 명, %)

항목	가장 선호하는 식품						
	모방식품	대체육	배양육	3D프린트육	식용곤충식품	일반축산식품	전체
빈도	31	52	7	4	3	422	519
비중	6	10	1.3	0.8	0.6	81.3	100

다) 요인분석 결과

◎ 모방식품, 대체육, 배양육 등에 대한 소비자 인식 설문조사를 바탕으로 탐색적 요인분석을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같음. 분석 결과 KMO 측도는 0.901로 본 분석 방법은 충분한 설명력을 가짐. 분석과정에서 통계적 기준에 적합하지 않은 일부 측정변수 항목은 제거되었음. ‘호기심’ 항목은 공통성이 0.4 이하로 나와 제거하였고, ‘동물복지문제’와 ‘식품안전성’ 항목은 요인적재량이 0.4 이상으로 나와서 제거하여, 3개 항목을 제외한 총 23개 항목에 대한 최종 분석을 수행하였음.

◎ 분석결과 총 5개의 요인으로 분류되었으며, 상세한 내용은 표 77에 표시하였음. 설명된 총분산의 설명력은 66.41%, 크론바흐 알파(Cronbach's)값의 경우 요인 1은 0.920(항목 8개), 요인 2는

0.921(항목 5개), 요인 4는 0.909(항목 3개)로 신뢰도가 매우 높게 나타났으며, 요인 3은 각각 0.847(항목 5개)과 요인 5는 0.880(항목 2개)로 신뢰도가 높게 나타났음. 최종적으로 소비자 인식조사를 통해 도출된 5가지 요인은 다음과 같이 명명하였음. 요인 1은 ‘제품’, 요인 2는 ‘생산’, 요인 3 ‘가공·유통’, 요인 4 ‘환경’, 요인 5 ‘개인’ 으로 명명하였음.

◎ 요인 1에는 ‘식감, 냄새, 맛, 신선도, 모양, 영양, 요리의 편리성, 가격’ 8가지 요인은 제품과 관련된 특성에 해당하여 소비자의 인식에 기여하므로, 요인 1을 ‘제품’ 으로 명명하였음. 요인 2는 ‘가축사육악취, 가축사육시 발생하는 오·폐수, 도축, 가축사육방식, 윤리적문제’ 6가지 요인은 생산에 대한 소비자 인식이 발생할 수 있는 항목이므로 ‘생산’ 으로 명명하였음. 요인 3은 ‘판매자 관측, 구입의 편리, 선택권 다양화, 제조 과정, 주위 평가’ 요인들이 포함되어 ‘가공·유통’ 요인으로 명명하였음. 요인 4는 ‘식량 안보, 에너지절약, 탄소절감’ 의 3가지 항목 요인으로 구성되어 사회적 인지, 경험, 의향 혹은 선호에 의해 발생할 수 있는 소비자 인식 요인들로 구성되어있어 ‘사회’ 라 명명하였음. 요인 5는 ‘종교’ 와 ‘개인 신념’ 이라는 2가지 요인은 개인의 가치관, 관념, 이념 등에 의해 소비자의 인식에 영향을 미치는 요인들로 구성되어있어 요인 5를 ‘개인’ 이라 명명하였음.

표 77. 요인분석 결과

(N=519)

요인명	항목	요인					공통성	분산 설명력(%)	KMO 측도	Cronbach 's α
		1	2	3	4	5				
제품	식감	0.827	-	-	-	-	0.690	21.808	.901	0.920
	냄새	0.805	-	-	-	-	0.716			
	맛	0.802	-	-	-	-	0.427			
	신선도	0.797	-	-	-	-	0.559			
	모양	0.704	-	-	-	-	0.681			
	영양	0.681	-	-	-	-	0.571			
	요리의 편리성	0.653	-	-	-	-	0.689			
생산	가격	0.629	-	-	-	-	0.517	16.218	.921	
	가축사육악취	-	0.867	-	-	-	0.768			
	가축사육오폐수	-	0.847	-	-	-	0.802			
	도축	-	0.844	-	-	-	0.797			
	가축사육방식	-	0.786	-	-	-	0.747			
	윤리적 문제	-	0.568	-	-	-	0.615			

가공 유통	판매자관측	-	-	0.661	-	-	0.753	10.443	0.847
	구입의 편리	-	-	0.653	-	-	0.789		
	선택권다양화	-	-	0.643	-	-	0.730		
	제조과정	-	-	0.579	-	-	0.773		
	주위평가	-	-	0.516	-	-	0.823		
사회	식량안보	-	-	-	0.781	-	0.470	9.566	0.909
	에너지절약	-	-	-	0.759	-	0.522		
	탄소절감	-	-	-	0.681	-	0.637		
개인	종교	-	-	-	-	0.815	0.603	8.375	0.880
	개인 신념	-	-	-	-	0.815	0.596		

주 : 추출방법은 주축요인추출, 회전방법은 Kaiser 정규화가 있는 베리맥스, 6 반복계산에서 요인회전이 수렴되었음.

라) 군집분석 결과

◎ 최종적으로 모방식품, 대체육, 배양육, 3D프린트육과 식용곤충식품에 대한 소비자 인식에 대한 요인분석을 통해 추출된 5개 요인값을 바탕으로 K-평균 군집분석을 수행하였음. 분석 결과 총 3개의 군집으로 분류되었고, 결측값은 0으로 총 519개의 설문응답 데이터 모두 유효한 것으로 나타났음. 분석 결과는 표 78에서 살펴볼 수 있음.

◎ 군집 2는 ‘생산’, ‘가공·유통’, ‘사회’, ‘개인’ 항목에서 고르게 높은 수치를 보이거나, 군집 1과는 다르게 ‘개인’ 요인에 있어 다른 요인 대비 비교적 낮은 수치를 보였음. 군집 3에 속한 응답자는 163명으로 각 요인별 항목의 응답정도의 수치가 가장 높게 나타났음.

◎ 해당 결과를 바탕으로 각 군집의 명칭을 다음과 같이 명명하였음. 모든 요인에서 응답 수치가 낮게 나타난 군집 1은 소비자의 인식 정도를 ‘낮음’으로 명명하였음. 군집 2는 ‘제품’, ‘생산’, ‘가공·유통’, ‘사회’의 4가지 요인에서는 높은 수치를 보여주었으나, ‘개인’ 요인이 낮게 나타나 보여주었기 소비자의 인식 정도를 ‘긍정’으로 명명하였음. 군집 3은 ‘제품’, ‘생산’, ‘가공·유통’, ‘사회’, ‘개인’의 5가지 모든 요인에서 고르게 나타났고, 가장 높은 수치를 보이므로 소비자의 인식 수준을 ‘높음’으로 명명하였음.

표 78. 군집분석 결과

요인별 항목	군집분류			ANOVA	
	군집 1 (n=84)	군집 2 (n=272)	군집 3 (n=163)	F값	P값
	제품특성 고려 군집	사회환경 고려 군집	전반적 요인 고려군집		
제품	2.28	2.93	3.23	34.188	.000
생산	1.80	2.97	4.03	97.200	.000
가공·유통	1.88	2.95	3.36	95.913	.000
사회	1.73	3.48	4.28	257.529	.000
개인	1.41	2.28	3.81	557.912	.000

나. 관능검사를 통한 한우육과 대체식품의 구매 의향 설문조사

1) 관능검사와 구매 의향 설문조사 방법

가) 재료준비

◎ 재료준비는 제2장 - 제4절 - 1 - 가 - 1)과 같은 방법을 이용하였음.

나) 관능검사 방법

◎ 관능검사는 국내 대학교 학생 및 교직원 125명을 대상으로 진행하였음. 시료 조리는 180℃로 달궈진 후라이팬을 이용하여 양면을 한 번씩 가열하였으며 조리 완료 시점은 심부온도가 $73\pm 2^{\circ}\text{C}$ 가 될 때로 설정하였음. 관능평가 패널에게 $2 \times 2 \times 1\text{cm}$ 크기의 조리된 시료와 입을 행구는 용도의 물을 제공하였음. 관능평가는 9점 척도법을 이용하였으며, 시료에 대해 외관, 색, 이취, 맛, 풍미, 다즙성, 연도, 종합적 기호도를 평가하였음. 외관, 색, 맛, 풍미, 종합적 기호도는 1점을 매우 나쁘다, 9점을 매우 좋다, 이취는 1점을 매우 적다, 9점을 매우 심하다, 다즙성은 1점을 매우 퍽퍽하고 건조하다, 9점을 매우 다즙하다, 연도는 1점을 매우 질기다, 9점을 매우 연하다로 평가하였음. 관능평가 진행 사진과 시료 사진은 그림 79와 80에 나타내었음.

다) 구매의향 설문조사 방법

◎ 구매의향 설문조사는 125명을 대상으로 관능평가 전, 후로 시행하였음. 설문지에는 크게 인구통계학적 특성, 한우식품과 대체식품의 구매, 섭취 경험 및 빈도, 구매의향에 대한 내용으로 구성하였음.

라) 통계분석

◎ 관능검사에 대한 통계분석은 제2장 - 제4절 - 1 - 나 - 7)와 같은 방법을 이용하였고 구매의향 설문조사에 대한 통계분석은 SPSS(Statistical Package for Social Science) v. 26 통계 패키지 프로그램을 활용하여 분석하였음. 설문조사 대상자의 인구통계학적 특성을 파악하기 위하여 명목척도를 이용한 빈도분석을 실시하였으며, 설문조사 응답 결과에 대한 차이를 알아보기 위해 카이스퀘어 분석(χ^2)을 실시하였음.



그림 79. 관능평가 및 설문조사 진행 사진



그림 80. 관능평가 시료 사진 (좌) 떡갈비 형태 제품, (우) 패티 형태 제품

2) 관능검사 전, 후에 따른 한우육과 대체식품 구매 의향 설문조사 결과

가) 관능평가 전 한우육과 대체식품의 구매의향 설문조사 결과

표 79. 인구통계학적 특성 결과

구분		빈도	비율
성별	남자	77	61.6
	여자	48	38.4
	계	125	100.0
연령	20대	110	88.0
	30대	13	10.4
	40대	1	0.8
	50대	1	0.8
	60대 이상	0	0.0
	계	125	100.0
직업	대학생	61	48.8
	대학원생	59	47.2
	공무원	0	0.0
	회사원	1	0.8
	교수	2	1.6
	주부	0	0.0
	무직	1	0.8
	기타	1	0.8
	계	125	100.0
소득	100만원 미만	103	82.4
	100-200만원 미만	17	13.6
	200-300만원 미만	2	1.6
	300-400만원 미만	2	1.6
	400-500만원 미만	0	0.0
	500만원 이상	1	0.8
	계	125	100.0
식이섭취	잡식주의자	125	100.0
	완전채식주의자	0	0.0
	오보	0	0.0
	락토	0	0.0
	락토오보	0	0.0
	페스코	0	0.0
	폴로	0	0.0
	플렉시테리안	0	0.0
	계	125	100.0

◎ 설문에 참여한 관능평가 패널들의 인구통계학적 특성은 표 79에 나타내었음. 성별은 남성 77명(61.6%), 여성 48명(38.4%), 연령은 20대 110명(88.0%), 30대 13명(10.4%), 40대 1명(0.8%), 50대 1명(0.8%), 직업은 대학생 61명(48.8%), 대학원생 59명(47.2%), 회사원 1명(0.8%), 교수 2명(1.6%), 무직 1명(0.8%), 기타 1명(0.8%), 월평균 수입은 100만원 미만 103명(82.4%), 100~200만원 미만 17명(13.6%), 200~300만원 미만 2명(1.6%), 300~400만원 미만 2명(1.6%), 500만원 이상 1명(0.8%) 이었음. 채식주의자는 식이섭취형태에 따라 달걀은 먹는 오보, 우유, 유제품, 꿀은 먹는 락토, 달걀, 우유, 꿀은 먹는 락토오보, 유제품, 가금류의 알, 어류는 먹는 페스코, 우유, 달걀, 생선, 닭고기까지 먹는 폴로, 채식은 하지만 가끔 육식을 겸하는 준채식주의자인 플렉시테리안으로 구분될수 있으며, 본 설문조사에 참여한 모든 인원이 잡식주의자였음.

◎ 한우식품의 구매 및 섭취 경험과 이유에 대한 설문조사 결과는 표 80에 나타내었음. 한우식품의 섭취 여부 및 섭취 빈도에는 유의적인 차이가 있었으며, 177명(93.6%)이 한우식품을 구매 및 섭취해 봤다고 응답하였고, 이중 2~3주에 한 번씩 섭취한다는 응답자가 42명(35.9%)으로 가장 많았음. 한우식품을 구매 및 섭취한 이유와 구매 및 섭취하지 않는 이유에 대한 응답에는 유의적인 차이가 있었음. 한우식품을 구매 및 섭취한 사람들을 통해 한우식품 구매 및 섭취 이유를 조사한 결과 96명(82.1%)의 응답자들이 한우식품의 주된 구매 및 섭취 이유는 맛이 좋아서라고 응답하였음. 반면, 한우식품을 구매 및 섭취하지 않은 이유로는 비싸다는 응답이 7명(87.5%)으로 가장 많았음.

표 80. 한우식품 구매 및 섭취 경험과 이유에 대한 설문조사 결과

	구분	빈도(비율)	$\chi^2(p)$
한우식품을 구매/섭취 경험이 있는가?	있음	117(93.6)	95.048 (**)
	없음	8(6.4)	
	계	125(100.0)	
한우식품 섭취 빈도는?	매일	0(0.0)	64.282 (**)
	2~3일에 한번	2(1.7)	
	1주일에 한번	13(11.1)	
	2~3주에 한번	42(35.9)	
	4~6개월에 한번	35(29.9)	
	1년에 한두번	18(15.4)	
	1년에 한번 미만	7(6.0)	
계	117(100.0)		
한우식품 섭취이유는?	맛	96(82.1)	282.786 (**)
	품질	8(6.8)	
	위생	0	
	영양	5(4.3)	
	안정성	1(0.9)	
	기타	7(6.0)	
	계	117(100.0)	
한우식품 구매/섭취하지 않는 이유는?	다른고기와 맛, 영양 차이	0(0.0)	4.500 (*)
	비싸서	7(87.5)	
	사육과정 불신	0(0.0)	
	다른고기와 품질차이가 없어서	1(12.5)	
	기타	0(0.0)	
계	8		

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$

표 81. 대체식품 구매 및 섭취 경험과 이유에 대한 설문조사 결과

	구분	빈도(비율)	$\chi^2(p)$
대체식품을 구매/섭취 경험이 있는가?	있음	44(35.2)	10.952 (*)
	없음	81(64.8)	
	계	125	
대체식품 섭취 빈도는?	매일	0(0.0)	44.909 (**)
	2~3일에 한번	2(4.5)	
	1주일에 한번	2(4.5)	
	2~3주에 한번	3(6.8)	
	4~6개월에 한번	5(11.4)	
	1년에 한두번	9(20.5)	
	1년에 한번 미만	23(52.3)	
	계	44(100.0)	
대체식품 섭취이유는?	건강증진	10(22.7)	33.636 (**)
	비위생적인 사육 및 도축	0(0.0)	
	윤리성 및 동물복지	4(9.1)	
	환경보호	3(6.8)	
	가족 중 채식주의자 존재	0(0.0)	
	기타	27(61.4)	
	계	44(100.0)	
대체식품 구매/섭취하지 않는 이유는?	구입할수 있는 곳이 없어서	9(11.1)	65.000 (**)
	육류에 비해 맛이 없어서	36(44.4)	
	채식주의 식습관을 갖고 있지 않아서	6(7.4)	
	홍보/광고 부족	23(28.4)	
	인공첨가물 걱정	2(2.5)	
	기타	5(6.2)	
	계	81(100.0)	

*p<0.05, **p<0.001

◎ 대체식품의 구매 및 섭취 경험과 이유에 대한 설문조사 결과는 표 81에 나타내었음. 대체식품의 섭취 여부 및 섭취 빈도에는 유의적인 차이가 있었으며, 44명(35.2%)이 대체식품을 구매 및 섭취해 봤다고 응답하였고 이중 1년에 한번 미만 섭취한다는 응답자가 23명(52.3%)으로 가장 많았음. 대체식품을 구매 및 섭취한 이유와 구매 및 섭취하지 않은 이유에 대한 응답에는 유의적인 차이가 있었음. 대체식품을 구매 및 섭취한 사람들을 통해 대체식품 구매 및 섭취 이유를 조사한 결과 기타 의견이 27명(61.4%)으로 가장 많았음. 기타 의견에는 지인추천, 호기심 등이 있었음. 반면, 대체식품을 구매 및 섭취하지 않은 이유는 육류에 비해 맛이 없다는 응답이 36명(44.4%)으로 가장 많았음.

표 82. 대체식품 구매 및 섭취 의향 설문조사 결과

	구분	빈도(비율)	$\chi^2(p)$
한우식품 대신 대체식품을 구매/섭취 할 의향이 있나?	있음	30(24.0)	19.600 (**)
	없음	30(24.0)	
	잘 모르겠음	65(52.0)	
	계	125(100.0)	

**p<0.001

◎ 대체식품 구매 및 섭취 의향 설문조사 결과는 표 82에 나타내었음. 응답에는 유의적인 차이가 있었으며, 잘모르겠다라는 응답이 65명(52.0%)으로 가장 많았고, 있음과 없음은 30명(24.0%)으로 동일한 수치를 보였음.

나) 관능평가 후 한우육과 대체식품의 구매의향 설문조사 결과

표 83. 관능평가 후 대체식품 만족도 설문조사 결과

구분		빈도(비율)	$\chi^2(p)$
대체식품 섭취 시 만족하였는가?	만족	22(17.6)	13.936 (*)
	보통	51(40.8)	
	불만족	52(41.6)	
	계	125(100.0)	
대체식품 불만족 이유는?	모양(외관)	0(0.0)	62.923 (**)
	색상	1(1.9)	
	향(냄새)	14(26.9)	
	맛	36(69.2)	
	식감	1(1.9)	
	위생(안정성)	0(0.0)	
	기타	0(0.0)	
	계	52(100.0)	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$

◎ 관능평가 후 대체식품의 만족도 평가 설문조사 결과는 표 83에 나타내었음. 대체식품의 만족도 평가와 이유는 유의적인 차이가 나타났음. 관능평가 후 대체식품에 대해 불만족이라고 응답한 사람은 52명(41.6%)으로 가장 많았으며, 다음은 보통(40.8%)이라고 응답한 사람이 많았으며, 만족이라고 응답한 사람은 22명(17.6%)이었음. 대체식품에 대해 불만족이라고 응답한 사람을 대상으로 불만족 이유를 조사한 결과, 맛이라고 응답한 사람이 36명(69.2%)으로 가장 많았고, 두 번째로 향(냄새)이라는 응답이 많았음.

표 84. 관능평가 후 대체식품 구매 및 섭취 의향 설문조사 결과

	구분	빈도(비율)	$\chi^2(p)$
한우식품 대신 대체식품을 구매/섭취 할 의향이 있나?	있음	28(22.4)	16.816 (**)
	없음	63(50.4)	
	잘 모르겠음	34(27.2)	
	계	125(100.0)	
한우식품 대신 대체식품을 섭취하는 이유는?	건강증진	6(21.4)	2.571
	비위생적인 사육 및 도축	0(0.0)	
	윤리성 및 동물복지	9(32.1)	
	환경보호	4(14.3)	
	가족 중 채식주의자 존재	0(0.0)	
	기타	9(32.1)	
계	28(100.0)		
한우식품 대신 대체식품을 섭취하지 않는 이유는?	구입할수 있는 곳이 없어서	0(0.0)	98.000 (**)
	육류에 비해 맛이 없어서	58(92.1)	
	채식주의 식습관을 갖고 있지 않아서	1(1.6)	
	홍보/광고 부족	0(0.0)	
	인공첨가물 걱정	0(0.0)	
	기타	4(6.3)	
계	63(100.0)		

**p<0.001

◎ 관능평가 후 대체식품을 구매 및 섭취 의향 설문조사 결과는 표 84에 나타내었음. 한우식품 대신 대체식품을 구매 및 섭취할 수 있느냐는 질문에 63명(50.4%)이 없다고 응답하였으며(p<0.001), 관능평가 전 설문조사와 비교하였을 때, 33명이 증가하였음. 한우식품 대신 대체식품을 구매 및 섭취할 의향이 있다고 응답한 사람을 대상으로 이유를 조사한 결과, 건강증진, 윤리성 및 동물복지, 환경보호라는 이유가 있었으며, 통계적인 유의차는 존재하지 않았음. 한우식품 대신 대체식품을 구매 및 섭취할 의향이 없다고 응답한 사람을 대상으로 이유를 조사한 결과, 통계적 유의차는 나타났으며, 58명이(92.1%)이 육류에 비해 맛이 없다고 응답하였음.

3) 한우육과 대체식품의 관능검사 결과

가) 떡갈비 형태 제품

표 85. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사 결과

Items	HT-1	HT-2	HT-3	PT-1	PT-2	PT-3	SEM
Appearance	7.43 ^a	7.25 ^a	7.58 ^a	7.15 ^{ab}	6.71 ^b	5.90 ^c	0.123
Color	7.37 ^a	7.26 ^{ab}	7.50 ^a	7.24 ^{ab}	6.77 ^b	5.85 ^c	0.127
Off-flavor	2.67 ^c	2.96 ^c	2.77 ^c	3.71 ^b	3.70 ^b	4.84 ^a	0.179
Taste	7.53 ^a	6.42 ^b	7.47 ^a	5.75 ^c	5.48 ^c	3.22 ^d	0.143
Flavor	7.20 ^a	6.29 ^b	7.22 ^a	5.62 ^c	5.34 ^c	3.19 ^d	0.150
Juiciness	5.77 ^a	5.81 ^a	5.88 ^a	5.13 ^b	5.79 ^a	3.75 ^c	0.148
Tenderness	6.05 ^{bc}	6.38 ^{ab}	5.85 ^{bc}	6.70 ^a	6.27 ^{ab}	5.52 ^c	0.140
Overall acceptability	7.40 ^a	6.62 ^b	7.37 ^a	5.84 ^c	5.46 ^c	3.50 ^d	0.136

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*; SEM, Standard error of the mean. Appearance, color, taste, flavor, overall acceptability (1 = very bad, 9 = very good), off-flavor (1 = very weak, 9 = very strong), juiciness (1 = very dry, 9 = very juicy), tenderness (1 = very hard, 9 = very tenderness).

◎ 떡갈비 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능평가 결과는 표 85과 그림 81에 나타내었음.

◎ PT-1의 외관과 색, PT-2의 다즙성과 연도에 대한 선호도는 한우식품과 유의적인 차이가 없었으나, 외관, 색, 다즙성의 평균값은 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 유의적으로 높았음.

◎ 반면, 맛, 풍미, 종합적 기호도에 대한 선호도는 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 높았고($p < 0.05$), 이취는 한우식품보다 식물성 단백질 기반 대체식품이 다소 높았음($p < 0.05$).

