



제7회 청소년 체커톤 대회



2025. 4. 14. - 11. 15.



대 상

멸종위기종

▶ 서유리, 손완서



리포트

식용곤충은
인류의 미래식량으로서 가치가 있는가?

게 임

Bite or Beetle?
지구를 살릴 한 끼의 선택



각오한마디

구해라, 멸종위기종! 안녕하세요, 저희는 너구리를 닮은 팀장 서유리와 수리부 영이를 닮은 팀원 손완서로 이루어진 팩트체크 팀 '멸종위기종'입니다. 저희는 모두 생명과학을 희망 전공으로 선택하고 열심히 친환경 관련 연구를 진행하고 있는데요, 이번 대회의 주제가 환경이기도 하고 저희가 각각 멸종위기 종인 동물들을 닮았기에 팀 이름을 멸종위기종이라고 정해보았습니다. 멸종위기 동물이 발생하는 이유에서 환경 오염은 빼놓을 수 없기 때문에 저희 멸종위기종 팀은 저희의 주 분야인 과학을 이용해 정확하게 팩트체크를 진행하고 이를 해결할 방법까지 찾는 능동적인 모습을 보여드리도록 하겠습니다! 감사합니다!

팩트체크 리포트

식용곤충은 인류의 미래식량으로서 가치가 있는가?

팩트체크 계획 수립하기

이 주제를 선택하게 된 이유

2013년 영화 설국열차 속 바퀴벌레 양갱은 열악한 환경을 상징하는 극단적 장치로 소비자에게 혐오감을 불러일으켰다. 당시만 해도 “미래에는 곤충을 먹게 될 것이다”라는 말은 공상과학의 한 장면처럼 들렸고, 대중은 이를 하늘을 나는 자동차 같은 허황된 이야기로 치부했다. 그러나 10여 년이 지난 지금, 곤충 식품은 더 이상 상상의 영역이 아니다. 국내에서는 LG CNS가 2025년 강원 춘천에 연간 생산량 700톤 규모의 곤충 스마트팜 구축을 목표로 하고 있고, 해외에서도 영국의 Entocycle 같은 기업이 AI 기반 자동화 시스템을 통해 사료용 곤충 시장을 활성화시키고 있다. 이것은 곤충산업이 실험적인 단계가 아니라 산업적인 경쟁력을 갖춘 산업으로 도약하고 있다는 것을 보여준다.

그러나 사회적 인식은 여전히 기술 발전의 속도를 따라가지 못한다. 유엔식량농업기구(FAO)는 이미 2013년부터 곤충을 ‘작은 가축’이라 규정하며, 기아 문제와 환경 부담을 동시에 완화할 수 있는 지속 가능한 단백질원으로 주목했다. 그럼에도 한국 사회에서 식용 곤충은 여전히 혐오와 거리감의 대상으로 남아 있다. 이제 논의의 초점은 “우리가 곤충을 먹을 수 있나?”가 아니라 친환경적인 미래식량으로 주목받는 곤충 산업이 “실제로 친환경

적이고 지속 가능한가”에 맞추어야 한다. 또 곤충 부산물을 활용한 바이오플라스틱, 생분해 센서 등 새로운 부가가치 창출 사례가 등장하고 있지만 그런 부산물의 활용이 정말로 환경적, 경제적 가치를 가지고 있는지에 대해서는 면밀한 검증이 필요하다.

그래서 우리는

1. 식용곤충이 인류의 친환경 미래식량으로서 가치가 있는가?
 2. 곤충 부산물로 제작한 생분해성 플라스틱은 친환경적인가?
- 를 순서대로 검증해 곤충산업이 정말 친환경적인 미래식량이 맞는지 팩트체크하고자 했다.

팩트체크 방법에 대한 계획

1. 식용곤충이 인류의 미래식량으로서 가치가 있는가?

미래식량을 “사육, 가공이 친환경적이며 공급이 안정적이고 부산물이 유용한 식량이다.”라고 정의한 후 각각의 기준을 부합하는지 검증하자.