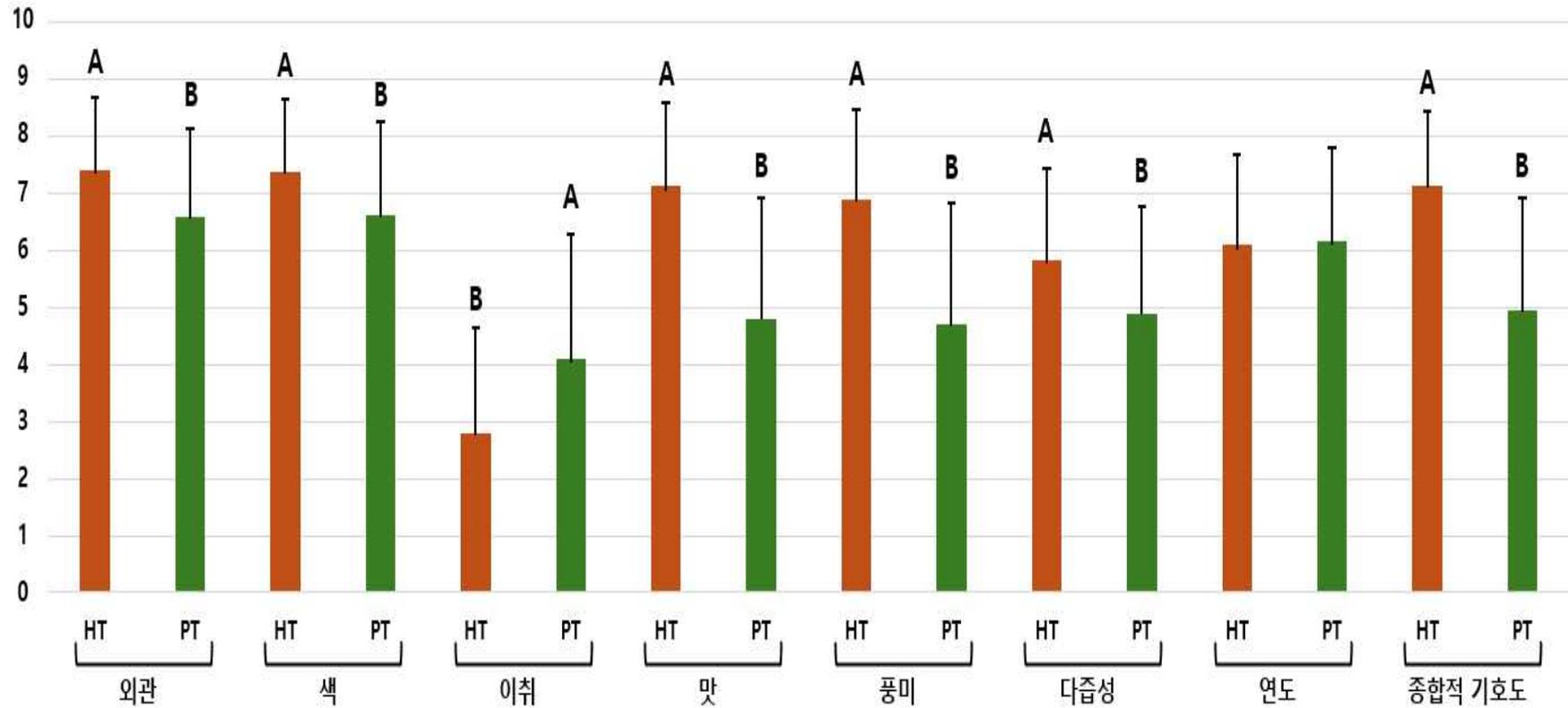


그림 81. 떡갈비 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HT, Hanwoo *tteokgalbi*; PT, Plant-based meat analogue *tteokgalbi*.

Appearance, color, taste, flavor, overall acceptability (1 = very bad, 9 = very good), off-flavor (1 = very weak, 9 = very strong), juiciness (1 = very dry, 9 = very juicy), tenderness (1 = very hard, 9 = very tenderness).

나) 패티 형태 제품

표 86. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사 결과

Items	HP-1	HP-2	HP-3	PP-1	PP-2	PP-3	SEM
Appearance	6.18 ^b	6.74 ^{ab}	6.76 ^a	4.90 ^c	6.95 ^a	4.79 ^c	0.143
Color	6.06 ^b	6.76 ^a	6.84 ^a	4.54 ^c	6.83 ^a	4.53 ^c	0.148
Off-flavor	2.87 ^b	2.93 ^b	2.78 ^b	5.61 ^a	5.54 ^a	4.96 ^a	0.174
Taste	5.34 ^b	5.94 ^{ab}	6.23 ^a	2.47 ^d	2.93 ^d	4.10 ^c	0.166
Flavor	5.01 ^b	5.78 ^a	6.10 ^a	2.49 ^d	2.85 ^d	3.86 ^c	0.167
Juiciness	4.00 ^{cd}	4.52 ^{bc}	3.86 ^d	5.56 ^a	5.08 ^{ab}	5.23 ^a	0.163
Tenderness	5.14 ^b	5.20 ^b	3.99 ^c	6.34 ^a	5.96 ^a	6.08 ^a	0.157
Overall acceptability	5.46 ^b	5.94 ^{ab}	6.34 ^a	2.77 ^d	3.34 ^{cd}	3.89 ^c	0.156

^{a-d} Means within a row with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty; SEM, Standard error of the mean.

Appearance, color, taste, flavor, overall acceptability (1 = very bad, 9 = very good), off-flavor (1 = very weak, 9 = very strong), juiciness (1 = very dry, 9 = very juicy), tenderness (1 = very hard, 9 = very tenderness).

◎ 패티 형태 제품의 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능평가 결과는 표 86과 그림 82에 나타내었음.

◎ PP-2의 외관과 색은 HP-2, HP-3와 유의적인 차이가 없었으나, 외관과 색의 평균값은 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 유의적으로 높았음. 맛, 풍미, 종합적 기호도에 대한 선호도는 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 높았고($p < 0.05$), 이취와 연도는 식물성 단백질 기반 대체식품이 한우식품보다 다소 높았음($p < 0.05$).

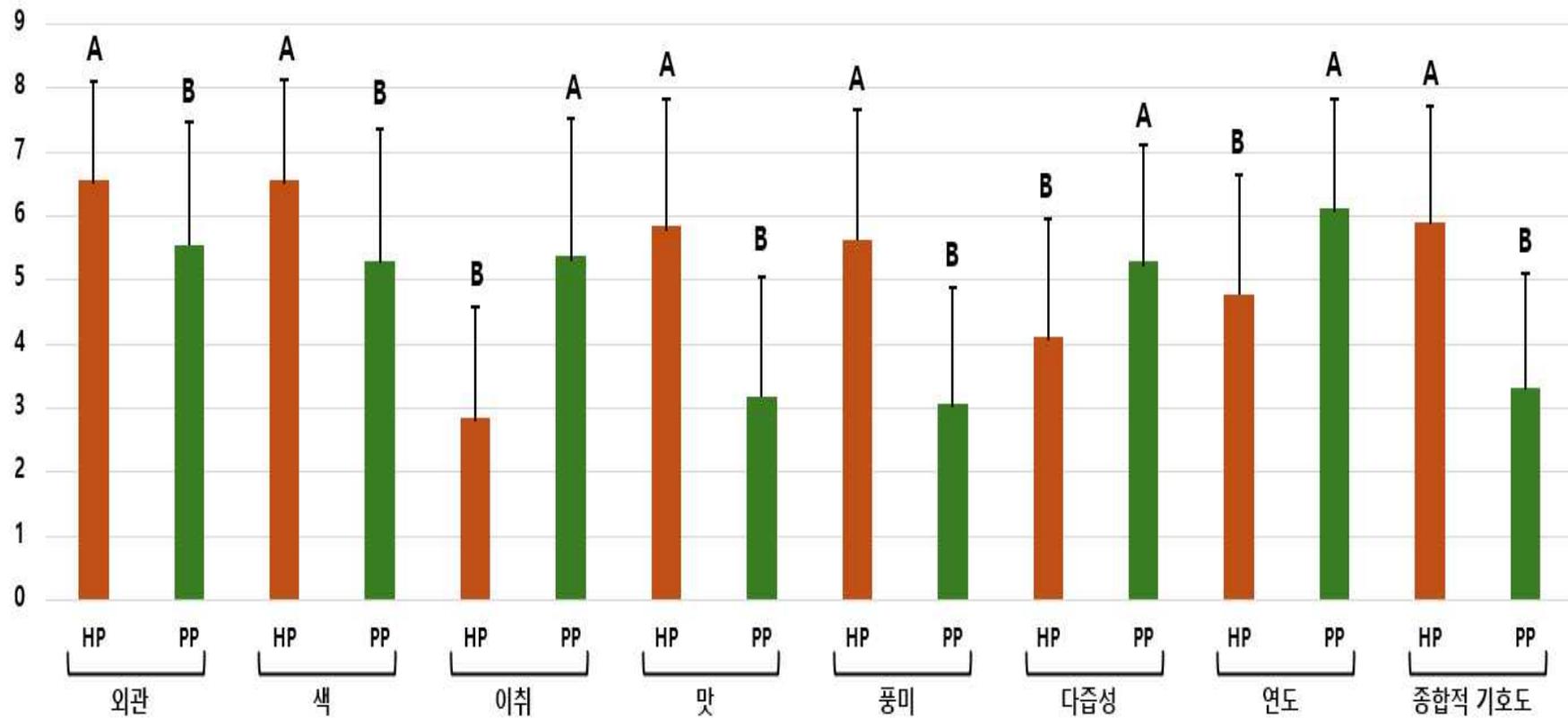


그림 82. 패티 형태 한우식품 및 식물성 단백질 기반 대체식품의 관능검사(평균값) 비교

^{A-B} Mean value of the bar with different superscript differ significantly at $p < 0.05$.

HP, Hanwoo patty; PP, Plant-based meat analogue patty.

Appearance, color, taste, flavor, overall acceptability (1 = very bad, 9 = very good), off-flavor (1 = very weak, 9 = very strong), juiciness (1 = very dry, 9 = very juicy), tenderness (1 = very hard, 9 = very tenderness).

3. 한우육과 대체식품의 올바른 정보전달 방안 제시

가. 카드뉴스 제작과 SNS를 통한 연구결과 홍보



그림 83. 한우육과 대체식품의 올바른 정보전달을 위한 카드 뉴스

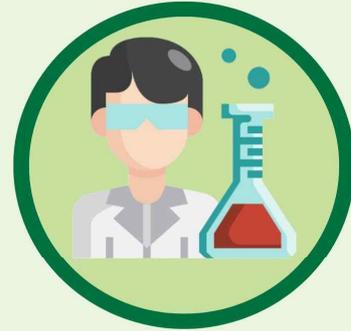
영양성분 정보 입력제도

영양표시 대상에서 제외되는 식품

- ✓ 「식품위생법 시행령」제21조제2호에 따른 즉석판매제조·가공업 영업자가 제조·가공하거나 덜어서 판매하는 식품
- ✓ 「축산물 위생관리법 시행령」제21조제8호에 따른 식육즉석판매 가공업 영업자가 만들거나 다시 나누어 판매하는 식육가공품
- ✓ 식품, 축산물 및 건강기능식품의 원료로 사용되어 그 자체로는 최종 소비자에게 제공되지 않는 식품, 축산물 및 건강기능식품
- ✓ 포장 또는 용기의 주표시면 면적이 30cm² 이하인 식품 및 축산물
- ✓ 농산물·임산물·수산물, 식육 및 알류



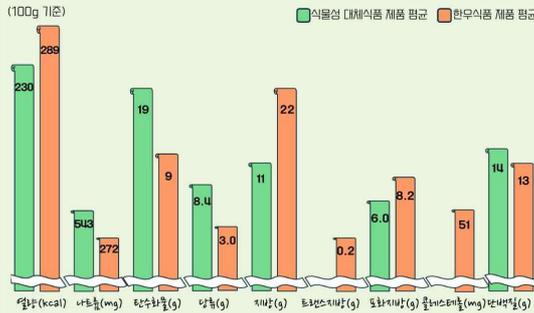
5/14



건강에 관심이 많은 소비자들의 궁금증을 해결하기 위해 시중에서 판매되고 있는 떡갈비 형태의 식물성 대체식품 3개, 한우식품 3개와 패티 형태의 식물성 대체식품 3개, 한우식품 3개의 영양성분 표시 항목들을 분석하였고 국내 대학교 학생 및 교직원 125명을 대상으로 **관능평가**와 **설문조사**를 실시했어요.

6/14

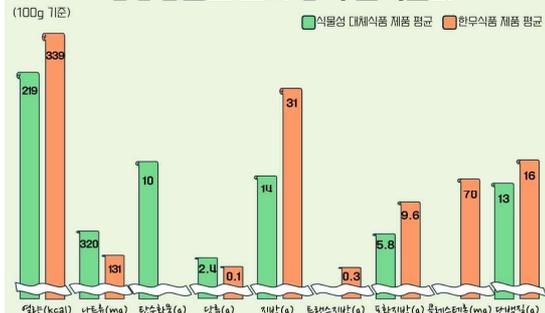
떡갈비 형태의 식물성대체식품·한우식품 영양성분표 표시 항목 분석결과



떡갈비 형태 제품에서 식물성 대체식품이 한우식품보다 나트륨, 탄수화물, 당류 함량이 많았고 지방, 포화지방 함량은 적었어요. 트랜스지방과 콜레스테롤은 식물성 대체식품에서 검출되지 않았어요.

7/14

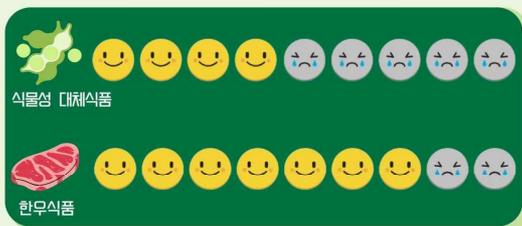
패티 형태의 식물성대체식품·한우식품 영양성분표 표시 항목 분석결과



패티 형태 제품에서 식물성 대체식품이 한우식품보다 열량, 지방, 포화지방 함량이 적었어요. 한우식품에서는 탄수화물, 식물성 대체식품에서는 트랜스지방과 콜레스테롤이 검출되지 않았어요. 식물성 대체식품 제품 2개는 한우식품보다 당류, 나트륨 함량이 많았어요.

8/14

식물성대체식품과 한우식품 관능평가 결과



블라인드 테스트로 대체식품과 한우식품의

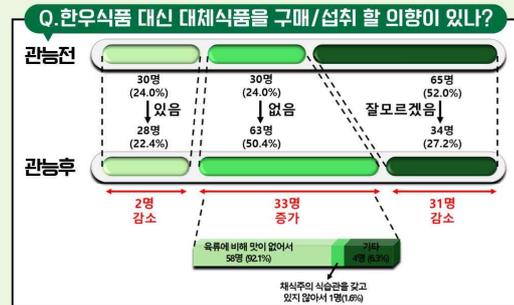
관능평가를 진행한 결과

떡갈비와 패티 형태 제품 모두

한우식품이 식물성 대체식품보다 이취가 적다고 느꼈고, 맛, 풍미, 종합적기호도에 대한 선호도가 더 높았어요.

9/14

식물성대체식품과 한우식품 구매의향 설문조사 결과



관능평가 전, 후로 한우식품과 대체식품에 대한 구매의향 설문조사를 하였고 관능평가 후 대체식품과 한우식품이 무엇인지

관능평가 패널들에게 공개하였어요.

관능평가 후 "한우식품 대신 대체식품을 구매/섭취할 의향이 있나"는 질문에 "없음"이라고 응답한 사람은 33명 증가하였고 그 이유로 "육류에 비해 맛이 없어서"라는 응답이 92.1%로 가장 많았어요.

10/14

영양성분 표시값 대비 실제 측정값의 오차범위

식물성대체식품·한우식품

※ 영양성분명(표시값 대비 측정값의 오차범위)
 ※ 한우 떡갈비-1,2,3 및 한우 패티-1,3의 경우 표장에 영양성분 표시가 없어 비교할 수 없었음.

당류 (29% 식물성 떡갈비-1) (10% 식물성 떡갈비-2)	실제 측정값이 규정하고 있는 범위를 벗어나지 않았음	지방 (165%) 포화지방 (136%) 단백질 (68%)
포화지방 (143%) 식물성 떡갈비-1,3	식물성 떡갈비-2	식물성 패티-1
식물성 패티-2	탄수화물 (68%) 당류 (125%)	트랜스지방 (0.23%이상 없음) 나트륨 (136%) 탄수화물 (미검출)
	식물성 패티-3	한우 패티-2

※ 분석결과는 한국소비자원(2022)의 "식물성 대체육 품질 및 안정성 시험 결과" 보고서와 유사한 결과를 나타내었음.
 ※ 식품들의 표시기준(식품의약품안전처 고시 제2016-149호)
 탄수화물, 단백질의 허용오차 범위는 표시값의 80% 이상
 지방, 포화지방, 콜레스테롤, 나트륨의 허용오차 범위는 표시값의 120% 미만
 트랜스지방은 0.2g 이상일 경우 0으로 표기하지 않음.
 ※ 축산물 위생관리법(시행령 제21조 제8호)
 축산물판매가격표 작성자가 만들거나 다시 나누어 판매하는 축육 가공품은
 영양성분 표시 제외대상

11/14

영양성분 정보 인정범위

실제 측정값이 규정하고 있는 범위를 벗어난다 하더라도 아래 어느 하나에 해당하는 경우에는 허용오차를 벗어난 것으로 보지 않아요.

※ 식물성대체식품(식물 등의 표시기준(생물지)제149호) 등



1. 실제 측정값이 영양성분별 세부 표시방법의 단위 값 처리 규정에서 인정하는 범위 이내인 경우

2. 다음 중 어느 하나에 해당하는 2개 이상의 기관 ((가) 또는 (나)에 해당하는 기관을 1개 이상 포함하여야 한다)에서 1년마다 실시한 평균값과 표시된 값의 차이가 허용오차를 벗어나지 않은 경우(다만, 「식품의 기준 및 규격」에서 성분규격을 "표시량 이상" 또는 "표시량 이하"로 정하고 있는 경우는 해당하지 않음)

- (가) 식품과 건강기능식품: 「식품·의약품 분야 시험·검사 등에 관한 법률」제6조제2항제1호에 따른 식품 등 시험·기관
- (나) 축산물: 「식품·의약품 분야 시험·검사 등에 관한 법률」제6조제2항제1호에 따른 식품 등 시험·기관
- (다) 「국가표준기본법」에서 인정된 시험·검사기관

12/14

대체식품 등장에 따른 향후 한우산업 대응방안

한우산업이 대체식품과의 경쟁에 대응하고 발전하기 위해서
 식육시장 및 연구 동향을
 지속적으로 파악하고
**한우의 ESG 경영,
 품질관리 및 제품개발에**
 많은 노력을 기울여야 해요.

13/14

지금까지
 카드뉴스를
 봐주셔서
 감사합니다.

KNU 강원대학교 한우자조금관리위원회

14/14

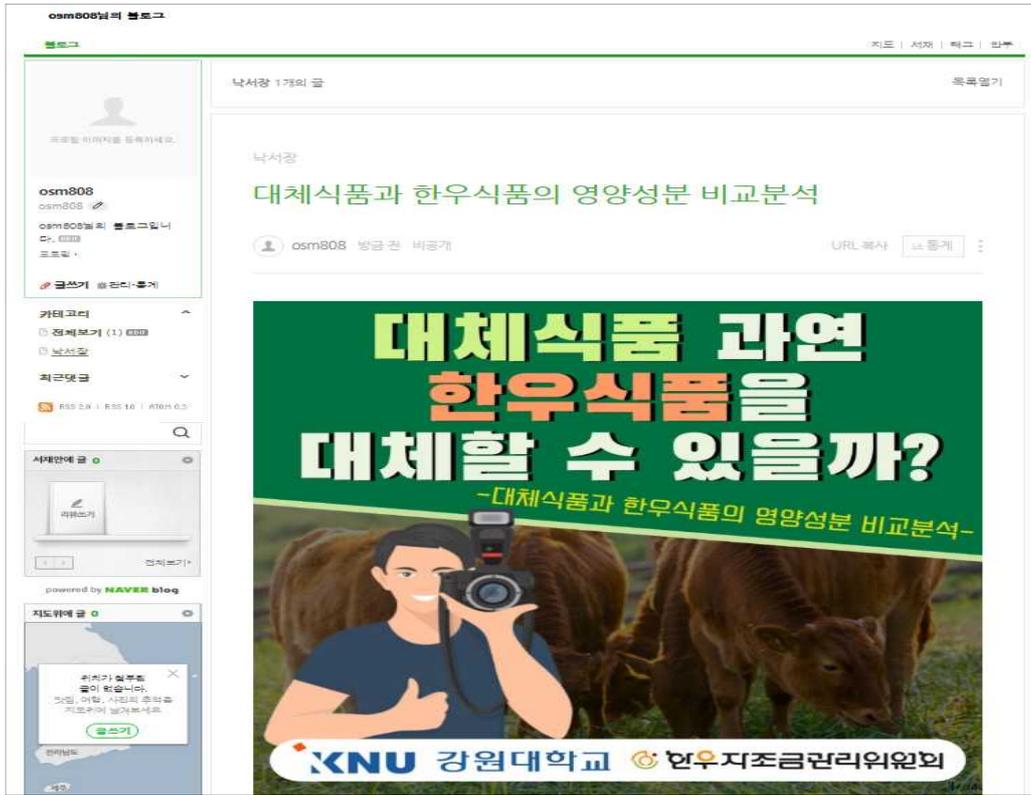
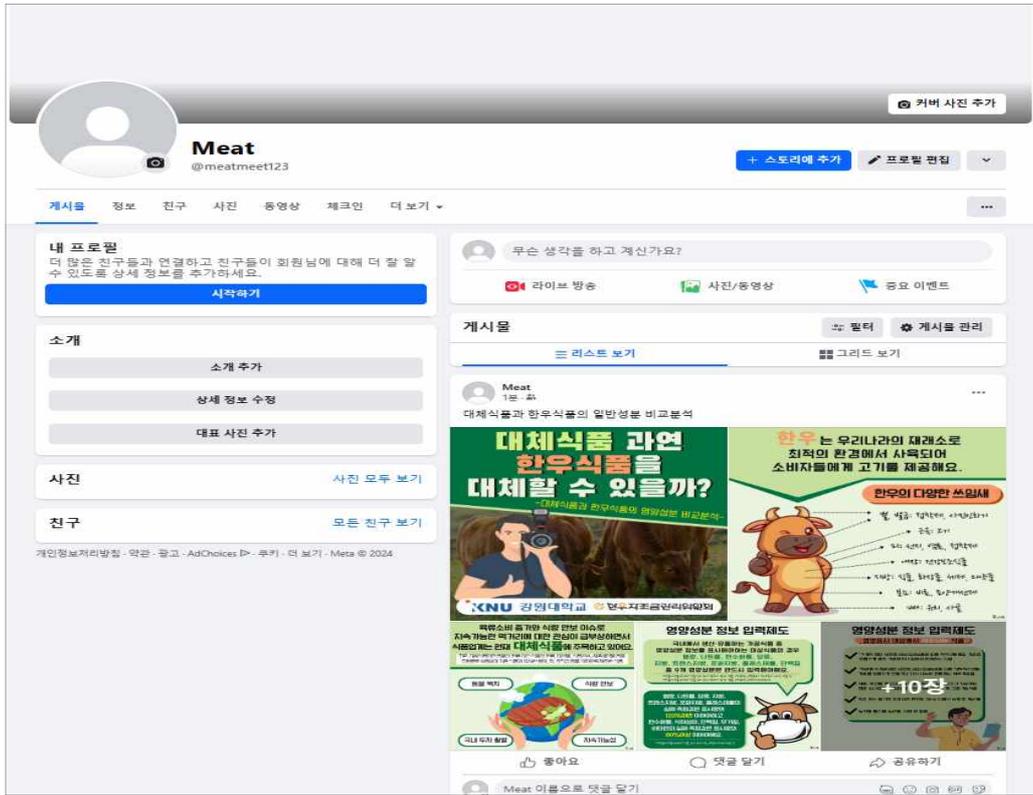


그림 84. 한우육과 대체식품의 올바른 정보전달을 위한 SNS 홍보



나. 유튜브 제작을 통한 연구결과 홍보

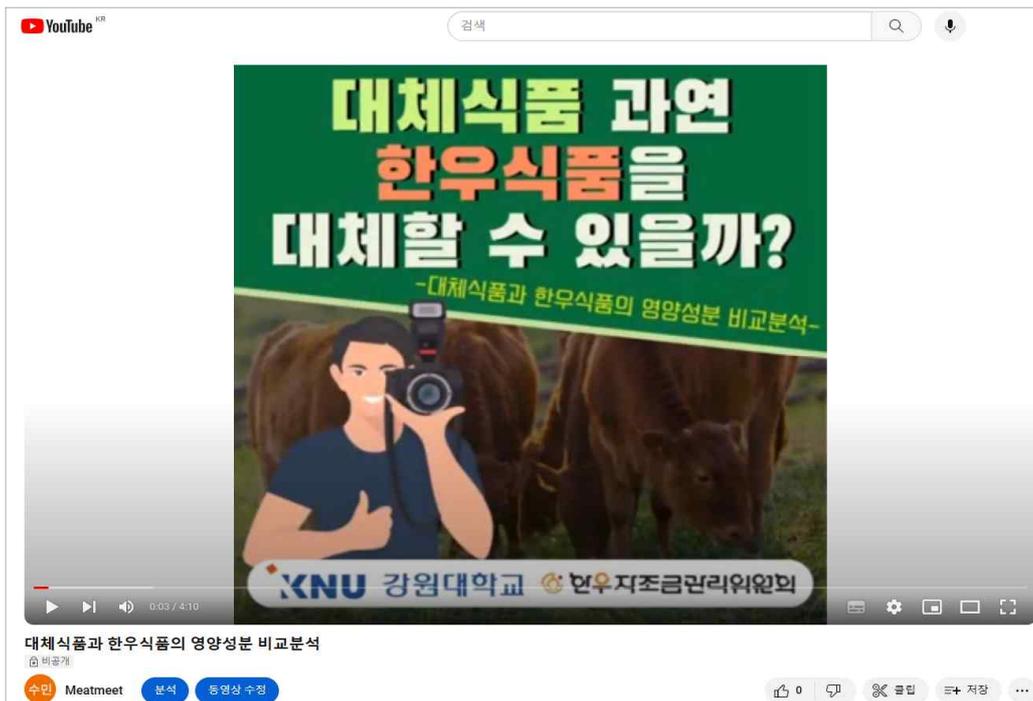


그림 85. 한우육과 대체식품의 올바른 정보전달을 위한 유튜브 영상

제5절. 향후 대응방안

1. 대체식품 산업화에 대한 한우산업 대응 방안 제시

가. 브랜드 이미지 개발

◎ 국내 축산식품 시장의 다양화에 따라 축산물 대체식품의 생산이 급증하고 있으며, 이와 함께 소비자의 선호도와 품질 요구가 증가하고 있음. 이러한 추세에 따라 개별농가 및 정부·지자체에서는 농축산물식품의 브랜드화를 추진하고 있으나, 지속적인 브랜드 난립과 브랜드화 및 마케팅 전략 부재 등의 같은 다양한 문제점이 제기되고 있음(선종아 등, 2009).

특징	브랜드명
역사적로고 + 브랜드명	 명심상감한우(상주축협) 참예우(삼계우사업단) 불완은당평개근한우(영천축협)
자연환경로고 + 브랜드명	 속리산청호초한우(보은축협) 청룡명일한우(청룡명일한우사업단) 지리산순환한우(고령지역농협·고령시·농협) 하동슬리한우(서평축협) 함천호한우(함천축협) 대관평안우(영양명일농협축협)
품목형상 + 브랜드명	 참돌한우(구)경북한우클러스터 천하1등(당곡축협) 장수한우(장수축협) 송계보리한우(신북한우협동조합) 토바우(보배우사업단) 참강한우(대구축협) 함평천지한우(함평축협) 천천마중 한우(천천마중한우사업단) 남해화전한우(남해축협) 평성한우(평성축협) 우리보리소(농협시범안우사업단) 영주안우(영주축협) 영주관우(영주축협)
워드마크	 한우갈(한우회사업단) 참예우(삼계우사업단) 늘무름(늘무름축협) 단풍이한우(단풍이한우·영주·영천축협) 하이록(하이록한우연합사업단)

그림 86. 브랜드명 및 브랜드 디자인

◎ 브랜드명은 제품에 대한 중요한 정보를 간결하게 전달하면서도 브랜드의 인지도와 식별성을 결정짓는 중요한 요소 중 하나임. 일반적으로 선택되는 브랜드명은 간단하면서 발음하고 쓰기 쉬우며, 의미가 있고 친숙하며 독특성이 있어야 함. 이는 브랜드 인지도에 많은 영향을 미침. 또한 브랜드 디자인(로고)은 시각적인 요소로서 종종 브랜드 인식 증진에 중요한 역할을 함(선종아 등, 2009).

◎ 실제로 국내 한우 브랜드명 및 로고를 보면, 한우를 형상화한 로고를 활용하거나 한우 형태를 한 브랜드명을 활용한 사례가 존재함. 이는 소비자로 하여금 한우 제품에 대한 직관성과 인지도를 향상시키며, 간결한 정보전달이 가능하게 함. 또한, 한우를 형상화한 로고가 아닌 자연환경 및 자연색을 활용해 한우 제품에 대한 긍정적인 인식을 이끌어낼 수 있을 것임.

나. 교육 및 소통을 통한 소비자 맞춤형 한우 제품개발

◎ 소비자 교육 및 홍보를 위해 쇠고기의 영양 가치 정보를 TV, 인터넷, SNS 등의 소셜 네트워크를 활용하여 전달해야 함(Jin, 2001). 최근의 소비 트렌드는 저열량 제품을 선호하고 가공식품을 기피하는 경향이 있지만, 한우 소비를 통해 고단백, 저지방의 영양소를 섭취하며 균형 잡힌 식사에 도움을 줄 수 있다는 사실은 소비자들의 합리적인 소비를 이끌 수 있을 것임. 또한 한우 제품의 가격 안정화는 한우가 고가여서 소비하기 어렵다는 인식을 가진 소비자의 접근성을 높여, 고품질의 한우를 섭취할 수 있는 기회를 증가시킬 수 있음.

◎ 또한, 시장조사와 설문조사를 통해 소비자들이 원하는 제품을 파악하여 니즈에 맞는 신제품 개발에 주력해야 함. 한우의 저지방 부위는 국내 소비자들이 선호하는 구이용으로 잘 이용되지 않는 부위이기 때문에 상대적으로 가격이 저렴한 반면, 콜레스테롤이 적다는 이점이 있어 건강에 대한 관심이 증가하는 현대 소비자들의 웰

빙에 대한 요구를 충족시킬 수 있음(Jeong et al., 2014). 실제로 초·중·고등학교 급식소에서 저지방 부위의 육질 개선 및 다양한 소스, 양념 개선 등을 고려하여 한우 제품 메뉴(한우 사태 피자, 한우 미트볼, 부대찌개, 완자 당면 떡배기 등)를 개발한 사례도 있음(Jeong et al., 2013). 이러한 조사 결과를 바탕으로, 앞으로는 맛과 건강을 함께 생각하는 소비자 기호에 맞춰 저지방 비선호 부위를 활용한 다양한 메뉴를 개발하는 것이 중요한 과제가 될 수 있음.

다. 한우산업에 대한 잘못된 인식 개선

◎ 최근 축산업 과정에서 생성되는 온실가스가 기후 위기의 주범이라는 주장이 힘을 얻으면서 “축산업=온실가스”라는 인식이 자리잡게 되었음. 실제로 정부에서 채식을 권장하며 교육계에서는 채식 급식을 확대하고, 축산물을 다른 식품으로 대체하기 위한 다양한 프로그램을 도입하는 추세임(Jo, 2021). 그러나 실제 농업 부문의 온실가스 배출량은 2.9% 수준이며, 그 중 축산분야는 단 1.3%로 매우 낮은 비율을 차지하고 있음. 이에 반해 에너지 분야는 전체 온실가스 배출량의 80% 이상을 차지하고 있으며, 이러한 경향은 한국뿐만 아니라 다른 국가도 유사하게 나타나는 것을 확인하였음(Kang, 2021). 이러한 데이터를 기반으로 축산업이 온실가스 배출 원인 중의 하나일 뿐 가장 주요한 원인은 결코 아님을 확인할 수 있음. 따라서, 친환경적인 축산 경영 방법을 고려함과 동시에 정확하고 신뢰할 수 있는 정보를 전달할 수 있도록 노력해야 함.

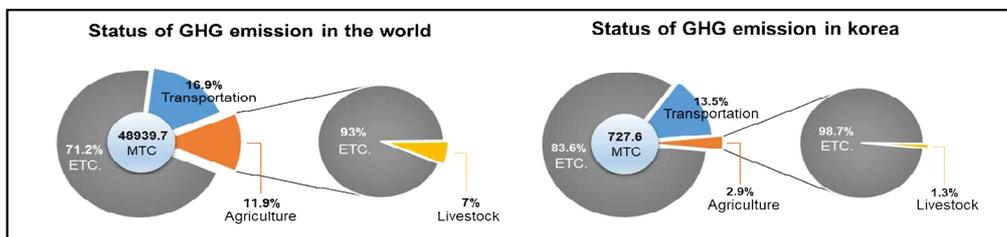


그림 87. 세계 속 우리나라의 온실가스(GHG) 배출현황

◎ 본 연구에서 대체식품에 대한 환경적 영향에 대한 분석을 통해 대체식품에 대한 그린워싱 방지를 위한 기초자료를 제시하였음. 하지만, 지속가능한 한우산업에 있어 환경 및 안전성의 문제를 소홀히 할 수는 없음. 한우사육에 있어 환경 문제를 해결하기 위해 몇 가지 방안을 제시할 수 있음. 첫째, 한우농가 퇴비의 안정성과 부속도를 관리해야 함. 대량의 가축분뇨는 환경에 부정적인 영향을 미칠 수 있는데, 이를 해결하기 위해서 가축분뇨의 퇴비화를 시행하고 있음. 안정성과 부속도 평가는 생산되는 퇴비의 품질에 가장 중요한 요소로, 한우 퇴비의 지속적인 품질 관리는 지속가능한 친환경 한우산업의 전환에 기여할 것으로 판단됨(Kim et al., 2023). 둘째, 한우농가에 대한 환경 개선 사업을 시행해야 함. 한우로부터 생산되는 과도한 양분은 농경지에서 토양환경, 수질환경, 대기환경 등의 피해를 끼칠 수 있음. 환경오염을 줄이기 위해 한우농가에 한우분뇨 발생량, 처리량, 지역 내 처리 가능량 등 지역단위 양분통계 분석을 통해 지역별 양분관리 기준을 마련하여야 함(이명규 등, 2021). 셋째, 한우산업을 포함한 축산분야에서 탄소중립형 축산환경 시스템을 개발해야 함. 온실가스에 의한 지구온난화에 의해 탄소중립은 전 세계적으로 해결해야 할 중요한 과제로 언급되고 있음. 정부의 축산분야의 탄소중립 시나리오에는 가축분뇨 자원순환 확대, 저탄소 가축관리시스템 구축 등이 제시되고 있음(그린매거진, 2022). 탄소중립형 축산환경 시스템을 구축하기 위해서는 조사료 생산, 분뇨처리, 축산물종합처리장(LPC) 등에 대한 투자가 더 필요하다고 판단됨. 이와 함께 정책적인 부분에서도 적극적인 제도 개선이 필요함. 환경부와 농림축산식품부로 이원화되어 있는 두 부처를 가축분뇨 관리 체계도 일원화하거나 통합하여 가축분뇨의 퇴액비 공정규격의 중금속 허용기준치에 대한 상호조정이 필요함(정민국 등, 2021).

2. 한우육과 대체식품의 영양소 비교를 통한 한우육 제품개발 방향성 제시

◎ 한우와 같은 쇠고기에는 생리활성물질, 미네랄 뿐만 아니라 풍부한 필수 아미노산이 많은 고품질의 단백질을 포함하고 있어 인간의 건강을 유지하기 위한 좋은 식품 공급원으로 알려져 있음 (Kim & Jang, 2021). 지속가능한 양질의 단백질 공급을 위해 단백질 대체 소재로서 식물성 단백질, 곤충 단백질, 세포배양물, 해조류, 미생물 기반 대체식품 등의 소재들이 개발되고 있음(조선형 & 류기형, 2022). 대체식품 중 가장 많은 제품이 시중에 판매되고 있는 식물성 단백질 기반 대체식품의 경우 대부분 콩 또는 완두 유래의 식물성 단백질을 원료로 만들어지고 있음. 콩 단백질에는 메티오닌과 시스테인 같은 황함유 아미노산이 부족하다고 알려져 있음(Webb et al., 2023). 이러한 영양적 문제점을 해결하기 위해서 제한아미노산을 보강해줄 수 있는 다양한 식물성 단백질 소재들이 개발되고 있음(Samard & Ryu, 2019). 세포배양물 기반 대체식품의 경우 배지의 아미노산 조성을 통해 아미노산의 공급을 할 수 있다고 알려져 있음. 하지만, 세포배양물 기반 대체식품 제조에 있어 경제적·윤리적인 문제점도 있으며, 실제 한우육과 비교하였을 때 한우유래 세포배양물 기반 대체식품에서 isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine과 같은 아미노산 함량이 부족하다는 보고가 있음(양용현 등, 2022; Joo et al., 2022). 또한, 세포배양물 기반 대체식품을 쇠고기와 유사하게 만들기에는 쇠고기에 단백질과 지방이 어우러져 있어 아직은 구현이 어렵다는 보고가 있음(황병진, 2024). 식용곤충은 단백질이 풍부하여 육류 대체 단백질 공급원으로 알려져 있으나, 소비자들이 느끼기에 모양 및 외형에 대한 거부감이 존재하는 문제점이 있음(박은선 & 최미경, 2020).

◎ 최근 소비자의 비만에 대한 관심이 높아지는 추세에 따라 예방과 치료의 목적으로 육류와 같은 고단백질 섭취가 권장되고 있음 (Westerterp-Plantenge et al., 2012; Magkos, 2020). 또한 한우육과 같

은 동물성 단백질은 필수 아미노산 함량이 풍부한 것으로 알려져 있음(Precious & Igwe, 2023). 대표적인 필수 아미노산인 류신(leucine)이 다량 함유되어 있으며, 이는 발린(valine), 이소류신(isoleucine)과 함께 분자 사슬 아미노산(branched chain amino acids; BCAA)의 형태로 체내에 저장되어 있음. 이 중 류신은 동물성 단백질 중 유일하게 근육 합성(muscle protein synthesis)을 증가시키는 데 효과적이라고 알려져 있음(Pasiakos, 2012). 반면, 식물성 단백질인 밀글루텐이나 완두단백의 경우 각각 라이신과 황함유 아미노산이 부족하여 단독으로는 필수 아미노산의 필요량을 충족시키기 어려움(Bonke et al., 2020). 선행연구에서 냉장 저장을 통해 BCAA 함량을 증가시킨 한우 우둔의 인공소화물이 실험동물의 골격근 중량과 미토콘드리아의 기능을 개선할 수 있다고 보고되었음(김갑돈 등, 2021).

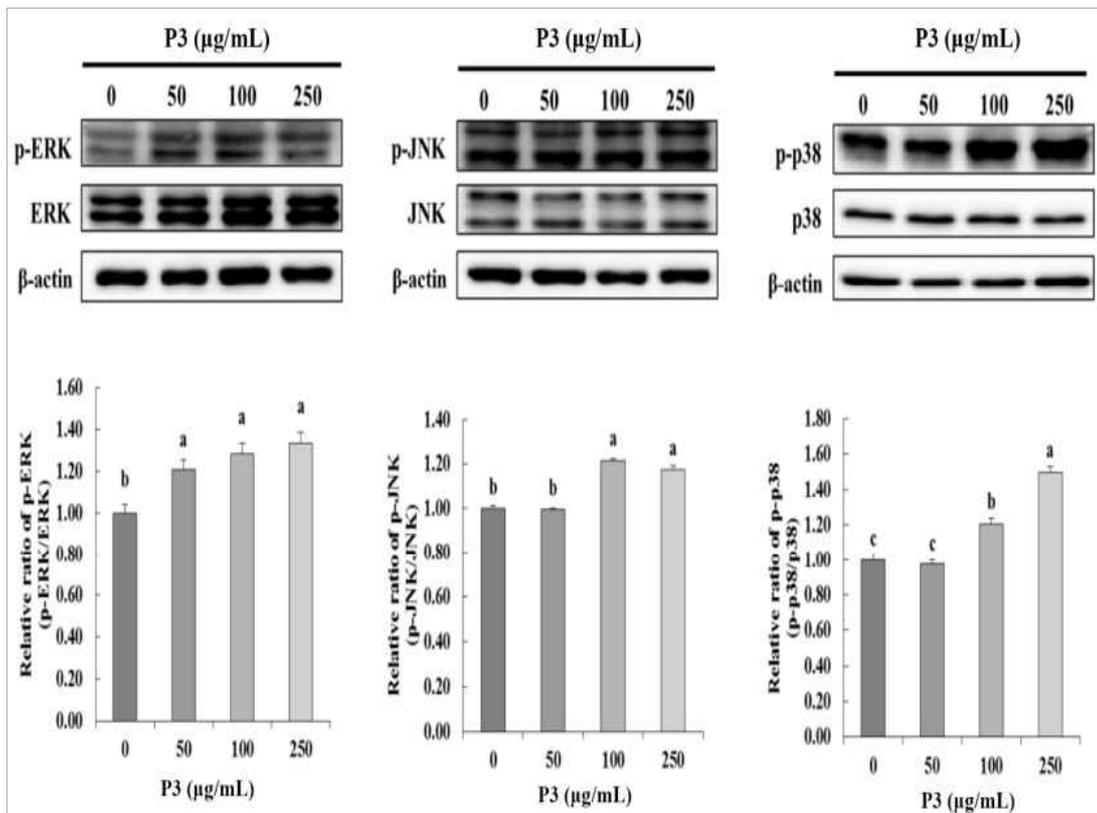


그림 88. 한우육 유래 펩타이드(P3)의 HCT116 cells의 항암 효과 메카니즘

◎ 또한, 한우와 같은 적색육의 섭취는 대장암 발병과 양의 상관관계를 갖고 있다고 알려져 있으며(Aykan, 2015), International Agency for Research on Cancer(IARC)은 2015년 10월에 쇠고기와 같은 적색육을 발암물질 그룹 2A로 분류하였음. 하지만, 선행연구를 통해 한우 유래 단백질 펩타이드의 대장암 억제 효과가 *in vitro* 실험에서 검증되었음(그림 88)(Kim et al., 2018). 또한, 한우와 같은 고기에 주로 존재하는 생리활성물질인 L-carnosine에 대한 대장암 억제효과도 *in vitro* 실험을 통해 규명되었음(Kim & Jang, 2021; Lee et al., 2018a).

◎ 소화기관에서 소화되지 않은 단백질들이 대장으로 들어가게 되면 장내 미생물들에 의해 암모니아, 인돌, N-nitroso compounds, 페놀 화합물 등이 생성되며 장 질환 발생이 증가할 수 있음(Xie et al., 2022a). 다양한 선행연구들에서 식물성 단백질 기반 대체식품의 장내 소화율이 실제 고기보다 낮은 결과를 보였음(Yang et al., 2023; Xie et al., 2022b; Zhou et al., 2021). 이는 식물성 기반 단백질 대체식품에서 단백질 흡수를 방해하는 anti-nutrients에 의한 결과로 판단됨. 이처럼 낮은 단백질 소화율을 갖는 식물성 단백질 기반 대체식품의 섭취는 실제 고기와 비교하였을 때, 위장 소화기능을 감소하여 체내 소화 및 흡수율이 떨어질 수 있음(Xie et al., 2022b).

◎ 식물성 단백질보다 필수 아미노산의 함량이 비교적 우수하며 흡수율이 높은 동물성 단백질의 장점을 강조하는 제품개발 추진이 필요함. 한우와 같은 쇠고기의 건강에 대한 유의성은 다양한 측면에서 충분히 입증되어왔음. 따라서, 동물성 단백질과 식물성 단백질의 영양학적 비교에서 기준이 되는 단백질을 구성하고 있는 아미노산의 종류에 초점을 맞춰 한우육의 제품개발 방향성 제시해야 함. 특히, 한우육의 단백질 유래 기능성 성분은 높은 부가가치를 창출하여 한우산업 활성화에 기여할 것으로 판단됨.

◎ 식육은 원물 형태뿐만 아니라 가공된 형태로 존재할 수 있으며, 식육가공품 시장은 점점 커지고 있음(한국농수산물유통공사, 2020). 본 연구에서 시장에 유통되고 있는 식육가공품인 떡갈비 및

패티 형태 제품의 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품을 비교하였음.

◎ 떡갈비와 패티 형태 제품에서 한우 식품을 살펴보면 대체식품보다 탄수화물 함량이 적은 것을 알 수 있었음. 이러한 결과는 탄수화물 함량을 좀 더 낮추고 지방함량을 높여 저탄고지의 영양소 비율을 갖춘 한우식품의 방향성을 제시할 수 있음. 탄수화물을 제한하고, 고지방 음식을 제한 없이 섭취하는 이른바 ‘저탄수화물-고지방식 (low-carbohydrate high-fat diet)’ 은 탄수화물 위주의 식사보다 신체 내 인슐린 분비를 줄여주는 것으로 알려져 있음(Santamarina et al., 2023). 식단의 결과, 인슐린 저항성(대사증후군의 원인)을 약화시킬 수 있으며, 이는 비만, 당뇨, 심혈관 질환의 발병률을 낮출 수 있는 효과를 가진 것으로 나타났음(오현우 등, 2017). 탄수화물을 적게 섭취하면, 인슐린 수치가 감소하고 간에서 지방을 분해하여 우리 몸의 에너지원으로 사용하기 때문에 몸에 쌓여 있던 체지방을 소모하게 됨(심영제, 2016). 지방은 분해가 느리고, 천천히 에너지원으로 사용되기 때문에 탄수화물보다 공복감을 느끼지 않는 주기가 길게 만들어, 과식을 예방할 수 있음. 또한 지방이 주는 풍미는 고기의 맛과 식감을 향상시켜 소비자의 선호도 증가를 기대할 수 있다는 장점이 있음. 실제로, 한우육 떡갈비 제품의 영양성분표를 살펴보면 대체식품 대비 탄수화물이 함량이 낮은 것을 확인할 수 있는데, 이처럼 탄수화물 함량을 낮추고 지방 함량을 높여 저탄고지의 영양소 비율을 맞춘다면 소비자의 선호를 이끌어 낼 수 있을 것임.