1.1 식용곤충의 영양학적 가치

- 1.1.1 FAO [Edible Insects] 보고서: 식용곤충 관련 자료 탐색
- 1.1.2 전국통합식품영양성분정보(원재료성식품)표준데이터(<https://www.data.go.kr/tcs/dss/selectStdDataDetailView.do>): 육류 영양성분 함량 비교
- 1.1.3 영양사 선생님 인터뷰: 학교 급식의 측면에서 식용곤충의 영양학적 특징과 상용화 수준 검토
- 1.1.4 곤충식품, 육류식품 섭취 체험을 통해 가격, 기호도 분석, 곤충식품 먹어본 후 소감 수렴
- 1.1.5 사이언스온 [국내논문] 새로운 식품원료로 등록된 식용곤충의 영양성분 비교 분석

1.2 사육/가공 과정의 친환경성

- 1.2.1 농촌진흥청 「곤충자원 식품소재화 연구」: 갈색거저리 유충 조리 및 가공 방식
- 1.2.2 사이언스온 [국가R&D연구보고서] 미래농업으로 곤충산업 활성화 방안

- 1.2.3 기사 2) 주현지, 블루오션이라던 곤충산업...“망해서 인터뷰 못해요”, KBS, 2022.07.05., (<https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5501427>)
- 1.2.4 사이언스온 [국가R&D연구보고서] 곤충산업 실태조사
- 1.2.5 사이언스온 [국가R&D연구보고서] 곤충의 사육기준 및 규격 설정 연구

1.3 공급의 안정성

- 1.3.1 과거 광우병, 조류독감, 구제역 관련 뉴스 확인: 폐기량, 축산물 가격변동 확인
- 1.3.2 식약처 안전성 평가 자료: 식용곤충 안정성 평가 테스트 결과
- 1.3.3 국가가축방역통합시스템(<https://home.kahis.go.kr/home/lkntscrinfo/selectLkntsOccrrncList.do>): 육류의 인수공통 감염병 현황
- 1.3.4 세계 대체육류 개발 동향 보고서: 곤충의 사료소비, 번식률 등 정보

1.4 부산물의 유용성

- 1.4.1 김재성, “곤충의 사체로 플라스틱 만든다?”, 어린이동아, 2023.08.15., <https://kids.donga.com/news/articleView.html?idxno=160374>
- 김만기, “파리로 생분해 바이오플라스틱 만든다”, 파이낸셜뉴스, 2023.08.15., <https://www.fnnews.com/news/202308141252071081>
- 1.4.2 김기원, “강원곤충산업센터, 연세대와 비침습-저비용 착용형 호흡 모니터링 기술 개발”, 스포츠서울, 2025.08.14 <https://www.sportsseoul.com/news/read/1538289>
- 1.4.2 바이오플라스틱 제작 실험 진행

2. 곤충 부산물을 이용한 바이오플라스틱 제작은 친환경적인가?

- 2.1 화학물질안전원 화학물질종합정보시스템(https://icis.me.go.kr/main.do;jsessionid=yN05L8T-YODCXtMcvDD1JD-L.icis_ipotal11): 실험과정에서 환경 오염이 일어날 만한 요소 분석
- 2.2 바이오플라스틱 제작 과정에서 쓰이는 알긴산나트륨, 아세트산의 수질, 토양 오염도 분석 실험 진행

팩트체크 해보기

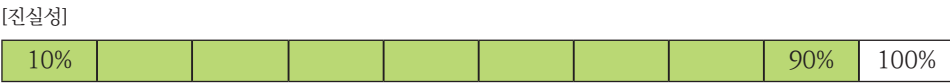
- ① 찾아보기
- 물어보기
- 직접해보기
- 반론의견

뉴스 기사에 대한 근거 조사

[식용곤충이 인류의 미래식량으로서 가치가 있는가?]

라는 대주제를 바탕으로 팩트체크를 진행하고자 한다. 사전조사를 통해 미래식량으로 평가 받으려면 “영양성분이 뛰어나며 수급 과정이 친환경적이어야 하고, 공급이 안정적이며 부산물 또한 유용해야 한다.” 라는 조건들을 충족시켜야 한다는 것을 알아냈고 이를 식용곤충에 적용해 각각의 기준에 얼마나 부합하는지 검증하고자 했다.