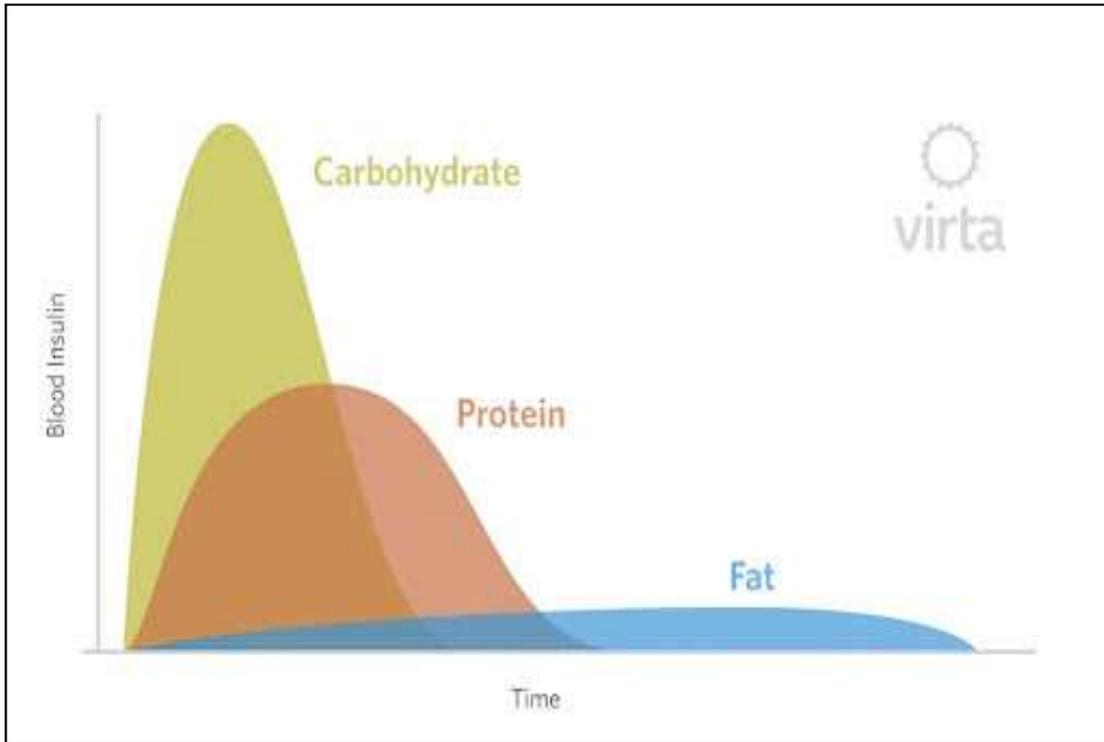


그림 89. 영양소 간 인슐린 분비량 비교

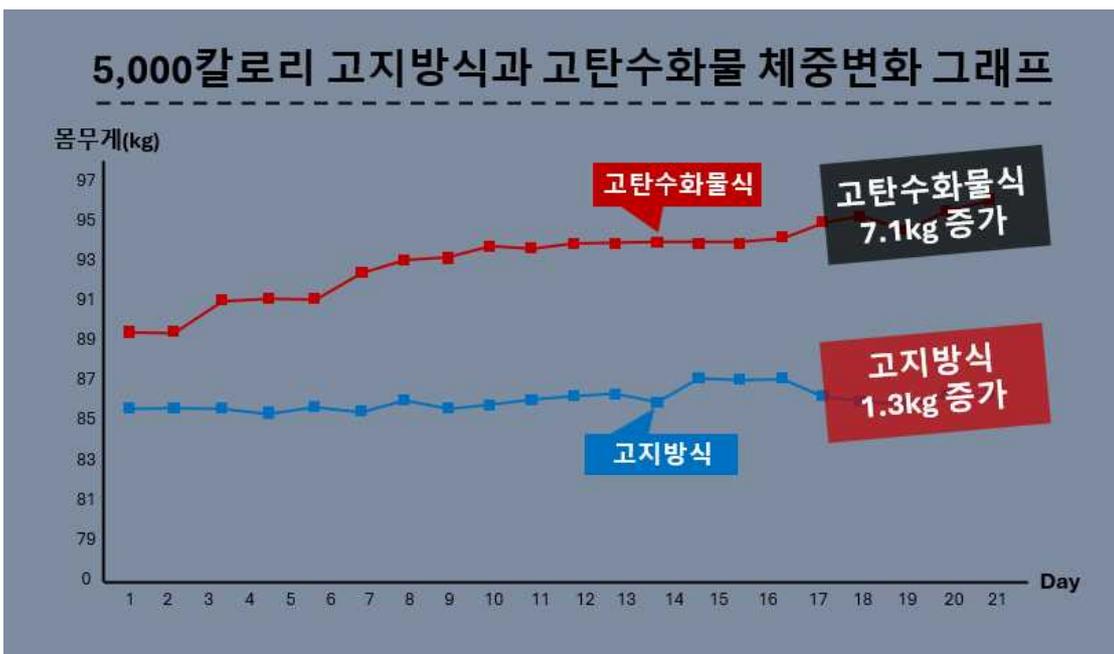


그림 90. 고지방식과 고탄수화물 체중변화 비교

◎ 또한, 떡갈비 형태 제품에서 한우식품이 식물성 단백질 기반 대체식품보다 나트륨과 당류 함량이 적었음. 이는 심혈관 질환 및 비만과 같은 측면에서 건강적으로 유의한 한우식품의 차별화된 특징을 강조할 수 있음. 식물성 단백질 기반 대체식품의 원료인 콩은 이취를 갖고 있으며, glycosides가 존재하여 쓴맛을 나타냄(Kyriakopoulou et al., 2021). 식물성 단백질 기반 대체식품의 나트륨과 당류 함량이 한우식품보다 높았고 식물성 단백질 기반 대체식품은 이취가 느껴졌으며 맛, 풍미, 종합적 기호도에서 한우식품보다 낮은 선호도를 나타내었음. 식물성 단백질 기반 대체식품의 단점을 보완하고 풍미를 증진 시키기 위해 다양한 풍미 증진제들이 첨가되어야 함(Kyriakopoulou et al., 2021). 하지만, 나트륨의 과잉 섭취는 고혈압, 심혈관계 질환, 신장 질환 등 다양한 만성질환을 유발할 수 있음(이미영, 2015). 건강을 중요하게 생각하는 소비문화로 인해 소금이나 합성첨가물의 함량이 저감화된 식육가공품에 대한 수요는 지속적으로 증가될 것으로 예측되고 있음(용해인 & 김태경, 2020). 식육가공품에서 소금을 대체하고 저감화하기 위해 다양한 소재의 개발과 연구가 진행되고 있지만(Wang et al., 2023), 아직 대체식품에서는 관련 연구는 부족한 실정임. 나트륨처럼 설탕의 과다 섭취 또한 비만, 당뇨병, 치아질환, 과잉 행동 장애와 같은 많은 질병의 원인이 될 수 있기에(Kim & Chung, 2007), 현재 설탕의 과다 섭취를 막기 위해 여러 나라에서 식품에 설탕 첨가에 대한 규제를 하고 있음(이경실 & 이성규, 2012).

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품의 또 다른 영양적 차이점은 콜레스테롤임. 식물성 단백질 기반 대체식품에서는 콜레스테롤이 검출되지 않았던 반면, 한우식품에서는 콜레스테롤이 검출되었음. 하지만, 본 연구에서 측정된 한우제품의 콜레스테롤 함량은 하루 권장섭취량과 비교하였을 때 낮은 값을 나타냈음.

◎ 콜레스테롤은 심혈관 질환을 유발할 수 있는 물질로 과도한 혈중 콜레스테롤은 혈관 건강에 해롭다고 알려져 있음(박명숙 등,

2017). 하지만, 체내에 존재하는 콜레스테롤은 대부분 식이 섭취보다 생합성에 의해 생성되며, 콜레스테롤을 과다하게 섭취할 경우 항상성에 의해 콜레스테롤 생합성이 감소 됨. 그리고 적절한 양의 콜레스테롤은 호르몬의 전구물질로 다양한 생체 대사과정을 조절하기 위해 인간에게 필요한 영양성분으로 알려져 있음(Korea Meat Industries Association, 1989).

◎ 한우식품과 식물성 단백질 기반 대체식품 간의 차이는 영양적인 측면 뿐만 아니라 맛과 풍미와 같은 관능적 특성에서도 나타났음. 관능평가 패널들은 식물성 단백질 기반 대체식품보다 한우식품에서 종합적 기호도에 대해 높은 선호도를 보였음. 그러나 대체식품 시장은 끊임없이 성장하고 있으며, 대체식품에 대한 연구도 지속적으로 이루어지고 있기 때문에 언젠가는 실제 식육과 유사한 맛과 조직감을 갖는 대체식품이 개발될 것으로 예상됨. 이에 대응하여 한우산업을 발전시키기 위해서는 한우 식육시장과 대체식품 관련 연구 동향을 지속적으로 살펴보아야 함. 또한, 위생적이고 안정적이며 고품질의 한우식품을 얻기 위해서 품질관리에 대한 연구와 노력은 필수적이라고 판단됨.

◎ 대체식품에 대응하여 한우식품을 개발하고 한우산업에 긍정적인 영향을 미치기 위해서 소비자 뿐만 아니라 생산 및 유통업자 입장에서도 바라볼 필요가 있음. 향후, 대체식품 산업이 활성화되면 전 세계적으로 사육되는 가축의 수는 감소 될 수밖에 없을 것으로 예상되며, 이에 한우도 포함될 수밖에 없음. 특히, 식물성 단백질 기반 대체식품은 식물성 단백질의 조직화 기술의 발달과 다양한 향신료의 사용으로 소고기와 유사한 조직감과 맛을 구현할 수 있어, 건강을 중요시하는 현대 소비자들로부터 가성비 좋은 것으로 평가받고 있기 때문에 단기적으로 한우산업을 위협할 가능성이 높다고(주선태, 2021) 볼 수 있음.

◎ 소를 사육하는 과정은 육성기, 비육 전기, 비육 후기로 구분되며, 농가들은 높은 가격을 수취하기 위한 수단으로 비육 후기에 마

블링이라 불리는 근내지방도를 집중적으로 높이기 시작함. 근내지방도 등급을 높이기 위해서는 옥수수 등 곡물 사료를 먹이는 것이 필수적인데, 옥수수를 주로 수입에 의존하고 있어 국제가격이 오를 때마다 사료비 비중도 동일하게 높아지고 있음. 특히, 우리나라에서 한우 농가의 경영비 중 사료비가 차지하는 비중이 매우 높을 뿐만 아니라 코로나 장기화와 국제 전쟁 발발로 인해 과거보다 사료비가 점점 증가하고 있음(채용우 등, 2020; 이형우 등, 2022). 따라서, 단기비육과 같은 사육기간을 단축시키는 기술을 통한 사료비 절감 방법의 개발은 한우산업의 경영개선에 큰 효과를 줄 것으로 예상됨(채용우 등, 2020).

◎ 사육기간 단축과 함께 한우 개량은 한우의 경제성을 높이기 위해 필요함. 중형종으로 분류되는 한우는 일반적으로 대형종에 속하는 일부 외국의 육용우에 비해 성장률이 떨어짐. 때문에 한우개량에 있어 성장률을 높이는 체형개량과 더불어 마블링을 높이는 육질 개량이 필요함. 지금까지 한우개량 방법은 우수 보증씨수소의 정액으로 인공수정을 함으로서 목표를 달성하고자 노력하여 왔으나, 씨수소의 정액 생산이 한 곳에서만 이루어져 농가가 원하는 씨수소를 계획 교배 할 수 없어 어려움이 있음(공준식, 2014). 암소를 통한 개량 능력에 대한 정보는 제한적이었기 때문에 2023년에 한우농가 2,686 곳의 암소 14만여마리에 대해 평가·개량 컨설팅을 추진한 바 있고 올해 2월 농협경제지주 축산경제는 암소 개량을 통해 한우산업의 성장동력을 강화하고자 “2024년 한우뿌리농가 육성사업”에 참여할 농가를 모집하였음(이민우, 2024). 따라서 정부에서는 정액 생산 및 공급체계를 개선하기 위해 개량총괄기관 및 관계기관이 참여하는 정액공급협의회를 구성하여 정액공급 운영의 활성화 및 정액수급을 조절하고 평가를 실시해야 하며, 정부사업 이외에도 계획교배 처방을 받은 농가 및 개체에 대해서는 정액을 최우선 공급할 수 있는 선진화된 정액생산체계를 마련해야 함. 또한, 농가와 국가는 한우 품질고급화를 위한 암소개량에 적극적이어야 하며, 우

량 감소 초기 도태 방지를 위한 우량 감소 정보를 공유하여 지속적인 선발과 도태를 실시해야 함. 그리고 지자체 한우협회 및 협동조합은 우량 감소의 다산유도는 물론 수정란이식의 공란우 활용 등 정책지원사업도 함께 지속적으로 추진해 나가야 함(공준식, 2014; 전라북도 동물위생시험소 축산시험장, 2022).

◎ 또한, 코로나 이후 재택근무 등 비대면 생활은 축산물 소비 무대를 가정을 중심으로 변하게 만들었음. 온라인 시장 확대 등 소비 패턴 변화와 소비 채널 다양화로 한우고기 소비 경험이 있는 소비자는 물론 일반 소비자를 대상으로 한 대규모 소비 촉진 행사를 추진해 소비 이탈을 방지하고 신규 소비를 촉진하는 방안이 지속적으로 마련되어야 함. 또한, 단기적으로 재고 부담을 완화하기 위해 일반 소비자를 대상으로 대규모 소비 촉진 행사를 추진하고, 급식, 가공업체를 대상으로 원료육을 한우로 대체 할 수 있는 방안을 강구해야 하는 등(이형우 등, 2022) 소비자 맞춤형 제품 제조 및 홍보를 지속적으로 해야 할 것임.

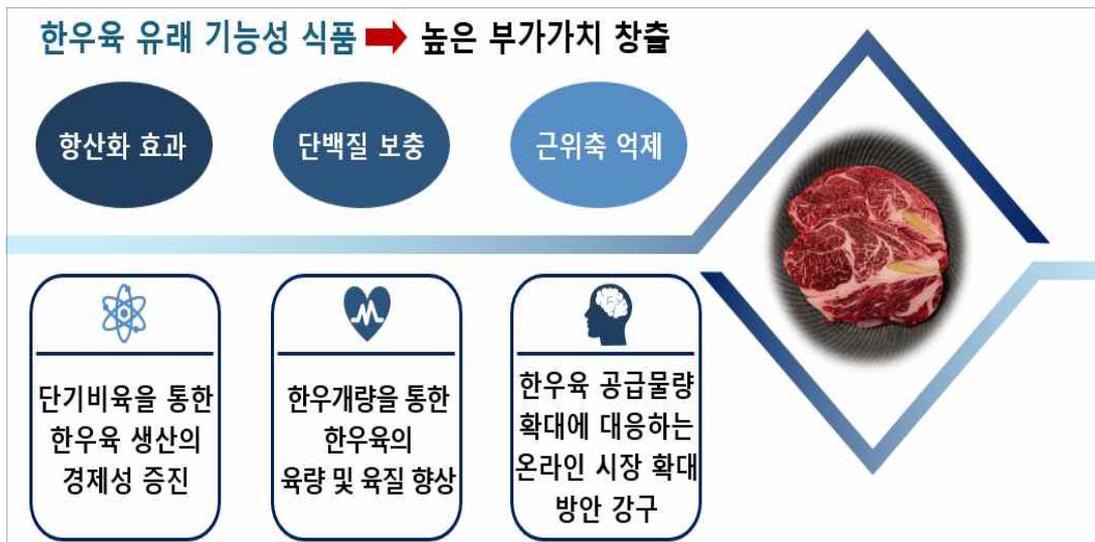


그림 91. 한우육 제품개발 방향성 제시

제3장. 목표달성도

제1절. 연구추진 일정 및 달성도

표 87. 연구추진 일정 및 달성도

연구 내용	개 월 차												달성률 (%)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1. 대체식품의 등장 배경 및 동향 조사	▶	▶	▶	▶										100
2. 대체식품이 환경에 미치는 영향 및 장·단점 비교	▶	▶	▶	▶	▶									100
3. 한우육 역사 및 현황		▶	▶	▶	▶									100
4. 한우육 특성 및 환경적 영향		▶	▶	▶	▶									100
5. 대체식품 등장에 의한 한우 산업의 경제적 변화				▶	▶	▶								100
6. 중간보고서 제출 및 중간보고회						▶								100
7. 중간보고서 수정 및 보완						▶								100
8. 대체식품 등장에 의한 한우 산업 구조의 변화						▶	▶	▶	▶					100
9. 대체식품이 한우산업의 사회 경제적 분야에 미치는 영향						▶	▶	▶	▶					100
10. 한우육과 대체식품의 영양 성분 차이 규명					▶	▶	▶	▶	▶	▶				100
11. 한우육과 대체식품의 소비자 인식 및 구매의향 설문조사							▶	▶	▶	▶	▶			100
12. 한우육과 대체식품의 올바른 정보전달 방안 제시									▶	▶	▶			100
13. 대체식품에 대한 한우산업 및 제품개발 방향성 제시										▶	▶			100
14. 최종 보고서(가판) 제출 및 최종보고회												▶		100
15. 최종 보고서(가판) 수정 및 보완												▶		100
16. 최종보고서(인쇄 분) 및 농가 교육용 발표자료 제출												▶		100

제4장. 요약 및 결론

◎ 본 연구의 목적은 한우식품과 대체식품에 대한 기존 연구자료를 분석하여 한우농가, 관련부처, 학계, 소비자 및 소비자 단체에게 경제적, 산업적, 사회적, 환경적 측면에서 정확한 정보를 제공함. 또한, 한우산업의 이미지를 향상시키는 기회를 모색하고, 이와 더불어 시중에 판매하고 있는 한우식품과 대체식품의 영양성분 분석을 통해 제품에 대한 명확한 영양정보를 소비자들에게 제공하여 소비자가 정보 기반의 소비를 할 수 있도록 돕는 것을 목적으로 연구를 수행하였음.

◎ 한우는 우리나라에서 소에 대한 주종을 이루고 있는 재래종으로서 삼한시대 이전부터 한반도에 존재해 왔음. 한우는 과거에 운반이나 농경 등 노동을 위해 사용되었으나, 현재는 고품질의 한우육을 생산할 수 있게 개량되어 부분육 또는 가공육 형태와 같은 식품으로 사용되고 있음. 하지만, 축산은 과거의 환경관리시스템이 구축되기 전의 이미지가 고착화되어 환경오염의 원인으로 인식되고 있음.

◎ 환경문제를 해결하고 인구 증가에 따른 육류 수요 충족을 위한 일환으로 대체식품이 등장하였음. 처음에는 두부, 템페, 세이탄과 같이 전통적 형태의 식품으로 시작하였지만, 첨단푸드테크의 발전으로 식물성 단백질, 세포배양물, 곤충 단백질, 미생물, 해조류 등 여러 가지 단백질 소재가 활용되어 다양한 형태의 제품이 생산되고 있음. 지속가능한 식품 생산을 위해 대체식품 연구에 대한 많은 투자가 이루지고 있으며, 현재는 대체식품의 단점을 보완하기 위한 방안으로 하이브리드 제조 방법이 주목받고 있음.

◎ 한우의 생산은 소규모 농장에서 중·대규모 농장 형태로 변화하고 있고, 온라인을 통한 유통 거래가 증가하고 있으며, 한우식품 시장이 확대되면서 대체식품 시장도 함께 성장하고 있음. 그러나 소비자들은 대체식품을 온실가스 감축과 같이 환경에 긍정적이라는 이유로 구매하고 있음. 이러한 대체식품의 친환경 이미지는 그

린위싱 문제를 야기하고 있으며, 환경에 대한 한우산업의 부정적 이미지를 부각시키고 있음.

◎ 본 연구에서는 한우식품과 대체식품에 대한 영양성분 분석과 함께 설문조사를 시행하였음. 그 결과 시중에서 판매되는 제품에서 한우식품은 대체식품에 비해 탄수화물이 적었고 지방, 콜레스테롤, 아연, 단가불포화지방산 함량이 많아 서로 다른 영양성분을 갖고 있다는 것을 확인할 수 있었음. 또한, 맛과 풍미에서도 차이가 있어 관능적 특성에서 한우식품이 대체식품보다 선호도가 높다는 것을 알 수 있었음. 설문조사에서는 한우식품과 대체식품의 맛에 대한 차이로 인해 아직까지는 대체식품이 한우식품을 대체하기에는 어려움이 있다는 결과를 보여줬음. 하지만, 대체식품 시장은 지속적으로 커지고 있기 때문에 한우산업을 브랜드화하고 인식 증진을 위한 교육, 홍보 및 제품개발에 대한 투자를 통해 한우산업과 관련된 잘못된 인식을 바로잡아야 함.

◎ 본 연구에서는 과학적 접근을 통해 한우식품과 대체식품을 다양한 각도에서 분석하였음. 결과적으로, 대체식품 생산이 환경적인 면에서 그린위싱에 대한 문제점을 갖고 있으며, 아직은 영양적으로 한우식품과 다르다는 것을 알 수 있었음. 현재로서는 대체식품이 반드시 더 환경친화적이고 한우식품을 대체할 수 있다고 말할 수는 없음. 그러나 대체식품의 연구 및 제품개발은 꾸준히 이루어지고 있기 때문에 언젠가는 한우식품을 대체할 식품이 등장할 수도 있을 것이며 식품의 한 부분으로 같이 공존할 것으로 예상됨.

◎ 현재 한우산업의 경제적, 산업적, 소비문화적 상황은 대체식품의 등장에 따라 끊임없이 변화하고 있음. 한우산업이 대체식품에 대한 경쟁에 대응하고 지속적으로 발전하기 위해서는 식육 시장의 현황과 대체육 연구동향을 지속적으로 파악하고 한우의 ESG 경영, 품질관리 및 제품개발에 대한 정·관·학·산업계 등의 협력과 노력이 필수적이라고 판단됨.

제5장. 참고문헌

1. Ahmad, R. S., Imran, A., & Hussain, M. B. (2018). Nutritional composition of meat. *Meat science and nutrition*, 61(10.5772), 61-75.
2. Alam, M., Cho, K. H., Lee, S. S., Choy, Y. H., Kim, H. S., Cho, C. I., & Choi, T. J. (2013). Effect of carcass traits on carcass prices of Holstein steers in Korea. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 26(10), 1388-1398.
3. Alexander, P., Brown, C., Arneth, A., Dias, C., Finnigan, J., Moran, D., & Rounsevell, M. D. (2017). Could consumption of insects, cultured meat or imitation meat reduce global agricultural land use?. *Global Food Security*, 15, 22-32.
4. Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. 12(3). FAO, 1-155.
5. Angell, A. R., Angell, S. F., de Nys, R., & Paul, N. A. (2016). Seaweed as a protein source for mono-gastric livestock. *Trends in food science & technology*, 54, 74-84.
6. Anwar, D., & Ghadir, E. C. (2019). Nutritional quality, amino acid profiles, protein digestibility corrected amino acid scores and antioxidant properties of fried tofu and seitan. *Food and Environment Safety Journal*, 18(3), 176-190.
7. AOAC (1995). *Official Methods of Analysis*. 6th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
8. Asner, G. P., Elmore, A. J., Olander, L. P., Martin, R. E., & Harris, A. T. (2004). Grazing systems, ecosystem responses, and global change. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 29, 261-299.
9. Aykan, N. F. (2015). Red meat and colorectal cancer. *Oncology reviews*, 9(1), 38-44.

10. Baune, M. C., Terjung, N., Tülbek, M. Ç., & Boukid, F. (2022). Textured vegetable proteins (TVP): Future foods standing on their merits as meat alternatives. *Future Foods*, 6(100181), 1-13.
11. Bhat, Z. F., Bhat, H., & Pathak, V. (2014). Prospects for in vitro cultured meat—a future harvest. In *Principles of tissue engineering*. Academic Press, 1663-1683.
12. Blonk, H., Kool, A., Luske, B., & Waart, S. De. (2008). Environmental Effects of Protein-Rich Food Products in the Netherlands Consequences of Animal Protein Substitutes. Gouda (NL), 1-19.
13. Bonke, A., Sieuwerts, S., & Petersen, I. L. (2020). Amino acid composition of novel plant drinks from oat, lentil and pea. *Foods*, 9(4), 1-13.
14. Bortoluzzi, C., Rochell, S. J., & Applegate, T. J. (2018). Threonine, arginine, and glutamine: Influences on intestinal physiology, immunology, and microbiology in broilers. *Poultry science*, 97(3), 937-945.
15. Borzekowski, A., Anggriawan, R., Auliyati, M., Kunte, H. J., Koch, M., Rohn, S., Karlovksy, P., & Maul, R. (2019). Formation of zearalenone metabolites in tempeh fermentation. *Molecules*, 24(15), 1-14.
16. Bressani, R. (1981). The role of soybeans in food systems. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 58(3), 392-400.
17. Cabrera, M. C., & Saadoun, A. (2014). An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from South America. *Meat science*, 98(3), 435-444.
18. Calder, P. C. (2019). Conference on 'The future of animal products in the human diet: health and environmental concerns' Plenary Lecture 3 n-3 PUFA and health: fact, fiction and the future Very long-chain n-3 fatty acids and human health: fact, fiction and the future. *Proceedings of the Nutrition Society*, 77, 52-72.

19. Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology*, 107, 302-317.
20. Casey, C. (2022). "Insects rise as a sustainable alternative protein option" .
<<https://www.fooddive.com/news/insects-rise-as-a-sustainable-alternative-protein-option/617885/>>.
21. Cenci-Goga, B. T., Iulietto, M. F., Sechi, P., Borgogni, E., Karama, M., & Grispoldi, L. (2020). New trends in meat packaging. *Microbiology Research*, 11(2), 56-67.
22. Cha, G. H., & Kim, S. W. (2015). Study on tenderizing method of beef based on old literature from Joseon dynasty. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 30(3), 284-295.
23. Cherry, P., O' Hara, C., Magee, P. J., McSorley, E. M., & Allsopp, P. J. (2019). Risks and benefits of consuming edible seaweeds. *Nutrition Reviews*, 77(5), 307-329.
24. Cho, S., Kang, S. M., Seong, P., Kang, G., Kim, Y., Kim, J., Chang, S., & Park, B. (2017). Effect of aging and freezing conditions on meat quality and storage stability of 1++ grade Hanwoo steer beef: Implications for shelf life. *Korean journal for food science of animal resources*, 37(3), 440.
25. Chriki S., & Hocquette JF. (2020). The myth of cultured meat: A review. *Frontiers in Nutrition* 7, 1-9.
26. Corbyn, Z. (2020). Out of the Lab and into Your Frying Pan: The Advance of Cultured Meat. *The Guardian*.
<<https://www.theguardian.com/food/2020/jan/19/cultured-meat-on-its-way-to-a-table-near-you-cultivated-cells-farming-society-ethics>>.
27. Daba, G. M., Mostafa, F. A., & Elkhateeb, W. A. (2021). The ancient koji mold (*Aspergillus oryzae*) as a modern

- biotechnological tool. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(1), 1-17.
28. De Boer, I. J. M., Hoving, I. E., Vellinga, T. V., Van de Ven, G. W. J., Leffelaar, P. A., & Gerber, P. J. (2012). Assessing environmental impacts associated with freshwater consumption along the life cycle of animal products: the case of Dutch milk production in Noord-Brabant. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(1), 193-203.
 29. De Smet, S., & Vossen, E. (2016). Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science*, 120, 145-156.
 30. De Vries, M. D., Van Middelaar, C. E., & De Boer, I. J. M. (2015). Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 178, 279-288.
 31. Ding, S., Post, M. J., & Zhou, G. (2021). Perspectives on cultured meat. *Food Materials Research*, 1(1), 1-5.
 32. Douglas, L. (2023). As lab-grown meat hits menus, the next investor hurdle is scaling. REUTERS.
<<https://www.reuters.com/markets/commodities/cell-cultivated-meat-hits-menus-investors-see-scaling-next-hurdle-2023-07-20/>>.
 33. Espinosa-Ramírez, J., Mondragón-Portocarrero, A. C., Rodríguez, J. A., Lorenzo, J. M., & Santos, E. M. (2023). Algae as a potential source of protein meat alternatives. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1-14.
 34. Falowo, A. B. (2021). A comprehensive review of nutritional benefits of minerals in meat and meat products. *Sci Lett*, 9(2), 55-64.
 35. FAO. (2013). Edible insects future prospects for food and feed security. <<https://www.fao.org/fsnforum/resources/reports-and-briefs/edible-insects-future-prospects-food-and-feed-security>>.
 36. Finnigan, T. J., Wall, B. T., Wilde, P. J., Stephens, F. B., Taylor, S. L., & Freedman, M. R. (2019). Mycoprotein: the future of nutritious nonmeat protein, a symposium review. *Current developments in nutrition*, 3(6), 1-5.

37. Finnigan, T., Lemon, M., Allan, B., & Paton, I. (2010). Mycoprotein, Life cycle Analysis and the food 2030 challenge. *Aspects of Applied Biology*, 102, 81-90.
38. Forster, J., & Radulovich, R. (2015). Seaweed and food security. In *Seaweed sustainability*, Academic Press, 289-313.
39. Fresán, U., Marrin, D., Mejia, M., & Sabaté, J. (2019). Water footprint of meat analogs: selected indicators according to life cycle assessment. *Water*, 11(4), 1-12.
40. Gadd, G. M. (2009). Biosorption: critical review of scientific rationale, environmental importance and significance for pollution treatment. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology*, 84(1), 13-28.
41. Gahukar, R. T. (2016). Edible insects farming: efficiency and impact on family livelihood, food security, and environment compared with livestock and crops. In *Insects as sustainable food ingredients*, Academic Press, Chapter 4, 85-111.
42. Gamarra-Castillo, O., Echeverry-Montaña, N., Marbello-Santrich, A., Hernández-Carrión, M., & Restrepo, S. (2022). Meat substitute development from fungal protein (*Aspergillus oryzae*). *Foods*, 11(19), 1-15.
43. Gerber, P. J., Mottet, A., Opio, C. I., Falcucci, A., & Teillard, F. (2015). Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability. *Meat science*, 109, 2-12.
44. Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock — A global assessment of emissions and mitigation opportunities. FAO, Rome, 1-139.
45. Gerhardt, C., Suhlmann, G., Ziemßen, F., Donnan, D.,

- Warschun, M., & Kühnle, H. J. (2020). How will cultured meat and meat alternatives disrupt the agricultural and food industry?. *Industrial Biotechnology*, 16(5), 262-270.
46. Govaerts, F. (2023). Factors Influencing Seaweed Consumption: The Role of Values, Self-Identity, Norms and Attitudes.
 47. Hadi, J., & Brightwell, G. (2021). Safety of alternative proteins: Technological, environmental and regulatory aspects of cultured meat, plant-based meat, insect protein and single-cell protein. *Foods*, 10(6), 1-29.
 48. Hamzaoui, A., Ghariani, M., Sellem, I., Hamdi, M., Feki, A., Jaballi, I., Nasri, M., & Amara, I. B. (2020). Extraction, characterization and biological properties of polysaccharide derived from green seaweed “*Chaetomorpha linum*” and its potential application in Tunisian beef sausages. *International Journal of Biological Macromolecules*, 148, 1156-1168.
 49. Han, S. O. (2008). Algae based energy materials. *New & Renewable Energy*, 4(4), 50-55.
 50. Hashempour-Baltork, F., Khosravi-Darani, K., Hosseini, H., Farshi, P., & Reihani, S. F. S. (2020). Mycoproteins as safe meat substitutes. *Journal of Cleaner Production*, 253(119958), 1-10.
 51. Head, M., Sevenster, M., & Croezen, H. (2011). Life Cycle Impacts of Proteinrich Foods for Superwijzer. Delft (Netherlands): CE Delft, 1-51.
 52. Heussner, A.H., Mazija, L., Fastner, J., & Dietrich, D. R. (2012). Toxin Content and Cytotoxicity of Algal Dietary Supplements. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 265, 263-271.
 53. Hsu, K., Kazer, J., & Cumberlege, T. (2018). Quorn Footprint Comparison Report. Quorn, 1-40.
 54. Hwang, I.H. (2004). Effect of Palatability Traits on Satisfactory

- Level of Korean Beef Consumers. *Food Science of Animal Resources*, 24(3), 310-318.
55. Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. *NFS journal*, 18, 1-11.
 56. Ismail, I., Hwang, Y. H., & Joo, S. T. (2020). Meat analog as future food: A review. *Journal of animal science and technology*, 62(2), 111-120.
 57. Jacobson, M. F., & DePorter, J. (2018). Self-reported adverse reactions associated with mycoprotein (Quorn-brand) containing foods. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 120(6), 626-630.
 58. Jeon, S. G. (2010). 쇠고기 등급제 현황과 향후 과제. *식품문화 한맛한얼*. 3(4), 396-398.
 59. Jeong, D., Kim, Y. S., Cho, S., & Hwang, I. (2023). A case study of CO2 emissions from beef and pork production in South Korea. *Journal of Animal Science and Technology* 65(2): 427-440.
 60. Jeong, H. S., Joo, N., & Yoon, J. Y. (2014). Hanwoo Usage Survey and Menu Development using Lean Cut Hanwoo for Restaurants. *The Korean Journal of Food And Nutrition*, 27(4), 650-659.
 61. Jeong, H. S., Lee, T. N., & Yoon, J. Y. (2013). Survey on Hanwoo usage and menu development using lean cut Hanwoo for school foodservice. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, 26(4), 620-632.
 62. Jeong, J. Y., & Jo, C. (2018). The Application of meat alternatives and ingredients for meat and processed meat industry. *Korea Society for Food Science of Animal Resources*, 7(1), 2-11.
 63. Jin, S. G. (2001). 벤처 육가공의 현 주소와 나아갈 방향. In *Proceedings of the Korean Society for Food Science of Animal Resources Conference*. Korean Society for Food Science of Animal Resources, 29-43.

64. Jo C. (2021). The effects of livestock industry on climate change: the fact. Korean Society for Food Science of Animal Resources. <<https://www.ekape.or.kr/board/view.do?boardInfoNo=0024&boardNo=632&menuId=menu149208#attachdown>>.
65. Jo, C., Cho, S. H., Chang, J., & Nam, K. C. (2012). Keys to production and processing of Hanwoo beef: A perspective of tradition and science. *Animal frontiers*, 2(4), 32-38.
66. Jo, Y. J., Jang, M. Y., Jung, Y. K., Kim, J. H., Sim, J. B., Chun, J. Y., Yoo, S. M., & Min, S. G. (2014). Effect of novel quick freezing techniques combined with different thawing processes on beef quality. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 34(6), 777-783.
67. Joo, S. T., Choi, J. S., Hur, S. J., Kim, G. D., Kim, C. J., Lee, E. Y., Bakhsh, A., & Hwang, Y. H. (2022). A comparative study on the taste characteristics of satellite cell cultured meat derived from chicken and cattle muscles. *Food science of animal resources*, 42(1), 175-185.
68. Joo, S. T., Hwang, Y. H., & Frank, D. (2017). Characteristics of Hanwoo cattle and health implications of consuming highly marbled Hanwoo beef. *Meat science*, 132, 45-51.
69. Jung, Y. B. (2017). 가축방역 및 안전 축산물의 먹거리 지킴이 축산물이력제. *축산식품과학과 산업*, 6(1), 80-87.
70. Kang, H. S. (2021). Strategies for Reducing Greenhouse Gas in Local Governments and Space Units. *KRIHS Issue Report*, 51, 1-12.
71. Kang, S. M., Kang, G., Seong, P., Park, B., & Cho, S. (2014). Effect of packaging method on the lipid oxidation, protein oxidation, and color in aged top round from hanwoo (Korean native cattle) during refrigerated storage. *Korean journal for food science of animal resources*, 34(3), 273-279.

72. Kim, C. J. (2005). 식물성 단백질을 이용한 육류대체식품의 개발. *The East Asian Society of Dietary Life*, 75-92.
73. Kim, H. J., & Jang, A. (2021). Correlations between the levels of the bioactive compounds and quality traits in beef loin and round during cold storage. *Food Control*, 120(107491), 1-11.
74. Kim, H. J., Yang, S. R., & Jang, A. (2018). Anti-proliferative effect of a novel anti-oxidative peptide in Hanwoo beef on human colorectal carcinoma cells. *Korean journal for food science of animal resources*, 38(6), 1168-1178.
75. Kim, H. W., Paik, H. D., Hong, W. S., & Lee, J. Y. (2009). Overview of the management characteristics of food (livestock products) transportation systems on international-and national-level HACCP application. *Food Science of Animal Resources*. 29(4), 513-522.
76. Kim, J. B., & Lee, C. (2000). Historical look at the genetic improvement in Korean cattle-Review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(10), 1467-1481.
77. Kim, N. Y., & Kim, M. J. (2000). Effect of the extraction times on physicochemical characteristics of Hanwoo shank bone soup (Komtang). *J Natural Sci Joongbu Univ*, 9, 1-7.
78. Kim, S. H., & Chung, H. K. (2007). Sugar supply and intake of Koreans. *Journal of Nutrition and Health*. 40, 22-28.
79. Kim, S. R., Lee, S. C., Jung, J. W., Park, S. H., Hong, S. H., Lee, B. O., Choi, H. S., & Lee, M. G. (2023). Characteristics of compost produced from Hanwoo (Korean native cattle) farm. *Journal of Animal Environmental Science*, 25(1), 22-28.
80. Kim, S., Kim, K., Roh, H., Kim, D., Kim, S., Kim, C., Lee, S., Ko, Y., & Cho, C. (2020). Identification of white Hanwoo breed using single nucleotide polymorphism markers. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(1), 240-246.

81. Kim, T. K., Yong, H. I., Kim, Y. B., Kim, H. W., & Choi, Y. S. (2019). Edible insects as a protein source: A review of public perception, processing technology, and research trends. *Food science of animal resources*, 39(4), 521-540.
82. Kim, T. K., Yong, H. I., Lee, J. H., Cha, J. Y., Kang, M. C., Jung, S., & Choi, Y. S. (2021). Development of new technology for functional materials for edible insects as alternative food. *축산 식품과학과 산업*, 10(1), 31-43.
83. Korea Meat Industries Association. (1989). 콜레스테롤과 건강. *the MEAT Journal*, 17-20.
84. KoVačeVić, D., & MaStaNJeVić, K. (2011). Cryoprotective effect of trehalose and maltose on washed and frozen stored beef meat. *Czech Journal of Food science*, 29(1), 15-23.
85. Kumar, K. S., Dahms, H. U., Won, E. J., Lee, J. S., & Shin, K. H. (2015). Microalgae—A Promising Tool for Heavy Metal Remediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113, 329-352.
86. Kumari, S., Alam, A. N., Hossain, M. J., Lee, E. Y., Hwang, Y. H., & Joo, S. T. (2023). Sensory Evaluation of Plant-Based Meat: Bridging the Gap with Animal Meat, Challenges and Future Prospects. *Foods*, 13(1), 1-13.
87. Kyriakopoulou, K., Keppler, J. K., & van Der Goot, A. J. (2021). Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. *Foods*, 10(3), 1-29.
88. Larouche, J., Campbell, B., Hénault-Éthier, L., Banks, I. J., Tomberlin, J. K., Preyer, C., Deschamps, M. H., & Vandenberg, G. W. (2023). The edible insect sector in Canada and the United States. *Animal Frontiers*, 13(4), 16-25.
89. Lee, D. Y., Lee, S. Y., Jung, J. W., Kim, J. H., Oh, D. H., Kim, H. W., Kang, J. H., Choi, J. S., Kim, G. D., Joo, S. T., & Hur, S.

- J. (2023). Review of technology and materials for the development of cultured meat. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(27), 8591-8615.
90. Lee, J., Park, J. R., Lee, H., Jang, S., Ryu, S. M., Kim, H., Kim, D., Jang, A., & Yang, S. R. (2018a). L-carnosine induces apoptosis/cell cycle arrest via suppression of NF- κ B/STAT1 pathway in HCT116 colorectal cancer cells. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Animal*, 54, 505-512.
 91. Lee, M. H. (1987). 미국의 육가공업계 동향 및 현황. *the MEAT Journal*, 34-39.
 92. Lee, S. Y., Lee, D. Y., Yun, S. H., Lee, J., Mariano Jr, E., Park, J., Choi, Y., Han, D., Kim, J. S., & Hur, S. J. (2024). Current Technologies and Future Perspective in Meat Analogs Made from Plant, Insect, and Mycoprotein Materials: A Review. *Food Science of Animal Resources*, 44(1), 1-18.
 93. Lee, Y. H., Shin, J. K., Byeon, Y. M., & Chung, H. (2018b). A literature study on dry-heat cooking for beef in culinary literature-Focusing on culinary literature from the late 1800s to 1990s. *Journal of the Korean Society of Food Culture*, 33(6), 473-488.
 94. Lima, D. C., Noguera, N. H., Rezende-de-Souza, J. H., & Pflanzler, S. B. (2023). What are Brazilian plant-based meat products delivering to consumers? A look at the ingredients, allergens, label claims, and nutritional value. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121, 105406.
 95. Lusk, J. L., Blaustein-Rejto, D., Shah, S., & Tonsor, G. T. (2022). Impact of plant-based meat alternatives on cattle inventories and greenhouse gas emissions. *Environmental Research Letters*, 17(024035), 1-6.
 96. Lynch, J. (2019). Availability of disaggregated greenhouse gas

- emissions from beef cattle production: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*, 76, 69–78.
97. Magkos, F. (2020). The role of dietary protein in obesity. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 21(3), 329–340.
 98. Majumder, R., Miatur, S., Saha, A., & Hossain, S. (2024). Mycoprotein: Production and Nutritional aspects: A review. *Sustainable Food Technology*, 2, 81–91.
 99. Majzoobi, M., Talebanfar, S., Eskandari, M. H., & Farahnaky, A. (2017). Improving the quality of meat-free sausages using κ -carrageenan, konjac mannan and xanthan gum. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(5), 1269–1275.
 100. Maningat, C. C., Jeradechachai, T., & Buttshaw, M. R. (2022). Textured wheat and pea proteins for meat alternative applications. *Cereal Chemistry*, 99(1), 37–66.
 101. Manzi, P., Gambelli, L., Marconi, S., Vivanti, V., & Pizzoferrato, L. (1999). Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food chemistry*, 65(4), 477–482.
 102. Mattick, C. S., Landis, A. E., Allenby, B. R., & Genovese, N. J. (2015a). Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the United States. *Environmental Science & Technology*, 49(19), 11941–11949.
 103. Mattick, C., Amy, L., & Brade, A. (2015b). “The Problem with making meat in a factory.” Sep.28, 2015. <<http://www.slate.com/articles/technology>>.
 104. Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15(3), 401–415.
 105. Menzi, H., Oenema, O., Burton, C., Shipin, O., Gerber, P., Robinson, T., & Franceschini, G. (2010). Impacts of intensive

- livestock production and manure management on the environment. *Livestock in a changing landscape*, 1, 139-163.
106. Meticulous Research. (2019). *Alternative Protein Market by Stage/Type, Application, and Geography*.
107. Ministry of Health Indonesia, (2017). *Data of food composition Indonesia*. in Bahasa.
<www.panganku.org/id-ID/beranda>.
108. Mishyna, M., Chen, J., & Benjamin, O. (2020). Sensory attributes of edible insects and insect-based foods-Future outlooks for enhancing consumer appeal. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 141-148.
109. Morach, B., Witte, B., Walker, D., von Koeller, E., Grosse-Holz, F., Rogg, J., Brigl, M., Dehnert, N., Obloj, P., & Koktenturk, S. (2021). Food for thought: The protein transformation. *Industrial Biotechnology*, 17(3), 125-133.
110. Mosameat. (2013). *The Mission: To fundamentally reshape the global food system*.
<<https://mosameat.com/the-mission>>.
111. Mujoo, R., Trinh, D. T., & Ng, P. K. (2003). Characterization of storage proteins in different soybean varieties and their relationship to tofu yield and texture. *Food chemistry*, 82(2), 265-273.
112. NH노바텍. (2021). 미역, 다시마로 만들었는데 고기 맛, 해조류 대체육 시장 여는 김양희씨.
<<https://hnnt.co.kr/article/hn%EB%85%B8%EB%B0%94%ED%85%8D-%EB%B3%B4%EB%8F%84%EC%9E%90%EB%A3%8C/1/79/>>.
113. Nout, M. R., & Kiers, J. L. (2005). Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium. *Journal of applied microbiology*, 98(4), 789-805.
114. Oenema, O. (2006). Nitrogen budgets and losses in livestock

- systems. Greenhouse gases in animal agriculture. Update Proceedings 2nd International Conference Greenhouse Gases in Animal Agriculture. Held Zurich Switz, 1293. 262-271.
115. Oh, H., Sung, M., Shin, J., & Yoon, Y. (2021). Development aspects and safety concerns of cultured meat. *Korean Society for Food Science of Animal Resources*, 10(1), 80-85.
 116. Oonincx, D. G., & De Boer, I. J. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans—a life cycle assessment. *PloS one*, 7(12), 1-5.
 117. Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains—A global life cycle assessment. *FAO, Rome*, 1-214.
 118. Pan, J., Xu, H., Cheng, Y., Kumah Mintah, B., Dabbour, M., Yang, F., Chen, W., Zhang, Z., Dai, C., He, R., & Ma, H. (2022). Recent insight on edible insect protein: Extraction, functional properties, allergenicity, bioactivity, and applications. *Foods*, 11(19), 1-21.
 119. Papastavropoulou, K., Koupa, A., Kritikou, E., Kostakis, M., & Proestos, C. (2021). Edible insects: Benefits and potential risk for consumers and the food industry. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12, 5131-5149.
 120. Park, S., & Yun, E. (2018). Edible insect food: Current scenario and future perspectives. *Korean Society for Food Science of Animal Resources*, 7(1), 12-20.
 121. Pasiakos, S. M. (2012). Exercise and amino acid anabolic cell signaling and the regulation of skeletal muscle mass. *Nutrients*, (7), 740-758.
 122. Pereira, L. (2011). A review of the nutrient composition of selected edible seaweeds. *Seaweed: Ecology, nutrient*

- composition and medicinal uses, 7(4), 15-47.
123. Petroski, W., & Minich, D. M. (2020). Is there such a thing as “anti-nutrients” ? A narrative review of perceived problematic plant compounds. *Nutrients*, 12(10), 1-32.
 124. Post, M. J. (2014a). Cultured beef: medical technology to produce food. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(6), 1039-1041.
 125. Post, M. J. (2014b). An alternative animal protein source: cultured beef. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1328(1), 29-33.
 126. Precious, N. U., & Igwe, E. C. (2023). Effect of Rearing Techniques and Gender on the Consumer Preferences and Amino Acid Profiles of Beef from Different Parts of Cattle. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, 2(4), 708-722.
 127. Quorn. (2016). WHAT IS QUORN?. Quorn.
<<https://www.quorn.co.uk/news/what-is-quorn>>.
 128. Reyes, T. M., Wagoner, M. P., Zorn, V. E., Coursen, M. M., Wilborn, B. S., Bonner, T., Brandebourg, T. D., Rodning, S. P., & Sawyer, J. T. (2022). Vacuum packaging can extend fresh color characteristics of beef steaks during simulated display conditions. *Foods*, 11(4), 1-11.
 129. Reynolds, D., Caminiti, J., Edmundson, S., Gao, S., Wick, M., & Huesemann, M. (2022). Seaweed proteins are nutritionally valuable components in the human diet. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 116(4), 855-861.
 130. Roustia, N., Hellwig, C., Wainaina, S., Lukitawesa, L., Agnihotri, S., Roustia, K., & Taherzadeh, M. J. (2021). Filamentous fungus *Aspergillus oryzae* for food: From submerged cultivation to fungal burgers and their sensory evaluation—A pilot study.

- Foods, 10(11), 1-16.
131. Rubio, N. R., Xiang, N., & Kaplan, D. L. (2020). Plant-based and cell-based approaches to meat production. *Nature Communications*, 11(1), 1-11.
 132. Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 17, 1-11.
 133. Rzymyski, P., Niedzielski, P., Kaczmarek, N., Jurczak, T., & Klimaszuk, P. (2015). The multidisciplinary approach to safety and toxicity assessment of microalgae-based food supplements following clinical cases of poisoning. *Harmful Algae*, 46, 34-42.
 134. Saeed, F., Afzaal, M., Khalid, A., Shah, Y. A., Ateeq, H., Islam, F., Akram, N., Ejaz, A., Nayik, G. A., & Shah, M. A. (2023). Role of mycoprotein as a non-meat protein in food security and sustainability: A review. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 683-695.
 135. Samard, S., & Ryu, G. H. (2019). Physicochemical and functional characteristics of plant protein-based meat analogs. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(10), 1-11.
 136. Santamarina, A. B., Mennitti, L. V., de Souza, E. A., de Souza Mesquita, L. M., Noronha, I. H., Vasconcelos, J. R. C., Prado, C. M., & Pisani, L. P. (2023). A low-carbohydrate diet with different fatty acids' sources in the treatment of obesity: Impact on insulin resistance and adipogenesis. *Clinical Nutrition*, 42(12), 2381-2394.
 137. Schwarts, A. (2016). This startup is making real meatballs in a lab without killing a single animal. *Businessinsider*.
<<https://www.businessinsider.com/memphis-meats-lab-grown-me>

atballs-2016-11>.