1. 식용곤충이 정말 육류보다 영양학적으로 나은가?



기사 1) 국승호, “성기상 한국곤충산업중앙회장 “곤충은 인류의 미래식량, 곤충산업은 친환경산업””, 전북일보, 2023-03-05, <https://www.jjan.kr/article/20230305580014>

“세계 인구가 급증하고 있는 가운데 하루에 굶어죽는 세계 인구는 2만 5000명 가량이라는 보고서가 있습니다. 유엔에 따르면 지난 2019년 전 세계 인구의 8.9%인 약 6억 9000만 명이 영양실조에 걸렸다고 합니다. 식량 위기의 시대입니다. 이를 해결할 유력한 대안으로 떠오르는 게 곤충농업입니다.”

식용곤충이 정말 식량위기를 해결할만한 미래식량으로서 가치가 있는지 영양학적으로 육류를 대체할 수 있는지에 대해서 자료조사를 해보았다.

1.1 육류와 식용곤충 영양성분 함량 비교

전국통합식품영양성분정보(원재료성식품)표준데이터를 통해 육류의 영양성분을 찾고

식품영양성분 데이터베이스를 통해 곤충식품의 영양성분을 찾아 비교해보았다.

100g	수분함량(g)	칼로리(g)	단백질(g)	지방(g)	철분
구운 소고기	41.7	400	18.9	33.99	2.92
구운 돼지고기	30.9	484	22.78	41.2	0.68
구운 닭고기	55.5	247	27.8	12.6	1.1
식용건조밀웜	자료없음	463	51.99	18.61	자료없음
번데기	71.5	148	14.87	8.37	1.09

수분함량을 제외하고 순질량만 비교해보았을 때 밀웜이나 번데기 등 곤충식품은 육류식품에 비해 단백질 함량이 높았고 지방 함량은 적었다. 인체에 꼭 필요한 영양소인 철분 또한 풍부하게 함유되어 있어 영양학적으로 육류를 대체할 수 있다.

1.2 FAO [Edible Insects] 보고서를 통한 영양성분과 먹이에 따른 영양성분 차이 분석

FAO [Edible Insects]는 2013년에 나온 보고서이지만 현재까지 가장 식용곤충에 대해 광범위한 지식을 담은 전문적인 보고서이다. 전문가 인터뷰를 진행했을 때에도 이 보고서를 첨부해주신 것을 보면 실무진들도 참고할 정도로 공신력있는 보고서라는 것을 알 수 있었다. 그래서 본 보고서를 통해 식용곤충의 영양학적 가치를 검증하고자 했다. 이 보고서에는 Finke(2002)이 갈색거저리(Tenebrio molitor)를 비롯한 여러 곤충류의 영양가를 분석한 실험 중 소고기와 거저리를 비교한 결과가 실려있다. 거저리에는 소고기보다 단백질과 수분 함량이 높고 지방이 낮으며 필수 아미노산이 더 풍부하고 비필수 아미노산은 적었다. 1.1에서 적힌 정보나 표에는 적지 않았지만 같은 사이트에서 검증한 정보와 비교하면 비슷한 결과를 보이고 있다.

그러나 곤충의 발육과 영양 성분은 곤충이 어떤 먹이를 먹느냐에 따라서 달라진다. 갈색거저리 유충은 식이 탄수화물 농도가 40% 이상이어야만 발육하고 탄수화물이 70% 포함된 음식을 먹고 자랄 때 최적으로 자란다(Behmer, 2006). 또한 건조 사료로만 기를 때보다 물을 공급할 때 지방함량이 높아지며 유충 발육이 더 빠르다(Urs 및 Hopkins, 1973a). 곤충을 저가의 유기폐기물 사료를 통해 사육할 수도 있지만 이러면 영양성분이 낮아진다.

⇒ 결론적으로 곤충은 육류를 대체할 만한 충분한 영양성분을 갖추고 있지만 먹이에 따라서

영양성분이 달라질 수 있기에 유기 폐기물만을 이용해 곤충을 사육하는 것은 효율적이지 못하다.

2. 식용곤충의 사육/가공 과정은 친환경적인가?

[진실성]



2.1 사육 과정에서의 사료전환 효율성, 온실가스 배출량, 물과 토지 사용량 비교

FAO의 [Edible Insects] 보고서를 보면 사료 전환 효율성이 우수하고 온실가스 및 암모니아 배출량을 저감시키며 물 사용량이 매우 많이 줄어들고 토지 활용 효율 또한 극대화된다는 사실이 확인된다. 가축과 비교했을 때 곤충 사육에 필요한 사료량이 훨씬 적는데 닭은 생체 무게 1kg 증가에 2.5kg, 돼지는 5kg, 소는 10kg의 사료가 필요한 반면, 귀뚜라미는 1.7kg만 필요하다는 연구 결과가 있다. 또 곤충은 몸의 80%가 식용 가능하기에 실질적인 사료 효율은 가축보다 2~12배 뛰어나다. 곤충 사육 시 배출되는 온실가스(GHG)와 암모니아는 돼지의 약 1/100, 소에 비해서는 그보다 훨씬 적다. 갈색거저리, 귀뚜라미 등은 돼지에 비해 온실가스 배출량이 최소 100배 이상 낮고, 암모니아 배출량도 10배 정도 낮은 것으로 보고되었다. 또한 1kg 단백질 생산에 필요한 물 사용량이나 토지 면적도 현저히 적는데 닭고기 1kg 생산 시 약 2,300리터, 돼지고기 3,500리터, 소고기는 22,000~43,000리터의 물이 필요한 반면 곤충은 이보다 훨씬 적은 물을 사용하며 사료에 약간의 물기만 더해지면 건조하거나 습윤한 환경과 무관하게 잘 성장한다. 그리고 우유(2.5헥타르), 돼지고기, 닭고기(2~3.5헥타르), 소고기(10헥타르)보다 훨씬 적은 면적에서도 성장한다.

2.2 국가 차원에서 곤충 산업 사육과정에 대한 가이드라인 설립

국가R&D연구보고서 [곤충의 사육기준 및 규격 설정 연구]를 통해 현재 국가에서 주요 식용곤충의 사육 기준과 위생, 품질 규격을 체계적으로 정립하려는 시도를 하고 있다는 것을 알았다. 관리 기준에는 사료원료 및 환경 관리, 성장 단계별 사육 조건 최적화, 산출물 품질 평가 기준 등이 포함되며, 관련 법규 준수와 식품안전성을 확보하는 데 중점을 두고 있다고 밝혔다. 이를 통해 농가별 편차를 줄이고 균일한 품질의 곤충 생산을 가능하게 하며

식용곤충 산업을 본격적으로 국내외 시장에 진출시키기 위한 초석을 닦고 있다는 것을 알 수 있었다.

2.3 가공 과정에서의 낮은 전력 소비 효율성

그러나 문제는 사육과정이 아닌 가공과정인데 곤충산업은 현재 90%의 사업체가 영세 규모 농가 중심으로 운영되고 있어서 가공 과정에서 사용되는 전력 소비 효율성이 낮은 편이다. 갈색거저리 등 곤충 가공에는 건조기, 착유기 같은 기계가 사용되는데 이들 기기의 전력 소모가 있음에도 불구하고, 소규모 사업장이 많아 기기를 풀로 가동하지 못하는 경우가 많아 단백질 생산량 대비 전력 소비 비율이 높아지는 현상이 나타난다. 이와 같은 문제는 현재 곤충산업의 규모가 작아서 생기는 것이며 미래에 산업 규모가 커진다면 점차 해결 될 문제로 보인다.