138. Seol, K. H., Kim, K. H., Kim, Y. H., Youm, K. E., & Lee, M. (2015). Effect of storage condition on sensory properties and fatty acid composition of pre-packed Hanwoo loin. *Korean Journal of Agricultural Science*, 42(1), 37-46.
139. Smetana, S., Mathys, A., Knoch, A., & Heinz, V. (2015). Meat Alternatives: Life Cycle Assessment of Most Known Meat Substitutes. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(9), 1254-1267.
140. Spherical Insights. (2022). Global Insect Protein Market. (SI1983). <<https://www.sphericalinsights.com/reports/insect-protein-market>>.
141. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T. D., Castel, V., Rosales, M., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). Livestock's long shadow: environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1-390.
142. Stull, V., & Patz, J. (2020). Research and policy priorities for edible insects. *Sustainability Science*, 15, 633-645.
143. Suh, S. W., Cho, C. Y., Kim, Y. S., Byun, M. J., Choi, S. B., Cho, Y. M., Bae, K. H., & Kim, J. H. (2015). Molecular genetic considerations of Jeju black cattle using micrisatellite markers. *Journal of Agriculture & Life Science*, 49, 57-65.
144. Suresh Kumar, K., Dahms, H. U., Won, E. J., Lee, J. S., & Shin. (2018) K.H. Microalgae—A Promising Tool for Heavy Metal Remediation. *Ecotoxicology and environmental safety*, 113, 329-352.
145. Temme, E. H., Van Der Voet, H., Thissen, J. T., Verkaik-Kloosterman, J., Van Donkersgoed, G., & Nonhebel, S. (2013). Replacement of meat and dairy by plant-derived foods: estimated effects on land use, iron and SFA intakes in young Dutch adult females. *Public Health Nutrition*, 16, 1900-1907.
146. Thiviya, P., Gamage, A., Gama-Arachchige, N. S., Merah, O., &

- Madhujith, T. (2022). Seaweeds as a source of functional proteins. *Phycology*, 2(2), 216–243.
147. Thyren, L. (2020). Plant-based meat substitutes and their nutritional composition: A study on iron content, zinc content, calcium content and protein quality in meatballs and plant-based substitutes and how they contribute to the goal of reaching recommended daily intakes. Linnaeus University, 1–34.
148. Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418, 671–677.
149. Tóth, A. J., Dunay, A., Battay, M., Illés, C. B., Bittsánszky, A., & Süth, M. (2021). Microbial spoilage of plant-based meat analogues. *Applied Sciences*, 11(18), 8309.
150. Tuomisto, H. L., Ellis, M. J., & Hastrup, P. (2014). Environmental Impacts of Cultured Meat: Alternative Production Scenarios. *Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector*, 1360–1366.
151. Umeda, K., Shindo, D., Somekawa, S., Nishitani, S., Sato, W., Toyoda, S., Karakawa, S., Kawasaki, M., Mine, T., & Suzuki, K. (2022). Effects of Five Amino Acids (Serine, Alanine, Glutamate, Aspartate, and Tyrosine) on Mental Health in Healthy Office Workers: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Exploratory Trial. *Nutrients*, 14(11), 1–17.
152. Upcraft, T., Tu, W. C., Johnson, R., Finnigan, T., Van Hung, N., Hallett, J., & Guo, M. (2021). Protein from renewable resources: mycoprotein production from agricultural residues. *Green Chemistry*, 23(14), 5150–5165.
153. Utama, D. T., Lee, C. W., Park, Y. S., Jang, A., & Lee, S. K. (2018). Comparison of meat quality, fatty acid composition and

- aroma volatiles of Chikso and Hanwoo beef. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(9), 1500-1506.
154. Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security* (No. 171). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 1-201.
 155. Van Thielen, L., Vermuyten, S., Storms, B., Rumpold, B., & Van Campenhout, L. (2019). Consumer acceptance of foods containing edible insects in Belgium two years after their introduction to the market. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(1), 35-44.
 156. Van Vliet, S., Kronberg, S. L., & Provenza, F. D. (2020). Plant-based meats, human health, and climate change. *Frontiers in sustainable food systems*, 4, 1-17.
 157. Verma, A. K., Kumar, S., Das, M., & Dwivedi, P. D. (2013). A comprehensive review of legume allergy. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 45, 30-46.
 158. Wang, J., Huang, X. H., Zhang, Y. Y., Li, S., Dong, X., & Qin, L. (2023). Effect of sodium salt on meat products and reduction sodium strategies—A review. *Meat Science*, 205(109296), 1-12.
 159. Wang, W., Wu, Z., Dai, Z., Yang, Y., Wang, J., & Wu, G. (2013). Glycine metabolism in animals and humans: implications for nutrition and health. *Amino acids*, 45, 463-477.
 160. Wang, Y., Tuccillo, F., Lampi, A. M., Knaapila, A., Pulkkinen, M., Kariluoto, S., Pulkkinen, M., Kariluoto, S., Coda, R., Edelman, M., Jouppila, K., Sandell, M., Piironen, V. & Katina, K. (2022). Flavor challenges in extruded plant-based meat alternatives: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21(3), 2898-2929.
 161. Watson, E. (2017). Memphis Meats unveils poultry meat

- (without raising animals): An unprecedented milestone for clean meat. FoodNavigator.
<<https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2017/03/15/Memphis-Meats-unveils-cultured-chicken-duck-meat>>.
162. Webb, D., Li, Y., & Alavi, S. (2023). Chemical and physicochemical features of common plant proteins and their extrudates for use in plant-based meat. *Trends in Food Science & Technology*, 131, 129-138.
 163. Wells, M. L., Potin, P., Craigie, J. S., Raven, J. A., Merchant, S. S., Helliwell, K. E., Smith, A. G., Camire, M. E., & Brawley, S. H. (2017). Algae as nutritional and functional food sources: revisiting our understanding. *Journal of applied phycology*, 29, 949-982.
 164. Westerterp-Plantenga, M. S., Lemmens, S. G., & Westerterp, K. R. (2012). Dietary protein-its role in satiety, energetics, weight loss and health. *British Journal of Nutrition*, 2, 105-112.
 165. Xie, Y., Cai, L., Huang, Z., Shan, K., Xu, X., Zhou, G., & Li, C. (2022a). Plant-based meat analogues weaken gastrointestinal digestive function and show less digestibility than real meat in mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(39), 12442-12455.
 166. Xie, Y., Cai, L., Zhao, D., Liu, H., Xu, X., Zhou, G., & Li, C. (2022b). Real meat and plant-based meat analogues have different in vitro protein digestibility properties. *Food Chemistry*, 387(132917), 1-11.
 167. Yalcinkaya, G. (2018). World's first lab-grown steak is made from beef but slaughter-free. Dezzen.
<<https://www.dezeen.com/2018/12/18/lab-grown-steak-beef-slaughter-free-aleph-farms-design/>>.
 168. Yang, Y., Zheng, Y., Ma, W., Zhang, Y., Sun, C., & Fang, Y.

- (2023). Meat and plant-based meat analogs: Nutritional profile and in vitro digestion comparison. *Food Hydrocolloids*, 143(108886), 1-13.
169. Yeo, M. T. Y., Bi, X., & Henry, C. J. (2023). Are plant-based meat analogues richer in minerals than their meat counterparts?. *Food and Humanity*, 1, 670-674.
170. Zhou, H., Hu, Y., Tan, Y., Zhang, Z., & McClements, D. J. (2021). Digestibility and gastrointestinal fate of meat versus plant-based meat analogs: An in vitro comparison. *Food Chemistry*, 364, 130439.
171. Zimberoff, L. (2021). *Technically Food: Inside Silicon Valley's Mission to Change what We Eat*. Abrams, 1-288.
172. 공준식. (2014). 한우 개량의 경제 효과에 관한 실증 분석, 건국대학교 대학원 박사학위 청구논문, 1-98.
173. 광노필. (2020). “배양육, 마침내 식품 승인을 받았다” . 한겨레. <<https://www.hani.co.kr/arti/science/future/972621.html>>.
174. 권태은, & 김용휘. (2019). 대체 단백질 식품 기술 동향. *식품산업과 영양*, 24(2), 7-14.
175. 권하나, & 최창본. (2015). 원산지와 근내지방도에 따른 소고기의 지방 함량과 단일불포화지방산 조성 비교. *한국식품영양과학회지*, 44(12), 1806-1812.
176. 그린매거진 (2022). 축산업 탄소중립을 위한 메탄 저감사료부터 저탄소 가축관리시스템 구축까지. <<https://rda.go.kr/webzine/2022/05/sub2-4.html>>.
177. 김갑돈, 정명일, 정은영, 황미진, 송수민, & 송민근 (2021). 한우 고기 펩타이드의 근육세포 퇴화 억제 효과 규명. *한우자조금관리위원회*, 1-100.
178. 김문주, 조영동, & 황인호. (2021). 한우 수출을 위한 채끝 등심의 온도와 저장 기간에 따른 품질 변화 평가. *강원 농업생명환*

- 경연구, 33(2), 103-113.
179. 김민주. (2017). 고기 마니아를 위한 채식버거. 임파서블 푸드 비즈한국. <<https://www.bizhankook.com/bk/article/13522>>.
180. 김수경, 차윤지, & 김지윤. (2022). Business Focus 미래 먹거리로 주목받는 대체식품과 투자 동향. 삼정 KPMG 경제연구원, 1-40.
181. 김수희. (2017). 식용곤충산업의 현황과 전망. 한국농촌경제연구원. 세계농업, 207, 43-66.
182. 김예지, 차지윤, 김정현, 김태경, 박민경, 이재훈, & 최윤상. (2023). 푸드테크에서의 식육 단백질 대체식품 활용방안 및 미래 전망. 식품과학과 산업, 56(3), 186-197.
183. 김일석, 이무하, 임동균, 강석남, 남기창, 조철훈, 민병록, & 장애라. (2018). 식육과학 4.0. 유한문화사, 1-370.
184. 김제영. (2021). “롯데·대상, ‘고기 아닌 고기’ 로 미래먹거리 선도.. ‘기술적 한계’ 극복이 관건”, 한국정격신문. <<http://kpenews.com/View.aspx?No=1658242>>.
185. 김종태, 김철진, 김동철, & 권태완. (1990). 대두-수수 혼합곡물의 템페발효. 한국식품과학회지, 22(6), 668-674.
186. 김종태. (1990a). 무염 대두 발효식품 “템페(Tempeh)” (II). 한국식품연구원, 3(1), 24-33.
187. 김종태. (1990b). 무염 대두 발효식품 “템페(Tempeh)” (I). 한국식품연구원, 3(2), 12-21.
188. 김지형. (2020). 온실가스 저감을 위한 친환경 한우사료 개발에 관한 연구. 국내박사학위논문 강원대학교 대학원, 1-152.
189. 김홍균. (2019). 에멀전 적용을 통한 식물성 고기의 이화학적, 관능 및 저장 안정성 분석. 국내박사학위논문 건국대학교 대학원, 1-157.
190. 농림식품기술기획평가원. (2022). 국내 식물성 대체육 시장, 1-50.
191. 농식품수출정보 kati. (2022). 미국, 지속가능한 대체 단백질 공급원 곤충의 부상. <https://www.kati.net/board/globalVillageReportView.do?board_se

q=94737&menu_dept2=35>.

192. 농촌진흥청. (2019). 양조용 수입종균 대체 토착 발효종균 자원화 및 대량배양 기술 개발. (TRKO201900016012).
<<https://doi.org/10.23000/TRKO201900016012>>.
193. 맹진수. (2016). 미래 식품의 대체 기술 동향: 배양육, 인공계란과 식용곤충을 중심으로. 융합연구리뷰. 2(4), 4-34.
194. 문한필, & 안병일. (2021). 축산물이력제에 대한 소비자들의 지불의향과 시장영향 분석. 농업경제연구, 62(2), 29-46.
195. 박규현, 연성모, 박유성, 이근영, 김윤숙, & 정연주. (2022). 전과정 측면에서 한우의 환경적·산업적 특징 연구. 한우자조금관리위원회, 1-238.
196. 박명숙, 권상희, & 오경원. (2017). 한국인의 콜레스테롤 섭취 현황: 국민건강영양조사 제 6 기 (2013-2015) 자료를 이용하여. 대한지역사회영양학회지, 22(6), 520-528.
197. 박미성, 박시현, & 이용선. (2020). 대체식품 현황과 대응과제. 한국농촌경제연구원 농정포커스, 1-17.
198. 박세나, 심효원, 유새봄, 한혜지, & 정석희. (2023). 미래 식량으로서의 대체육, 지속가능한 미래를 모색하며. 대한환경공학회지, 45(11), 491-505.
199. 박은선, & 최미경. (2020). 한국 일부 성인의 식용곤충에 대한 인식, 구매 및 섭취 실태. Journal of Nutrition and Health, 53(2), 190-202.
200. 선종아, 장석주, & 박노국. (2009). 우수축산물브랜드 분석을 통한 브랜드 이미지 개발 방안에 관한 연구. 한국벤처창업학회 학술대회 논문집, 45-64.
201. 성경일, 윤은숙, 배재홍, 최홍열, 김경희, 백영태, & 김지음. (2017). 한우문화이야기-육식문화의 역사 및 한민족의 정체성. 한우자조금관리위원회, 1-358.
202. 식품 등의 표시·광고에 관한 법률 시행규칙. (2024).
<<https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=258937&efYd=20240112>>

#0000>.

203. 식품공전 제1. 총칙. (2024).
<<https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>>
204. 식품공전. (2024). 제8. 일반시험법.
<<https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC>>.
205. 식품등의 표시기준. (2023).
<<https://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2000000017543#AJAX>>.
206. 식품안전정보원. (2022a). 제외국의 대체식품 규제 및 관리현황, 1-51.
207. 식품안전정보원. (2022b). 제외국의 대체식품 규제 및 관리현황 <별첨-국가별 별첨자료>, 1-51.
208. 식품의약품안전처. (2023). 식품의 기준 및 규격 일부개정고시. 식품의약품안전처 고시 제2023-56호, 1-79.
209. 심영제. (2016). 저탄수화물 고지방 식이. *The Korean journal of obesity*, 25(4), 188-189.
210. 심은영, 김홍식, 김미정, 박혜영, & 최혜선. (2022). 주요 시판 두부의 물리화학적 특성 평가. *한국식품영양학회지*, 35(6), 521-530.
211. 안두현. (2019). 육류 대체식품의 발전 및 변화. *식품산업과 영양*, 24(2), 1-6.
212. 양용현, & 유성희. (2022). 바이오신소재 규제이슈 연구(I): 배양육, 한국개발연구원, 1-147.
213. 오수민, & 장애라. (2023). 소고기 식품과 미래 단백질 식품 산업 현황, *축산식품과학과 산업* 12권 2호 32-54.
214. 오수민, 정유성, 이상록, 이희정, 김동욱, 추효준, 신동진 & 장애라. (2023). 로즈마리와 클로브 에센셜 오일의 항산화 특성과 토종닭 후라이드 치킨의 품질특성 및 풍미성분에 미치는 영향. *한국가금학회지*, 50(3), 143-159.
215. 오태광. (2023). 오태광의 바이오 산책 <54> 가짜 고기, 대체육 (代替肉, Meat analogue). ifsPOST.

- <https://www.ifs.or.kr/bbs/board.php?bo_table=News&wr_id=53453>.
216. 오현우, 안재희, & 전대원. (2017). 저탄수화물-고지방 다이어트와 지방간의 관계; 통념과 진실. 대한내과학회지, 92(2), 112-117.
217. 옥미영. (2010). 되돌아보는 한·육우산업.
<<https://www.chukkyung.co.kr/news/articleView.html?idxno=21752>>.
218. 요나. (2019). 템페, 지구에 무리를 주지 않는 지속 가능한 음식 : 올해의 요리사 장홍석 〈PaAp TEMPEH(파아프 템페)〉. PAPER, 60-61.
219. 용해인, & 김태경. (2020). 클린라벨 육제품의 기술 전략. Food and Life, 2020(1), 13-20.
220. 유광연, 용해인, 유민희, & 전기홍. (2020). 식물성 단백질을 이용한 육류 유사식품에 대한 고찰. 한국식품과학회지, 52(2), 167-171.
221. 윤철석. (2005). “고기 대체용 식품재의 시장 개발과 건강 효과.” 『ReSEAT 분석 리포트』, 고경력과학기술인, 1-9.
222. 이경실, & 이성규. (2012). 설탕에 관한 ‘불편한 진실’ : 설탕 규제의 필요성과 사례. 보건복지포럼, 2012(9), 88-95.
223. 이동명, 심재윤, 임수현, 김화성, & 이민우. (2022). 2021년 한우 고기 소비, 유통 모니터링. 한우자조금관리위원회.
<<https://www.hanwooboard.or.kr/pages/statistics/consumption/list.php>>.
224. 이동일. (2022). 농협한우국이 밝힌 한우 수출 활성화 방안. 축산신문.
<<http://www.chuksannews.co.kr/news/article.html?no=246936>>.
225. 이명규, 성하균, 황선구, 박기관, 이호중, 이병오, 김수량, 홍성하, 변지은, 함권웅, 안상형, 박승현, 정지원, 이수찬, 김동섭, 김동현, & 조영희. (2021). 한우분뇨가 환경오염에 미치는 영향 연구, 한우자조금, 1-237.
226. 이미영. (2015). 가공식품 중 나트륨 저감화. 식품산업과 영양, 20(2), 1-5.
227. 이민우. (2024). 한우 암소개량 정보·컨설팅 받으세요. 농민신문.
<<https://www.nongmin.com/article/20240214500518>>

228. 이상현, 최진용, 유승환, 김영득, & 신안국. (2015). 한국의 축산물 물물발자국 산정. 한국농공학회논문집, 57(2), 85-92.
229. 이상훈, & 최일도. (2008). 축산물 브랜드의 소비자 태도와 구매 결정요인에 관한 연구. 한국광고홍보학보, 10(4), 260-281.
230. 이수행, 조성택, 지니홍, 정상은, & 박정지. (2023). 경기도 푸드테크 산업 육성방안 연구, 1-110.
231. 이연정, 김천제, 김진형, 박범영, 성필남, 강근호, 김동훈, & 조수현. (2010). 한우육의 육질등급 및 부위 별 지방산 조성 비교. 한국축산식품학회지, 30(1), 110-119.
232. 이은영, 오선주, 강서은, 최형원, & 신서운. (2023). 푸드테크의 시대가 온다 2부. 대체식품, 삼일pwc경영연구원, 1-116.
233. 이은영, 허영숙, 허선진, 백병성, 박미성, 장영주, 윤명, 조상우, & 장미란. (2021). 대체육 시장의 성장과 소비자 대응방안 모색. (사)소비자권익포럼 · 미래소비자행동, 1-36.
234. 이은정, 이종엽, & 홍근표. (2021). 국내 식물성 식육 대체식품 시장의 현황 및 발전 전략. 축산식품과학과 산업, 10(1), 61-70.
235. 이재현. (2021). 한우 근육세포 퇴화 억제에 효과...고령친화식품 소재로 활용 유망. 식품음료신문.
<<https://www.thinkfood.co.kr/news/articleView.html?idxno=91465>>.
236. 이정민, & 김용렬. (2018). 대체 축산물 개발 동향과 시사점. 한국농촌경제연구원 농정포커스, 1-23.
237. 이정환, 김명환, & 표유리. (2018). 한우시장에 어떤 일이 일어나고 있나?: 한우산업 현황과 전망. 시선집중 GSnJ, 258, 1-16.
238. 이종현. (2001). 한우개량 어디까지 왔나?. 한우개량, 6(9), 20-26.
239. 이주형, & 전홍준. (2022). 대체식품 표시광고 규제에 대한 비교법적 연구-미국과 EU 에서의 대체식품의 현황과 규제. 의생명과학과법, 28, 327-355.
240. 이진규, 정지택, 최정석, 정명옥, & 최양일. (2017). 한우 사골, 꼬리, 우족 및 잡뼈 추출물의 이화학적 특성. 동물생명과학연

- 구, 9, 45-50.
241. 이현정, & 조철훈. (2019). 세계 대체육류 개발 동향. 세계농업 2019. 3 월호, 1-17.
 242. 이형우, 지선우, 김충현, & 정진주. (2023). 한육우, 돼지, 젓소 수급 동향과 전망. Agricultural outlook 2023 Korea, 1-68.
 243. 이형우, 지선우, 이용건, 김현중, & 송우진. (2022). 최근 한우 가격 하락 원인과 전망, 한국농촌경제연구원, 96, 1-14.
 244. 일본농림수산성. (2022). 일본농림규격-콩고기 식품류, 1-15.
 245. 임승택. (2016). 식품첨가물... 이제는 단순한 첨가물이 아니다. 식품과학과 산업, 49(1), 1-1.
 246. 장지현. (1993). 한국전래 대두 이용음식의 조리 및 가공사적 연구. 수확자. 12-44.
 247. 장혜현. (2019). 파파야 과육을 첨가한 한우떡갈비의 품질특성에 관한 연구: Study on the quality characteristics of Korean beef tteokgalbi with added papaya pulp. 경기대학교 석사학위논문, 113-118.
 248. 전국한우협회. (2022). 한우탄소중립 정책보고서 (사)전국한우협회장 김삼주, 1-53.
 249. 전라북도 동물위생시험소 축산시험장. (2022). 2022년 한우 우량 암소 수정란 생산 및 농가공급계획. 1-5.
 250. 전상곤, 신영식, & 박동주. (2020). 한우 사육구조 변화 및 수급 영향 분석. 한우자조금관리위원회, 1-188.
 251. 정경석. (2023a). 우리 한우의 맛, 홍콩에 알리다. KDI 경제정보센터. <<https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=244610&pg=&pp=20&topic=O>>.
 252. 정경석. (2023b). 말레이시아에 한우 첫 정식 수출 시작. KDI 경제정보센터. <<https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=240286&pg=&pp=20&topic=P>>.
 253. 정경석. (2023c). 캄보디아에도 한우 첫 수출 쾌거. KDI 경제정보센터.

<<https://eiec.kdi.re.kr/policy/materialView.do?num=242049&pg=&pp=20&topic=P>>.