기사 2) 주현지, 블루오션이라던 곤충산업...“망해서 인터뷰 못해요”, KBS, 2022.07.05., (<https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5501427>)

위 기사를 통해서도 3년 전 곤충산업의 현실에 대해서 알 수 있다. 곤충산업은 미래 유망 산업으로 기대받으며 사육 농가도 2,800여 가구에 달하지만, 실제로는 영세 규모 농가가 90% 이상을 차지한다. 소비자 인식 부족으로 식용곤충 시장 확대가 더딘 데다, 산업 초기 단계로 가공, 유통 인프라도 미흡해 농가들이 제품을 제대로 판매하지 못하고 수익을 내기 힘든 구조였다. 그러나 현재는 LG CNS가 곤충 스마트팜 산업에 뛰어드는 등 점차 곤충 산업이 개발 초기 단계를 벗어나 산업화, 상용화 되고 있다고 보여진다.

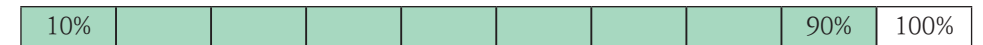
2.4 농촌진흥청 [곤충자원 식품소재화 연구]를 통한 갈색거저리 유충 조리 및 가공 방식

농촌진흥청의 연구에 따르면, 갈색거저리는 식품 원료로 안전성을 확보하는 과정이 매우 체계적이다. 우선 절식, 세척 과정을 통해 유충의 이취를 줄이고, 동결건조를 통해 고유 향미를 유지하는 가공법이 가장 보편적이다. 조리법으로는 볶음과 오븐 조리가 가장 기호도가 높으며, 분말, 원형, 다진 형태로 다양한 제품화 연구가 진행 중이다. 또 동결건조나 튀김 등의 공정이 향염 및 향당노 기능성 평가에서도 긍정적인 결과를 나타냈다. 이러한 조리 및 가공 기술은 곤충의 소비촉진에 중요한 역할을 하며, 안전성과 품질을 확보하는 친환경 가공법으로 자리잡고 있다.

⇒ **결론적으로** 사육과정에서는 육류보다 친환경적이거나 아직 산업 규모가 작기 때문에 가공 과정에서의 전력 효율성이 낮아 친환경적이지 않은 면이 존재한다. 사람들이 곤충을 선호하지 않는 것이 산업이 커지지 못하는 가장 큰 장벽이기에 이를 해소할 만한 조리, 가공 방법을 찾고 식용곤충의 이로움을 널리 알리는 것이 필요하다.

3. 식용곤충은 육류보다 안정적으로 공급될 수 있는가?

[진실성]



축산물 공급 가격 등은 가축 질병 발생과 글로벌 시장 변동성, 기후 변화 등의 영향으로 변화가 심하다. 2025년 현재 국가가축방역통합시스템(<https://home.kahis.go.kr>) 자료에 따르면 국내에서 다양한 법정 가축전염병이 지속해서 발생 중이다.

공개 대상 가축전염병	구제역, 돼지열병, 돼지오제스키병, 돼지생식기호흡기 증후군, 브루셀라병, 결핵병, 고병원성조류인플루엔자, 추백리, 가금티푸스, 뉴캐슬병, 사슴만성소모성질병, 낭충봉아부패병, 아프리카돼지열병, 렘피스킨
공개 대상 가축	소, 산양, 면양, 돼지, 닭, 사슴, 오리, 거위, 칠면조, 메추리, 염소

2025년 9월 기준으로 소 한우 농가에서 결핵병이 20건 이상, 고병원성 조류인플루엔자 발생 건수도 3건이 보고되었으며, 돼지 농가에서도 구제역 및 돼지열병이 지속적으로 발생하고 있다. 이렇듯 가축의 전염병은 축산물 생산과 공급에 심각한 문제를 야기하며 폐기되는 가축의 수도 매년 수천에서 수만 두에 이른다.

논문 김정현.서병선, “구제역 발생이 돈육가격에 미치는 영향 : 사건 연구(Event Study)의 적용”, 한국농촌경제연구원, 농촌경제 제 37권 제 1호 97-114

2010~2011년 국내에서 발생한 구제역은 국내 돈육가격이 국제 가격 추세와 달리 비정상적으로 움직이는 현상을 발생시켰다. 구제역은 전염성이 강하고 피해 규모가 커서 국내 축산업 전반의 가격 및 생산에 부정적인 영향을 미쳤다. 사건 연구 분석 결과, 구제역 발생 이후 국내 돈육가격은 국제 가격과의

장기균형 수준보다 낮게 형성되며 통계적으로 유의한 가격 이탈을 보였다. 이는 구제역과 같은 가축 질병이 돈육가격 불확실성을 확대하고 시장 안정성을 위협한다는 점을 보여준다.