254. 정경수, 장재봉, 김민경, 문홍성, & 송민주. (2021). 한우고기 소비시장 분석을 통한 마케팅 전략 수립 연구. 한우자조금, 1-321.
255. 정민국, 이용진, & 최진용. (2021). 축산업 환경영향 분석과 정책과제, 1-256.
256. 정석채. (2022). 대체육 및 배양육을 위한 생명공학의 연구방향. BT NEWS, 29(2), 72-76.
257. 정아현, 황정현, & 박성희. (2021). 대체육 생산 기술. 축산식품과학과 산업, 10, 54-60.
258. 정인식, 김종집, 이종민, 이다혜, 김상구, 이상윤, & 박경호. (2023). 국내 유통 식물성 대체육 제품과 동물성 육가공품의 영양성분 특성 비교. 한국식품영양과학회지, 52(3), 276-290.
259. 조선영, & 류기형. (2018). 압출성형 인조육의 제조공정과 품질 특성. 식품산업과 영양, 23(1), 25-32.
260. 조선영, & 류기형. (2022). 대체육에 사용되는 식물성 단백질의 품질 특성. 한국식품영양과학회지, 51(4), 375-380.
261. 조수현, 신정섭, 설국환, 김윤석, 강선문, & 서현우. (2020). 한우고기 육질등급 선호도에 따른 구매성향 특성 분석연구. 한국산학기술학회 논문지, 21(3), 537-544.
262. 주선태. (2021). 배양육 기술과 시장, 전망과 한우산업의 대응, 1-15.
263. 중소기업기술정보진흥원. (2020). 중소 바이오기업 지원 및 육성 방안, 1-131.
264. 지현근. (2021). 식품R&D 이슈보고서3 배양육 분야 동향 보고서. 농림식품기술기획평가원, 1-61.
265. 채용우, 윤진우, & 김성섭. (2020). 한우 비육우 사육기간 단축 기술에 대한 경제성 분석-자가 TMR 제조·급여 실증농가를 대상으로. 한국산학기술학회 논문지, 21(11), 833-842.
266. 최문희, & 신현재. (2019). 배양육의 최신 연구 현황과 공학적

- 과제. KSBB Journal, 34(3), 127-134.
267. 최원철. (2023). 해외 셰프도 놀랐다...이유 있는 한우 수출[영상]. 노컷뉴스.
<<https://www.nocutnews.co.kr/news/6068315>>.
268. 최홍식, & 김철진. (1982). 조립식품/식물조직단백 (TVP) 의 제조기술. 식품과학과 산업, 15(3), 12-17.
269. 축산물 위생관리법. (2023).
<<https://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsId=001507#0000>>
270. 축산물품질평가원. (2022). 2022 축산물등급판정 통계연보. 축산물품질평가원, 1-420.
271. 축산물품질평가원. (2023). 2023년 2분기 축산물유통정보조사 보고서. 축산물품질평가원, 1-82.
272. 축산정보경영시스템. (2020). 국내 한우 축산물 안내: 축산물 브랜드 안내.
<https://liosystem.com/blog?board_name=newsletter&view_id=112&page=2>.
273. 축산정책과 축산환경자원과. (2023). 한우 출하기간 단축 등으로 온실가스 저감 나선다. 농림축산식품부. 1-5.
274. 통계청. (2021). 2021년 3/4분기(9월 1일 기준) 가축동향조사 결과 보도자료. 1-16.
275. 통계청. (2023). 2022년 축산물생산비조사 결과. 통계청, 1-31.
276. 한국농수산물유통공사. (2020). 2020 가공식품 세분시장 현황 식육가공품, 한국농수산물유통공사, 1-224.
277. 한국농수산물유통공사. (2021). 중국 식물기반 식품 현황 조사 및 한국 기업 진출 전략, 1-95.
278. 한국농수산물유통공사. (2022a). 국내 식물성 대체육 시장, 1-50.
279. 한국농수산물유통공사. (2022b). 2022 수출기업 맞춤형 조사, 1-59.
280. 한국농수산물유통공사. (2022c). 중국 비건 식품시장 분석 및 향후 전망, 1-73.

281. 한국농수산물유통공사. (2021). 빅데이터로 알아보는 대체육, 1-12.
282. 한국바이오협회, (2023). 미국 배양육 시장 열렸다, 1-2.
283. 한국소비자원 시험검사국 식품미생물팀. (2022). 식물성 대체육 제품 품질 및 안전성 시험결과. 한국소비자원, 1-17.
284. 한국육류유통수출협회. (2023). 한우고기 수출실적(2023년 12월 누계). 한국육류유통수출협회.
<<https://kmta.or.kr/kr/export/hk.php/392>>.
285. 한국콩박물관건립추진위원회. (2005). 콩. 고려대학교출판부.
286. 한두봉. (2024). 농업전망 2024. 한국농촌경제연구원, 1-280.
287. 한상배. (2005). 두부류의 생산, 유통체계 현황 및 발전방향; 우리나라 두부류의 관리체계. 식품산업과 영양, 10(1), 1-5.
288. 한우자조금. (2022). 전과정 측면에서 한우의 환경적,산업적 특징 연구결과 발표.
<<https://m.hanwooboard.or.kr/cover/view.php?seq=12462>>.
289. 한우자조금관리위원회. (2009). 한우 컨설팅 지침서. 한우협동조합연합회.
<<https://www.hanwoocf.com/sub/d9.php>>.
290. 허선진, 이승연, 윤성열, 이다영, 김은유, 강혜진. (2019). 동물성 식품의 품질 및 생리활성 효능 분석. 중앙대학교 출판부, 1-280.
291. 황병진. (2024). 2024년 2분기 기업 및 이슈분석-국내외 대체육 시장과 주요 기업들의 대응, 축산물품질평가원, 1-56.

[별첨 1] 첨단푸드테크 기반 대체식품 개발 현황

식물성 단백질 기반 대체식품				
브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
Beyond Meat		Beyond sausage	소시지류	분리완두단백, 정제수, 코코넛 오일, 해바라기유, 쌀단백, 잠두콩단백, 스모크향, 감자전분, 정제 소금, 과일주스, 야채주스, 사과 섬유소, 메틸셀룰로스, 감귤추출물, 알긴산 칼슘 케이싱
Impossible Foods		Impossible Burger	분쇄가공 육제품	분리완두단백, 정제수, 코코넛 오일, 해바라기 오일, 천연 향료, 감자전분, 텍스트로스, 대두 레그헤모글로빈, 소금, 혼합 토코페롤, 글루코산아연, 비타민 B1, 나이아신, 비타민 B6, 비타민 B2, 비타민 B12
Revo Foods		Smoked Salmon	수산물 가공품	완두 단백질, 정제수, 식물성 오일, 천일염, 비트 뿌리 농축액, 스모크향, 비타민 B6, 비타민 B12, 비타민 D, 비타민 B2
풀무원		식물성 지구식단 LIKE 미트볼	분쇄가공 육제품	농축대두단백, 정제수, 카놀라유, 양파, 변성전분, 말토덱스트린, 설탕, 메틸셀룰로스, 마늘, 카카오색소
UNLIMEAT		언리미트 식물성 프랑크	소시지류	분리대두단백, 정제수, 옥수수전분, 야자유, 타피오카 전분, 덱스트린, 설탕, 2% 미만 향신료, 메틸셀룰로스, 효모추출물, 양파 분말, 정제 소금, 감귤류 식이섬유, 합성착향료, 파프리카 추출 색소

Better meat		베러미트 식물성 런천	두류 가공품	두류가공품, 대두유, 곡류가공품, 복합조미식품, L-글루탐산나트륨
Beyond meat		Beyond Mince	완두단백	완두단백, 정제수, 카놀라유, 코코넛 오일, 쌀단백, 세이보리향, 코코아버터, 건조효모, 메틸셀룰로스, 감자전분, 사과 추출물, 소금, 염화칼슘, 옥수수 식초, 농축 레몬주스, 해바라기 레시틴, 비트 추출물, 말토덱스트린, 석류추출물
Beyond meat		Beyond Meatball	완두단백	완두단백, 정제수, 압착 카놀라, 코코넛 오일, 세이보리향, 쌀단백, 효모추출물, 메틸셀룰로스, 감자전분, 향신료, 정제 소금, 염화칼륨, 사과 추출물, 마늘 분말, 식초, 레몬주스 농축액, 양파 분말, 석류추출물, 해바라기 레시틴, 비트 분말, 당근
Chengdu Xiangxiang zui soybean products		향향주이 콩고기	분리 대두단백	분리대두단백, 정제수, 밀글루텐, 대두전분, 합성고추향, 대두유, 포도당, 고추, 설탕, 참깨, 소금, 후추, 향신료, 간장, 글루탐산나트륨, 5'-리보뉴클레오티드이나트륨, 에리토브산나트륨, 구연산
CK foods		비건콩햄	조식 대두단백	조식대두단백, 정제수, 대두유, 간장, 설탕, 정제 소금, 햄향, 홍국색소
CK foods		훈제 수제콩햄	조식 대두단백	조식대두단백, 정제수, 분리대두단백, 대두유, 유청단백질, 설탕, 정제 소금, 간장 분말, 효모추출물, 설탕, 계피, 정향, 아니스, 글리신, DL-알라닌, 감초추출물, 합성착향료, 후추

DEVOTION		Devotion meat	대두단백	대두단백, 정제수, 입자 대두단백, 사과 농축액, 효모추출물, 정제 소금, 정제 야자유, 카놀라유, 해바라기유, 전분, 천연 향료, 메틸셀룰로스
Sahmyook Food		콩 불고기	분리 대두단백	분리대두단백, 탈지대두분, 소맥분, 쌀가루, 코코아 분말, 구연산, 대두유, 혼합제제, 구연산, 물엿, 양조간장, 설탕, 양파, 마늘, 참기름, 참좋은 식물성 시즈닝, 유기농 쌀겨 가루, 연근 가루, 후추, 생강 가루
Sahmyook Food		참나무로 혼연된 식물성 콩단백 (햄맛)	분리 대두단백	분리대두단백, 전분, 글루텐, 대두유, 식이섬유, 찹쌀 분말, 난백, 결정과당, 정제 소금, 활성 분말 2F, 식물성햄용 시즈닝, 참기름, 해피부스터, 미트향소스, 다시마 분말
Sahmyook Food		맛있는 삼육 베이거	활성 글루텐	활성글루텐, 대두, 양파, 양조간장, 옥배유, 옥수수전분, 간장 분말, 코코넛 분말, 결정과당, 마늘, 정제 소금, 표고버섯 식이섬유
Sahmyook Food		콩콩 콩까스	분리 대두단백	분리대두단백, 정제수, 밀글루텐, 밀전분, 밀 식이섬유, 대두유, 소맥분, 이스트, 쇼트닝, 정제염, 대두분, 소맥 전분, 규소수지, 유화제, 셀룰로오스 겜, 구연산, 글루텐, 유청단백, 베타믹스, 간장, 설탕, 발아현미 분말, 검정콩 분말, 참좋은 식물성 시즈닝, 후추

Soymaru		콩단백 고기	분리 대두단백	분리대두단백, 탈지대두분, 옥수수전분, 글루텐, 코코아 분말
Soymaru		참좋은 비건 스테이크	분리 대두단백	분리대두단백, 밀전분, 밀글루텐, 밀 식이섬유, 대두유, 카놀라유, 채식 시즈닝, 유기농 설탕, 양파, 마늘, 양조간장, 떡갈비맛페이스트, 구연산, 천일염, 차드비프향료, 카카오색소, 홍국색소
Soymaru		쏘이 너비안볼	분리 대두단백	분리대두단백, 정제수, 밀전분, 밀글루텐, 밀 식이섬유, 대두유, 카놀라유, 떡갈비맛페이스트, 난백 분말, 감자 플레이크, 유기농 설탕, 양파, 파, 채식 시즈닝, 마늘, 미향, 참기름, 카카오색소, 스모크향분말, 홍국색소
Soymaru		참좋은 비건M	분리 대두단백	분리대두단백, 정제수, 밀전분, 밀글루텐, 밀 식이섬유, 대두유, 해바라기유, 설탕, 포도당, 양조간장, 채식 시즈닝, 변성전분, 참기름, 천일염, 스모크향 분말, 검정콩 분말, 흑미 분말, 연근 분말, 홍국적색
Soymaru		채식 햄버거 패티	분리 대두단백	분리대두단백, 정제수, 새송이버섯, 카놀라유, 밀전분, 밀글루텐, 밀 식이섬유, 대두유, 탈지대두분, 옥수수전분, 글루텐, 코코아 분말, 난백분, 감자플레이크, 양조간장, 마늘, 채식 시즈닝, 설탕, 미향, 카카오색소, 차드비프향료, 구연산

세포배양물 기반 대체식품				
브랜드명	제품사진	국가	제품유형	제조기술
Aleph Farms		이스라엘	스테이크 (소)	소 수정란을 통해 어린 세포는 별도의 배양기에서 다양한 세포 유형으로 성장, 식물 단백질 매트릭스를 통해 형태 및 질감을 형성
BlueNalu		미국	해산물 (참치)	어종으로부터 다양한 세포 유형 획득 및 배양 후, 세포 농축을 통해 해산물 부위 형성
Bluu Biosciences		독일	해산물 (연어)	동물 무혈청 성장배지를 통해 Non-GMO 송어 및 연어 세포주 세포배양물 기반 대체식품 생산
Cell Meat		한국	해산물 (새우)	세포배양물 기반 대체식품 생산을 위한 세포주 생산 기술, 무혈청 세포배양액 원천기술 및 공학기술을 활용한 물리적 질감 구현 기술 지원
DaNAGreen		한국	육류 (소)	식물성 단백질 유래 3D 지지체를 활용한 근육 조직 배양
Finless Foods		미국	해산물 (참치)	참다랑어 조직 유래 세포 분화를 통한 세포배양물 기반 대체식품 제조

Fork & Good		미국	분쇄육 (돼지)	자사 특허 기술인 생물학적 과정을 통해 지지체 없이 성장하여 생산량과 생산 밀도 증가
Future Meat Technologies		이스라엘	육류 (닭)	부유 배양법 활용 및 지방 분화를 위한 식물성 단백질 기반 지지체 활용
Good Meat		미국	육류 (닭)	불멸화 세포의 성장과 분화 배양 후, 성형 및 3D 프린팅을 통한 가공
Gourmey		프랑스	푸아그라 (오리)	오리알 유래 줄기세포 배양을 통한 제품 생산
Joes Future Food		중국	육류 (돼지)	저가의 무혈청 세포배양액, 무담체 세포현탁배양, 다채널 정밀제어 기반 세포배양물 기반 대체식품 프린팅을 이용
Meatable		네덜란드	소시지 (돼지)	소태아혈청을 사용하지 않고 opti-ox™ 기술을 활용하여 세포배양물 기반 대체식품 제조 공정 개발 및 개선

Steakholder		이스라엘	육류 (소)	좁은 노즐을 통해 압출되는 페이스트 재료 기반 근섬유 질감 생성
Misson barns		미국	베이컨	동물성 제품에 첨가하기 위한 식물성 대체 지방 배양
Mosa Meat		네덜란드	패티 (소)	선별된 근육 세포를 동물성 성분이 포함되지 않은 성장배지에서 배양하여 분화시킨 후, 99% 물로 구성된 겔에 근관을 첨가하여 조직으로 성장
HN Novatech		한국	육류 (소)	세포배양물 기반 대체식품 생산을 위한 3D프린터 활용 기술 연구 및 항생제 내성 극복 기술 개발
SeaWith		한국	육류 (소)	해조류를 이용한 세포 구조체인 ACellin 개발을 통해 세포배양물 기반 대체식품의 기초로 사용 및 미세조류를 이용하여 세포배양액 FBS 대체
Shiok Meats		싱가포르	해산물 (랍스타)	영양소가 풍부한 배양 배지에서 세포 성숙

Space F		한국	소시지 (돼지)	소, 돼지, 닭에서 추출한 근육줄기세포 식용 지지체를 통한 축종별 특화된 근육줄기세포 배양기술 및 3차원 분화 기술 활용하여 근육 조직 생성 대량 배양 최적화를 통해 세포 배양 기간 단축 및 세포 배양 수율 증가
SuperMeat		이스라엘	육류 (닭)	닭 근육, 지방, 조직을 구성하는 세포 채취 및 적절한 환경을 제공하는 고기 발효기에서 배양
TissenBio Farm		한국	육류 (소)	근육과 지방 조직으로부터 채취한 세포를 통해 맥주 발효조와 유사한 멸균 배양기에서 영양분을 공급하여 배양
Upside Foods		미국	육류 (닭)	일차세포를 통해 세포주 형성 및 동물이 필요로 하는 영양소와 동일하게 배양
Vow Food		호주	육류 (소)	육류 제품 생산 및 동물 세포 배양
WildType		미국	해산물 (연어)	연어로부터 채취한 세포를 통해 양조에 사용되는 발효조와 유사한 배양기에서 배양 및 수확하여 식물 성분과 결합

곤충 단백질 기반 대체식품

브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
Bold Foods		Tex mex burger patties mit insekten protein	패티	외미거저리(<i>A. diaperinus</i>), 물, 계란 흰자, 식물 섬유, 지방 분말, 허브, 향신료, 칠리 파우더, 소금, 양파, 설탕 및 마늘
Damhert		Damhert Nutrition Insecta Groenteburger met Buffalowormen	패티	외미거저리(<i>A. diaperinus</i>), 밀글루텐, 물, 이눌린, 당근, 피망 해바라기유, 감자 섬유, 백후추, 옥수수
ESSENTO		Insect Protein Burger Mealworms	미트볼	유기농 밀웜(<i>T. molitor</i>), 유채 씨유, 병아리콩, 불가 르, 밀글루텐, 철자 가루, 토마토 파우더, 양파, 파프리카, 소금, 마늘, 양파, 후추, 올스파이스, 오레가노, 로즈마리, 백리향, 감자플레이크, 당근, 셀러리, 레몬즙, 간장, 메틸셀룰로스, 비트뿌리분말
Kupfer		Burger patties made from insects	패티	물, 외미거저리(<i>A. diaperinus</i>), 알긴산칼슘, 로즈마리 오일, 완두콩 단백질, 유채씨유, 메틸셀룰로오스, 향신료, 식염, 훈제 포도당(포도당, 연기), 겨자 가루, 전분, 브랜드 식초
YUM BUG		BUG BURGER	패티	말린 밀웜, 훈제 파프리카, 타마리 간장, 비건 훈제 베이컨 시즈닝, 귀리, 검은콩, 마늘, 양파, 케첩, 버거 빵
ZIRP		ZIRP Zuper Burger	패티	외미거저리(<i>A. diaperinus</i>), 버섯, 튀긴 양파, 완두콩 단백질, 물, 소금, 향신료, 메틸셀룰로스, 파슬리, 아마씨, 밀가루, 캐러멜 설탕, 비트 뿌리즙 분말, 쌀가루, 양파즙 농축액, 퀴노아 가루, 소

미생물 단백질 기반 대체식품				
브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
Eat Meati		Classic cutlet	커틀릿	감자 단백질, 건조 마늘, 건조 양파, 귀리 식이섬유, 나트륨 산성 파이로인산, 아라비아검, 버섯 균사체, 베이킹 소다, 병아리 콩, 쌀가루, 소금, 옥수수 가루, 카놀라 오일, 파프리카, 파프리카 추출물, 향신료, 천연 향료, 모노칼슘 인산염
Libre Foods		Libre Bacon	베이컨	곤약 껌, 무, 물, 버진 올리브 오일, 당근, 목이버섯(Pleurotus ostreatus), 소금, 스모크향 향신료, 식초, 완두 단백질, 카라지난, 타피오카 전분, 천연 향료, 파프리카 농축액
MyForest Foods		My BACON	베이컨	버섯 균사체, 소금, 유기농 코코넛 오일, 유기농 설탕, 천연 향료
Nature's Fynd		Meatless Fy Breakfast Patties	패티	Fy protein, 고올레산 해바라기유, 대두 단백질 농축액, 대두단백 추출물, 물, 메틸셀룰로스, 소금, 양파 분말, 전분, 젯산, 카라지난, 향신료, 효모 추출물, 흑후추, 식초, 하이드롤라이즈드 쌀 단백질, 천연 향료

PRIME ROOTS		Classic smoked Koji Turkey	햄	곤약 뿌리 분말, 마늘 분말, 물, 쌀, 쌀겨오일, 소금, 수산화 칼슘, 양파 분말, 완두콩 식이섬유, 천연 스모크 향향신료, 천연 향료, 탄산 칼슘, 향신료, 효모, 참기름, 천연 향료, 비타민 C, 코지
Quorn		Quorn beef roast	로스트 비프	마이코프로테인, 볶은 글루텐 프리 맥아 추출물, 소금, 식초, 아세트산 칼슘, 염화 칼슘, 옥수수전분, 우유, 우유 단백질, 완두콩 식이섬유, 천연 향료(우유 함유), 양고추냉이, 양파, 재수화된 프리 레인지 계란 흰자, 팜유, 설탕, 흑후추
Revo Foods		The filet 3D Structured	해산물 (연어)	<i>Schizochytrium</i> sp.에서 추출한 DHA 와 EPA, 곤약, 대두단백 추출물, 물, 마이코프로테인, 메틸셀룰로스, 비타민 B12, 비타민 B6, 비타민 E, 산화철, 소금, 염산, 유채 단백질, 카라지난, 해바라기유
Schouten Food		Mycoprotein nuggets	너겟	물, 마이코프로테인, 밀 식이섬유, 밀가루, 보리 맥아 추출물, 식물성 단백질, 식물성 오일, 식초, 양파, 전분, 천연 향료, 초산 칼륨, 레몬 주스, 메틸셀룰로스, 소금, 향신료
Tempty Foods		Tempty original	템페	마이코프로테인, 렌틸콩, 레드 퀴노아, 당근, 귀리, 해바라기유, 소금, 차전자피, 양파 분말, 파슬리, 흑후추

해조류 단백질 기반 대체식품				
브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
AKUA		The kelp burger bundle	패티	다시마, 유기농 엑스트라 버진 올리브유, 크리미니 버섯, 완두콩 단백질, 검은콩, 퀴노아, 유기농 코코넛 과즙, 유기농 순수 코코넛 꽃 수액, 천일염, 감자 전분, 영양 효모, 토마토 파우더, 병아리콩 가루, 완두콩 전분, 향신료, 곤약, 한천
Hichung Farm		Donggeurangttaeng with seaweed	미트볼	콩, 불린 해조류, 무순, 양파, 파, 채소 시즈닝
HN Novatech		FUSCA vegetable croquette	크로켓	밀가루, 설탕, 변성 전분, 발효제, 정제 소금, 다진 야채, 물, 양파 다이스, 다른 가공 제품, 대두 기름, 당근 조각, 소스, 마가린, 간장, 다진 마늘, 설탕, 해조류에서 추출된 아미노산 복합체, 효모, 가공된 곡물 제품, 후추, 참기름, 향신료, 대두
Jtip Food		Vegetarian Seaweed Meat Ball	미트볼	밀가루, 콘작, 대두 기름, 해조류, 밀 글루텐, 전분 유도체, 대두 단백질
Roaring Water Sea Vegetable		Sea Burger	패티	메밀 가루, 아일랜드 대서양 미역, 대두 단백질, 레몬 주스, 올리브 오일, 타마리, 양파 가루, 잔탄검, 마늘 가루, 파프리카, 블루베리 가루, 혼합 허브

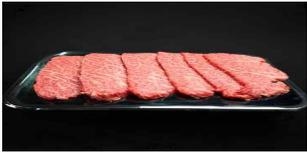
The DUTCH WEED		The Dutch Weed Burger	패티	물, 콩 단백질, 쌀가루, 해초, 해바라기유, 메틸셀룰로스, 카라기난, 향료, 초산칼륨, 효모추출물, 소금, 캐러멜 설탕, 백후추
Tofurky		PEPP'RONI	소시지	물, 압착 유채유, 포도당, 완두 단백질, 카라기난, 천연 향료, 파바빈 단백질, 곤약 검, 타피오카 전분, 아마씨 가루, 파프리카 주스 농축액, 페누그리크 추출물, 비트 뿌리 주스 농축액, 락트산, 소금, 레몬 주스 파우더, 건조 브랜디 식초, 변성 세포로오스 검, 향신료, 마늘, 다진 고추, 발효 설탕, 해바라기 오일, 효소
UMARO		Umaro Plant-Based Vegan Applewood Bacon	베이컨	해바라기유, 코코넛 오일, 바다 이끼 추출물, 병아리콩 단백질, 해조류 단백질, 사탕수수 설탕, 천연염, 천연 향미, 파프리카 추출물
VEGAN Finest Foods		King No Crab	해산물	물, 증점제(변성 전분), 설탕, 대두 기름, 젤링제(콘작 가루, 카라젠란), 소금, 밀 섬유, 보습제(D-소르비톨), 효모 추출물 분말, 색소(파프리카 추출물), 산도 조절제(수산화 칼슘, 산화 칼슘, 탄산나트륨), 향료
VIVA MARIS		Viva Maris ALGEN Wiener	소시지	물, 유채유, 전분, 감자 단백질, 완두 단백질, 완두 가루, 증점제: 메틸셀룰로오스, 섬유소, 가공 유체마 해조류, 해조류, 사카리나 라티시마, 탁주, 바다 소금, 양념, 포도당, 슈크로스, 향신료 추출물, 구연산, 글루코네이트 나트륨, 자작나무 훈연