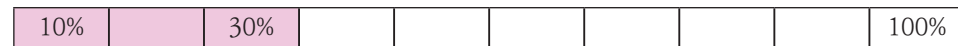
본 연구에서는 구제역으로 인해 국내 돈육 가격이 상승했다는 것을 통계학적인 분석 방법인 사건연구 방식으로 분석했다. 따라서 구제역과 같은 가축감염병이 발생하면 많은 가축들이 폐사당하고 사람들이 돈육 소비를 꺼리게 되는 등 시장에 큰 영향을 미친다.

동국의대 예방의학교실의 자료인 인수공통감염병의 역사와 현황 PPT를 통해 식용곤충은 상대적으로 인수공통 감염병 발생 위험이 낮다는 것을 알았다. 또 높은 번식률과 사료 전환 효율로 대규모 안정 공급이 가능한 대체 단백질원으로 주목받고 있다. 궁극적으로 식용 곤충은 안정적이고 지속 가능한 미래 식량 자원으로 자리 잡을 잠재력을 갖추고 있다.

⇒ **가축전염병 발생시** 육류 가격이 상승하고, 또 많은 폐사로 인한 축사의 피해와 생매장으로 인한 윤리적 문제, 매장 후 썩는 과정에서 메탄가스 발생 등 환경적인 문제로 많은 어려움이 발생한다. 그러나 식용곤충은 현재까지 밝혀진 바로 인수공통 감염병이 없을뿐더러 문제가 생겨도 폐기가 쉬워 안정적인 단백질 공급원으로 주목할 만하다.

4. 식용곤충의 사육과정에서 나오는 부산물은 유용하고 친환경적인가?

[진실성]



기사 3) 김만기, “파리로 생분해 바이오플라스틱 만든다”, 파이낸셜뉴스, 2023.08.15., <https://www.fnnews.com/news/202308141252071081>

“미국 텍사스 A&M 주립대 연구진이 ‘동애등에’라는 파리로 생분해 바이오플라스틱을 만들었다. 곤충의 사체(죽은 몸)로 자연에서 오염 물질을 남기지 않고 완전히 분해되는 ‘생분해성 플라스틱’을 만들 수 있다는 연구결과가 나왔어요.“

기사 4) 김기원, “강원곤충산업센터, 연세대와 비침습·저비용 착용형 호흡 모니터링 기술 개발”, 스포츠서울, 2025.08.14 <https://www.sportsseoul.com/news/read/1538289>

“농산물원종장 곤충산업센터는 곤충산업화지원시설에서 생산된 밀웬(갈색거저리) 껍질에서 친환경 공정을 통해 의료용으로 활용 가능한 키토산을 추출했다. 연세대 최승호 교수팀은 여기에 글리세롤과 흑연을 혼합해 신축성과 전도성을 동시에 갖춘 생분해성 복합소재를 개발했다.”

사이트 1) “생분해도 시험/검사”, KATRI 시험연구원,

2025.09.10 <https://www.katri.re.kr/kr/example/contentsid/1650/index.do>

생분해도를 평가하는 기준에는 땅에 묻은 후 어느 정도 시간이 지나야 분해되는지, 분해된 이후 토양에서는 식물이 멀쩡하게 자랄 수 있는지만 담겨있다. 생분해되는 도중에 토양이나 주변 수생태계에 어떤 영향을 미치는지는 고려되지 않는 기준이라는 의미이다.

미국 텍사스A&M대의 연구팀이 동애등에에서 키토를 추출해 바이오플라스틱 개발에 성공했다. 이렇게 제작한 바이오플라스틱은 자신의 무게에 47배 정도의 물을 저장할 정도로 흡수력이 뛰어난 것으로 알려졌다. 그러나 바이오플라스틱은 물과 닿았을 때 녹지 않는 소수성 기능이 없기에 보통의 플라스틱처럼 사용하기는 어렵다. 그래서 기사 4의 사례처럼 센서 등의 첨단 기술에 적용을 많이 하는데 첨단기술에 사용하는 것은 더 정밀한 재료를 쓰는 경우가 많기에 부산물을 이용한 바이오플라스틱 제작은 가능한 하지만 상업성은 없는 현황이다.

보통 곤충의 허물이나 외피에서 추출할 수 있는 키토는 흔히 바이오플라스틱 제작에 쓰이는 키토산과는 성분이 다르다. 그래서 연구팀들은 키토를 추출해 키토산으로 만들기 위해 탈단백화, 탈무기화, 탈아세틸화를 거친다. 이런 과정을 통해서 키토와 붙어있는 다른 단백질들과 무기질을 제거하고, 아세틸기를 제거하고 산이 될 수 있도록 아미노기를 노출시킨다. 이 과정에는 수산화나트륨(NaOH), 염산(HCl) 등 부식성과 독성을 가진 화학약품이 사용된다. 특히 탈아세틸화 과정에서 고농도의 NaOH 용액을 고온에서 처리해야 하며, 이 과정에서 다량의 전기와 물, 화학약품이 소모되고, 이산화탄소와 폐수 등이 발생할 수

있다. 이렇게 키토산의 형태를 만든 후에도 바이오 필름으로 제작하려면 아세트산에 녹인 후 구연산과 같은 유기산과 혼합하여 가교 결합을 유도해줘야 하는데 가교결합이란 고분자 분자 사슬끼리 연결되는 것으로 탈수축합 반응이나 가수분해 반응 등 물이 제거, 혹은 투여되면서 결합한다. 이렇게되면 결과적으로 완성된 바이오플라스틱 자체는 생분해성을 가지지만, 그 생산과정에서 에너지 소모와 환경 유해 요소인 고농도 알칼리, 산, 잔류 문제 등이 발생할 수 있다.

더욱이 사이트 1을 참고하면 생분해성이라는 특성은 플라스틱이 미세조각 없이 자연환경에서 분해된다는 뜻이지, 무조건 '무해하다'는 뜻은 아니다. 토양 속으로 유입된 분해 부산물은 토양 pH 변화, 미생물 군집 교란 등 부작용을 유발할 수 있다. 따라서 '생분해된다'는 이유만으로 바이오플라스틱을 무조건 친환경적이라고 평가하기는 어렵다. 진정한 친환경성은 전과정 평가(LCA)를 통해, 원료 추출, 생산 공정, 사용, 폐기 및 분해 후 영향까지 포함해 판단해야 한다. 바이오 기반이라도 그 생산과정이 복잡하고, 화학약품 및 에너지 사용이 많다면 환경부하가 낮다고 보장할 수는 없다. 기사나 자료를 통해서 이 생분해성만 강조되어 생산공정에서의 환경부하는 축소하는데 모든 측면을 바라보아 팩트체크하는 것이 필요하다.

=> 곤충의 사육과정에서의 허물이나 외피 등 부산물을 통해서도 유용한 바이오플라스틱, 센서 등을 만들 수 있다. 그러나 현재의 바이오플라스틱은 소수성 특징을 잘 가지지 못하며 첨단 기술에 사용되기에는 다른 재료에 밀려 큰 산업성을 가지기는 어렵다. 또한 제작 과정에서 아세트산이나 수산화나트륨 등 환경에 해가 될 만한 성분들이 들어간다는 점 또한 간과할 수 없다.

1. 학교 강지혜 영양교사, 설윤숙 영양교사

- 1) 식용곤충은 영양학적으로 단백질, 철분, 칼슘, 아연 등 무기질 함량이 일반 육류보다 높고 지방 함량은 낮다.
- 2) 식용곤충은 온실가스 및 탄소 배출량이 적기 때문에 환경적으로 이점이 있으며, 지속 가능한 식량 자원으로 평가된다.
- 3) 학교 급식에는 아직 식용곤충 도입이 매우 제한적이다. 전북 완주군 등 일부 지역에서 시험적으로 제공되었으나, 전반적으로는 사용되지 않고 있다.
- 4) 학교 급식에 식용곤충이 널리 도입되지 못한 이유는 식품의약품안전처의 허가, HACCP 인증, 학교급식법 등을 모두 충족해야 하며, 식품 알레르기와 선호도도 장벽이 되기 때문이다.
- 5) 영양 측면에서는 일부 육류를 식용곤충으로 대체할 수 있는 가능성이 있다. 그러나 학교 급식에서는 단체 급식에 맞춘 가공제품 공급과 정책적 기반이 필요하다.