[별첨 2] 한우식품 개발 현황

한우 부분육				
대분할	소분할	브랜드명	제품사진	제품명
갈비	갈비살	금빛한우		1+ 갈비살 구이용
		한우공장		1++ 한우 갈비살
		한우공장		1++ 한우 소고기, 갈비살
	꽃갈비	봄담		1등급 한우 꽃갈비살
		한살림		한우LA갈비 선물모음

갈비	안창살	설로인		안창살
		황성 축협 한우		안창살
	제비추리	금빛한우		제비추리
		설로인		제비추리
		울산 축협 한우		한우 제비추리
		황성 축협 한우		제비추리

갈비	토시살	설로인		토시살
		황성 축협 한우		토시살
등심	꽃등심살	엄마네 한우		++1등급 한우 꽃등심 투뿔
	아래등심살	설화우		1등급 한우 등심 구이용
		산지로드		한우 1등급 등심 구이용
	윗등심살	군위축협		국내산 냉장 이로운한우 등심 1등급 구이용

등심	윗등심살	관산성 한우		위터에이징 한우 등심
	살치살	소잡는 구선생		국내산한우 살치살 소고기구이용
		제국축산		한우 살치살 1++ 구이용
사태	아롱사태	황성 축협 한우		아롱사태
	앞사태	건화 한우		1+등급 사태
		오늘잡은소		1+등급 한우 사태 대용량 덩어리 원육

사태	앞사태	정육각		한우 사태 요리용
설도	설깃살	정을담은 곳에정들		설도 샤브샤브용
		베리네이처		무항생제 한우 소고기 다짐육
안심	안심살	명품한우		한우1등급 안심스테이크
		명품한우금오		1등급 한우 안심 구이용
		소잡는구선생		국내산 소고기 다짐육

안심	안심살	엄마네한우		엄마네한우 1++등급 한우 안심
		좋은소식		한우 안심 1등급 구이용
		한우일가		한우 안심
앞다리	부채살	울산축협한우		한우 부채살
	앞다리살	울산축협한우		한우 앞다리
양지	양지머리	오늘잡은소		한우 1+등급 양지

양지	양지머리	우미학		한우 양지 국거리 1등급 국거리용
		정육각		한우 양지 요리용
		한살림		한우양지 국거리용
	업진살	대끼리한우		저지방 한우스테이크 업진살
		오늘잡은소		한우 1++등급 업진살
		정육각		한우 업진살 구이용

양지	차돌박이	김씨네한우		마장동1+이상등급 한우 차돌박이
		맛있소		1등급 암소한우 살살녹는 차돌박이 냉장
		오미장		한우 1등급 차돌박이 샤브샤브용 구이용 찌개용
	치마양지	가향한우		한우 암소 치마살 1등급
		웰굿		1++ 등급 숙성한우 치마양지
	우둔	우둔살	국제식품	

양지	우둔살	농협안심한우		1등급 우둔살 덩어리 냉장
		마장동 둘째딸내미		소포장한우 이유식 친환경한우 1등급우둔살 소고기다집육
		백십일		무항생제 한우 우둔 냉장 다집육 이유식
	홍두깨살	오늘잡은소		한우 1+등급 홍두깨살
채끝	채끝살	금천육우		국내산 소고기 채끝 스테이크
		미쓰한우		한우 채끝 1++ 등급 한우

채끝	채끝살	팜스토리		국내산 소고기 채끝 구이용
부산물	곱창	배터짐		국내산 한우 곱창
	꼬리	신평한우마을		최상급 한우 소꼬리
	우족	마장동 미친소		국내산 한우 1++ 우족
	사골	(주)진화		한우 사골

한우 가공식품				
브랜드명	제품사진	제품명	제품유형	제품성분
설성목장		한우육포	건조저장 육류	한우, 복합시즈닝-DS, D-소비톨, 설탕, 간장, 폴리인산나트륨, 피클링솔트, 소브산칼륨, 에리토브산나트륨
울산 축협한우		한우육포	건조저장 육류	한우, 복합시즈닝-DS, 소비톨, 설탕, 간장, 인산염, 올레오레진캡시컴, 피클링솔트, 소브산칼륨, 에리토브산나트륨, 후추 분태
완주한우 협동조합		미소랑 한우육포	건조저장 육류	한우, 불갈비맛시즈닝, 간장, 리갈브라인믹스, 소브산칼륨, 백설탕, 후추가루, 키토산, 레드페퍼로얄, 소금, D-소비톨, 스모크향
청미식품		지리산 순한한우 육포	건조저장 육류	한우, 청미복합시즈닝A, 혼합간장, 혼합제제, 소브산칼륨, 에리토브산나트륨
고기 좁아는 언니		오직 한우만 떡갈비	분쇄가공 육제품	한우, 한우지방, 쌀떡, 습식빵가루, 불고기소스

동양 냉동푸드		한우 수제패티	분쇄가공 육제품	한우, 돈육, 돈지방, 양념베이스, 베타믹스, 빵가루, 밀가루, 분리대두단백, 참기름, 양파, 불고기 엑기스, 미작, 후추, 계란
명품본가		수제한우 떡갈비	분쇄가공 육제품	한우갈비살, 한우 혼합부위, 한우 양지 및 지방, 돼지고기, 돼지 뒷다리, 돼지 지방 및 후지, 갈색 설탕, 간장, 탈지대두, 배
백두산 떡갈비		담양 전통한우 떡갈비	분쇄가공 육제품	한우갈비살, 한우 혼합부위, 간장, 양파, 설탕, 마늘, 대파, 배, L-글루탐산나트륨, 생강, 참기름, 물엿, 후추
설로인		한우 패티	분쇄가공 육제품	한우, 한우 지방, 흑후추 분말, 스모크향 분말, 정제 소금
쌍교 숯불갈비		매운한우 떡갈비	분쇄가공 육제품	한우정육채, 한우정육분쇄, 한우지방, 양파, 배, 청양고추, 간마늘, 대파, 당근, 간장, 참기름, 소금, 후추분, 생강분, 조미료, 백설탕, 매운 소스
완주한우 협동조합		한우 스테이크	분쇄가공 육제품	한우, 한우 지방, 정제수, 불고기양념-비에스, 빵가루, 양파, 갈색 설탕, 혼합간장, 물엿, 대파, 조직화대두단백, 마늘, 야채카레 분말, 숯불갈비맛엑기스, 검정깨, 청양고추, 비프시즈닝 분말NM, 분리대두단백, 참쌀 분말, 생강, 정제 소금, 스모크향, 대두유, 스파이시미트향, 카라멜 색소, 글리세린, HS시즈닝-2

정인 엘에프 제조공장		솔가원 한우 소떡갈비	분쇄가공 육제품	한우, 양파, 양조간장, 기타 가공품, 물엿, 백설탕, L-글루탐산나트륨, 복합조미식품, 천연향신료, 숯불고기소스M, 소스, 참기름, 대파, 마늘, 산도조절제, 정제수
페레파파		한우패티	분쇄가공 육제품	한우, 한돈, 양파, 유크림, 대파, 마늘, 생이태리파슬리, 빵가루, 간장소스, 가츠오부시, 사과, 배, 표고버섯, 생강, 다시다, 미림
평창 한우마을		한우 떡갈비	분쇄가공 육제품	한우 갈비살, 한우 정육, 돼지고기, 돼지지방, 소불고기양념장-N, 양조간장, 고소한빵가루 2호, 떡갈비시즈닝-C, 물엿, 양파, 대파, 간장, 산도조절제
한살림		소고기 동그랑땡	분쇄가공 육제품	한우분쇄육, 두부, 양파, 당근, 우리밀 습식빵가루, 파, 유정란, 프락토올리고당, 마늘, 볶은 소금, 양조간장, 참기름, 천연조미료, 흑후추 가루
한살림		한우 너비아니	분쇄가공 육제품	한우고기, 불고기양념액, 유기농설탕, 우리밀 습식 빵가루, 양파, 프락토올리고당, 마늘, 참다래, 소금, 천연조미료
고삼농협 안성맞춤 푸드센터		착한들 한우 동치미 냉면육수	소스류	사골곰탕, 정제수, 고과당, 정백당, 소스1, 양조식초, 천일염, 양조간장, 소스2, 혼합제제, 산도조절제1, 산도조절제2, 합성향료

한살림		한우등심 찹스테이크	식육 간편 조리 세트	한우, 파프리카, 토마토케첩, 설탕, 토마토 식초, 양파, 피망, 마늘, 맛간장, 리큐르, 올리고당, 누룩, 파, 프락토올리고당, 설탕, 향신료조제품, 밀가루, 볶은 소금, 후추
농협 목우촌		한우 사골곰탕	식육 추출 가공품	정제수, 한우사골농축액FZ
설로인		한우 사골 오백 곰탕	식육 추출 가공품	정제수, 한우사골뼈
소노정		한우 갈비탕	식육 추출 가공품	한우갈비, 정제수, 간장, 파, 설탕, 물엿, 마늘, 치킨파우더, 생강, 정제 소금, 쇠고기맛본다시, 감초, 키위과육, 배, 양파, 월계수잎, 후추열매
앤쿱		어린이 한우 사골곰국	식육 추출 가공품	정제수, 한우사골추출물
완주한우 협동조합		미소랑 우족탕	식육 추출 가공품	한우 우족, 정제수

울산 축협한우		사골 고기곰탕	식육 추출 가공품	한우뼈추출액, 한우정육
울산 축협한우		사골 국물곰탕	식육 추출 가공품	한우뼈추출액
장수한우		장수한우 미역국	식육 추출 가공품	한우정육, 한우사골, 한우잡뼈, 볶음건미역, 고소한풍미분말, 한식간장, 정제 소금
장수한우		장수한우 육개장	식육 추출 가공품	한우고기, 새송이버섯, 느타리버섯, 건표고버섯, 건고사리, 대파, 고춧가루, 한우우지, 냉동다진 마늘
김동완		한우불고기 전골	식육함유 가공품	한우, 정제수, 소스, 대파, 건면, 팥이버섯, 양파, 마늘, 갈색설탕, 혼합간장, 배 푸레, 물엿, 참기름, 복합조미식품, 흑후추분말, L-글루탐산나트륨, 한식간장, 액상차
올가 홀푸드		제대로 차리는 한우 장조림	식육함유 가공품	한우, 알가열제품, 정제 소금, 정제수, 소스1, 유기 양조간장, 소스2, 천일염, 식육추출가공품

홍천한우 사랑말		홍천한우 사랑말 한우장조림	식육 추출 가공품	한우정육, 정제수, 소스1, 한우액상베이스, 소스2, 유기농양조간장, 사골곰탕, 천일염
THE FRESH		한우언양식식 쇠불고기	양념 육류	한우, 언양식 석쇠 소불고기 소스, 배 쥬레, D-소르비톨액, 소스, 참기름, 탈지분유, 대두단백, 정제 소금, 혼합간장, 백설탕, 함수포도당, 복합조미식품, 흑후추 가루, L-글루탐산나트륨, 구연산삼나트륨, 잔탄검, 통깨, 건대파, 양파 분말, 마늘 가루, 혼합제제, 소브산칼륨, 복합조미식품
국대 한우		언양식 한우 한판불고기	양념 육류	소고기, 소스, 물엿, 정제수, 설탕, 혼합간장, 아미노산액, 대파, 마늘
네이처파머		한우안심 스테이크	양념 육류	한우 안심 스테이크, 꼬냑향갈릭크림소스-F_냉동
우리푸드		최신사 한우 궁중 불고기	양념 육류	한우, 불고기소스, 백설탕, 양조간장, 대파
정육각		정은 숙성 한우 간장 불고기	양념 육류	한우 설도, 정제수, 혼합간장, 배 쥬레, 기타과당, 설탕, 양파 쥬레, 다진 마늘, 키위 가당 쥬레, 대두유, L-글루탐산나트륨, 5'-리보뉴클레오티드이나트륨, 정제 소금, 카라멜색소, 잔탄검, 흑후추 분말

한살림		한우양념 불고기	양념 육류	한우, 불고기양념액, 양파, 대파, 당근, 팥이버섯
에스에프 에스		피코크 한우 장조림	조림류	한우, 소스, 메추리알, 파리고추
울산 축협한우		한우 장조림	조림류	장조림용 소스, 한우, 메추리알
CJ 제일제당		한우 소고기죽	즉석조리식품	한우, 멧쌀, 정제수, 표고버섯홀, 당근, 옥배유, 양파, 복합조미식품A, 혼합간장, 추출가공식품, 참기름A, 혼합제제, 파액기스, 마늘, 설탕, 무추출물, 텍스트린, 사골농축액, 효모식품, 재제소금, 향미증진제, 참기름B, 복합조미식품B, 후춧가루, 카카오색소, 레시틴
CJ 제일제당		한우사골 곰탕	즉석조리식품	한우사골농축액, 한우사골액기스, 한우우린액, 정제수, 향미증진제, 천일염, 마늘농축액, 효모추출물, 쇠고기 대두
농협 목우촌		한우 도가니탕	즉석조리식품	한우 스지, 한우 사골액기스W, 정제수, 정제 소금, 한우 도가니, 마늘 분말, L-글루탐산나트륨, 5'-리보뉴클레오티드이나트륨

농협 목우촌		한우 무국	즉석조리식품	한우, 정제수, 무, 대파, 정제 소금, 복합조미식품, L-글루탐산나트륨, 후추가루, 설탕, 소스류1, 마늘, 소스류2, 소스류3, 양조간장
농협 목우촌		한우 미역국	즉석조리식품	한우, 정제수, 미역, 정제 소금, 복합조미식품, 혼합간장, 소스류1, 미림, 마늘, 참기름, 소스류2, 향미유
농협 목우촌		한우 우거지국	즉석조리식품	한우, 정제수, 우거지, 대파, 무, 복합조미식품, 식육추출가공품, 소스류1, 고춧가루, 고추씨가루, L-글루탐산나트륨, 후추가루, 정제 소금, 기타가공품, 소스류2
농협 목우촌		한우 육개장	즉석조리식품	소고기, 정제수, 대파, 숙주, 토란대, 고구마줄기, 소스류, 복합조미식품1, L-글루탐산나트륨, 정제 소금, 복합조미식품2, 고춧가루, 고추씨가루, 후추가루, 다진 마늘, 식육추출가공품, 참기름
올가홀 푸드		어린이 한우 된장국	즉석조리식품	양지사골농축액, 한우사골추출액, 한우사골농축액, 정제수, 두부, 애호박, 한우양지, 느타리버섯, 된장, 생미분, 대파, 소스1, 마늘, 소스2, 소스3, 소스4, 효모추출물
푸드 히스토리		문헌 전통한우 곱창전골	즉석조리식품	한우 소창, 호주산 대창, 호주산 염통, 고춧가루, 양파, 설탕, 다진 마늘, 혼합조미료, 사골국물, 새송이버섯, 팽이버섯, 양파, 대파, 푸른채소

[별첨 3] 한우식품과 대체식품의 관능평가 및 구매의향 설문조사 시트지

한우자조금 관능평가 시트지(떡갈비 형태 제품)						
번호: _____ 이름 : _____ 성별 : <u>남/여</u> 나이 : _____						
각 칸에 해당하는 점수를 써주세요. (1점 ~ 9점)						
	199	069	120	480	202	010
외관 (Appearance) ① 매우 나쁘다 ~ ⑤ 매우 좋다						
색 (Color) ① 매우 나쁘다 ~ ⑤ 매우 좋다						
이취 (Off-flavor) ① 매우 적다 ~ ⑤ 매우 심하다						
맛 (Taste) ① 매우 나쁘다 ~ ⑤ 매우 좋다						
풍미 (Flavor) ① 매우 나쁘다 ~ ⑤ 매우 좋다						
다즙성 (Juiciness) ① 매우 푹푹하고 건조하다 ~ ⑤ 매우 다즙하다						
연도 (Tenderness) ① 매우 질기다 ~ ⑤ 매우 연하다						
종합적 기호도 (Overall acceptability) ① 매우 나쁘다 ~ ⑤ 매우 좋다						
기타 의견						

한우자조금 관능평가 시트지(패티 형태 제품)

번호: _____ 이름 : _____ 성별 : 남/여 나이 : _____

각 칸에 해당하는 점수를 써주세요. (1점 ~ 9점)

	043	610	433	070	260	289
외관 (Appearance) ① 매우 나쁘다 ~ ⑨ 매우 좋다						
색 (Color) ① 매우 나쁘다 ~ ⑨ 매우 좋다						
이취 (Off-flavor) ① 매우 적다 ~ ⑨ 매우 심하다						
맛 (Taste) ① 매우 나쁘다 ~ ⑨ 매우 좋다						
풍미 (Flavor) ① 매우 나쁘다 ~ ⑨ 매우 좋다						
다즙성 (Juiciness) ① 매우 딱딱하고 건조하다 ~ ⑨ 매우 다즙하다						
연도 (Tenderness) ① 매우 질기다 ~ ⑨ 매우 연하다						
종합적 기호도 (Overall acceptability) ① 매우 나쁘다 ~ ⑨ 매우 좋다						
기타 의견						

한우식품과 대체식품 구매의향 설문조사(관능전)

번호: _____ 이름 : _____

※대체식품이란?

•식품공전에서는 "대체식품으로 표시하여 판매하는 식품"을 동물성 원료 대신 식물성 원료, 미생물, 식용충, 세포배양물 등을 주원료로 사용하여 기존 식품과 유사한 형태, 맛, 조직감 등을 가지도록 제조하였다는 것을 표시하여 판매하는 식품이라고 정의하고 있다.

1.당신의 성별은 무엇인가요?

- ①남자
- ②여자

2.당신의 연령은 어떻게 되나요?

- ①20대
- ②30대
- ③40대
- ④50대
- ⑤60대 이상

3.당신의 직업은 어떻게 되나요?

- ①대 학생
- ②대 학원생
- ③공무원
- ④회사원
- ⑤교수
- ⑥주부
- ⑦무직
- ⑧기타:()

4.당신의 소득은 어떻게 되나요?

- ①100만원 미만
- ②100-200만원 미만
- ③200만원-300만원 미만
- ④300만원-400만원 미만
- ⑤400-500만원 미만
- ⑥500만원 이상

5. 당신의 식이섭취 유형은 어떻게 되나요?

(택1: _____)

- ①잡식주의자(Omnivores)-채식,육식 모두 섭취 가능
- ②완전채식주의자(Vegans)-동물성 식품을 전혀 섭취하지 않음(5.1. 질문 응답해주세요)
- ③오보(Ovo)-채소, 과일, 달걀 섭취 가능(5.1. 질문 응답해주세요)
- ④락토(Lacto)-채소, 과일 우유(유제품) 섭취 가능(5.1. 질문 응답해주세요)
- ⑤락토오보(Lacto-ovo)-채소, 과일, 우유(유제품), 달걀 섭취 가능(5.1. 질문 응답해주세요)
- ⑥페스코(Pesco)-채소, 과일, 우유(유제품), 달걀, 생선 섭취 가능(5.1. 질문 응답해주세요)
- ⑦폴로(Pollo)-채소, 과일, 우유(유제품), 달걀, 생선, 닭고기 섭취 가능(5.1. 질문 응답해주세요)
- ⑧플렉시테리언(Flexitarian)-채소, 과일, 우유(유제품), 달걀, 생선, 닭고기, 육류 섭취 가능(5.1. 질문 응답해주세요)

5.1. 잡식이 아닌 채식을 하는 이유는?

(택1: _____)

- ①동물보호
- ②건강
- ③환경보호
- ④종교적 이유
- ⑤주변사람의 영향
- ⑥기타:(_____)

6. 한우식품(한우 고기 및 한우로 만든 육가공제품)을 구매하여 섭취해 본 경험이 있나요?

(택1: _____)

- ①있다(6.1.과 6.2. 질문에 응답해주세요)
- ②없다(6.3. 질문에 응답해주세요)

6.1. 한우식품의 섭취 빈도는 어떻게 되나요?

(택1: _____)

- ①매일
- ②2-3일에 한번
- ③1주일에 한번
- ④2-3주에 한번
- ⑤4-6개월 한번
- ⑥1년에 한두번
- ⑦1년에 한번 미만

6.2. 한우식품의 섭취 이유는 어떻게 되나요?

(택1: _____)

- ①맛이 좋아서
- ②품질이 좋아서
- ③위생적이어서
- ④영양가가 높아서
- ⑤안전성이 높아서
- ⑥기타:(_____)

6.3. 한우식품을 구매 및 섭취하지 않은 이유는 무엇인가요?

(택1: _____)

- ① 다른 고기와 비교하였을 때 맛과 영양에 차이가 없을 것 같아서
- ② 가격이 비싸서
- ③ 사육과정을 믿을수 없어서
- ④ 다른 고기와 비교하였을 때 품질에 차이가 없을 것 같아서
- ⑤ 기타: ()

7. 대체식품을 구매하여 섭취해 본 경험이 있는가?

(택1: _____)

- ① 있다(7.1.과 7.2. 질문에 응답해주세요)
- ② 없다(7.3. 질문에 응답해주세요)

7.1. 대체식품의 섭취 빈도는 어떻게 되나요?

(택1: _____)

- ① 매일
- ② 2-3일에 한번
- ③ 1주일에 한번
- ④ 2-3주에 한번
- ⑤ 4-6개월 한번
- ⑥ 1년에 한두번
- ⑦ 1년에 한번 미만

7.2. 대체식품의 섭취 이유는 무엇인가요?

(택1: _____)

- ① 건강 증진을 위해
- ② 비위생적인 사육·도축 환경 때문에
- ③ 윤리성 또는 동물 복지 때문에
- ④ 자원·에너지 절약과 환경 보호를 위해
- ⑤ 가족 중에 채식주의자가 있어서
- ⑥ 기타: ()

7.3. 대체식품을 구매 및 섭취하지 않은 이유는 무엇인가요?

(택1: _____)

- ① 구입할 수 있는 곳이 많지 않아서
- ② 일반 육류에 비해 맛이 없어서
- ③ 채식주의 식습관을 가지고 있지 않아서
- ④ 홍보/광고 부족으로 제품을 잘 알지 못해서
- ⑤ 인공첨가물이 걱정되어서
- ⑥ 기타: ()

8. 향후 한우제품 대신 대체식품을 구매하여 드실 의향이 있나요?

(택1: _____)

- ① 있다
- ② 없다
- ③ 잘 모르겠다

한우식품과 대체식품 구매의향 설문조사(관능후)

번호: _____ 이름 : _____

※관능평가에 사용되었던 199, 069, 120, 043, 810, 433은 대체식품 제품이고 480, 202, 010, 070, 260, 289는 한우 제품입니다.※

1. 대체식품을 섭취하였을 때 만족하였나요?

(택1: _____)

- ①만족한다
- ②보통이다
- ③불만족스럽다(1.1. 질문에 응답해주세요)

1.1. 대체식품을 섭취하였을 때 불만족한 이유는 무엇인가요?

(택1: _____)

- ①모양(외관)
- ②색상
- ③향(냄새)
- ④맛
- ⑤식감
- ⑥위생(안전성)
- ⑦기타:(_____)

2. 향후 한우제품 대신 대체식품을 구매하여 드실 의향이 있나요?

(택1: _____)

- ①있다(2.1. 질문에 응답해주세요)
- ②없다(2.2. 질문에 응답해주세요)
- ③잘 모르겠다

2.1. 한우식품 대신 대체식품을 섭취하려는 이유는 무엇인가요?

(택1: _____)

- ①건강 증진을 위해
- ②비위생적인 사육·도축 환경 때문에
- ③윤리성 또는 동물 복지 때문에
- ④자원·에너지 절약과 환경 보호를 위해
- ⑤가족 중에 채식주의자가 있어서
- ⑥기타:(_____)

2.2. 한우식품 대신 대체식품을 섭취하지 않으려는 이유는 무엇인가요?

(택1: _____)

- ①구입할 수 있는 곳이 많지 않아서
- ②일반 육류에 비해 맛이 없어서
- ③채식주의 식습관을 가지고 있지 않아서
- ④홍보/광고 부족으로 제품을 잘 알지 못해서
- ⑤인공첨가물이 걱정되어서
- ⑥기타:(_____)

「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」