학교 영양사님과 진행한 인터뷰를 통해 학교 급식에 식용곤충이 도입되지 못하는 이유는 식품 허가 기준이 높기 때문이며 선호도 측면에서도 크게 떨어지기 때문이라는 것을 알게 되었고, 시험적으로 식용곤충이 제공되었던 사례를 찾아보다보니 충북 청주의 사례를 발견하게 되었다.

안정은, “식용 곤충 활용한 어묵·돈가스…학생들 반응은?”, SBS, 2021.04.06. (<https://youtu.be/CqQjVra39c?si=LbujK61iriTIRA5m>)

식용곤충인 갈색거저리에서 자란 동충하초 버섯을 갈아 넣은 어묵을 제공했는데 막상 먹어보니 큰 거부감은 없었다. 식용곤충임을 모르고 먹으면 평범하게 먹을 수 있을 것 같다 등의 반응이 나왔다.

목적 : 식용곤충의 영양학적 특성과 급식 도입 가능성에 대한 자문

인터뷰어 : 서유리, 손완서 학생

Q1. 곤충 식품이 미래 식량으로 주목받고 있는데요. 소, 돼지, 닭과 같은 일반 육류와 비교했을

때 영양 성분 면에서 어떤 차이가 있는지 궁금합니다. 특히 단백질 구성이나 기타 영양소 측면에서 차이점이 있다면 설명 부탁드립니다.

-> 곤충 식품의 경우는 건조 형태로 많이 사용을 하고 소, 돼지, 닭과 같은 일반 육류의 경우는 생고기를 주로 사용하는데, 두 식품의 경우 모두 단백질 함량은 높은 편입니다. 일반 육류보다는 식용곤충의 단백질 함량이 조금 더 높은 편이며, 단백질을 구성하는 기본 성분인 아미노산 중 음식을 통해서 직접 먹어야하는 필수아미노산은 두 식품 모두 고르게 포함은 되어 있으나 메티오닌, 트립토판 등의 함량은 식용곤충의 경우 다소 낮을수 있습니다. 지방의 경우 곤충식품에는 심혈관 건강, 뇌 기능개선, 염증감소 등 도움을 주는 불포화지방이 많으며, 일반 육류식품의 경우에는 포화지방이 많아 과도하게 섭취하게 될 경우 콜레스테롤 수치를 높여 심혈관 질환을 증가시킬수 있습니다. 그 밖에 식용곤충은 일반 육류에 비해 철분, 칼슘, 아연 등 무기질 함량이 매우 높으며, 탄소 배출이 적어 환경 지속 가능성 측면에서도 큰 장점을 가지고 있습니다.

Q2. 현재 학교 급식에 식용곤충이 사용되고 있는지 궁금합니다. 혹시 사용되고 있다면 어떤 방식으로 제공되고 있는지, 사용되지 않는 경우에는 그 이유가 무엇인지 여쭙고 싶습니다.

-> 현재 학교급식에서 식용곤충의 활용은 매우 제한 적이며, 차츰 시범적 도입이 되고 있는 단계입니다. 시범적인 사례를 보면 2021~2023년 전북 완주군에서 초등학교생을 대상으로 곤충 단백질 파우더를 빵과 국물에 혼합하여 곤충빵, 귀뚜라미 칼국수, 밀웜쿠키 등을 개발해 제공된 사례가 있습니다.

위 사례를 통해 보듯이 곤충 식품을 파우더 형태로 섞어 음식 식감을 최소화 하는 방향으로 사용되었습니다. 현재 급식에 많이 사용되고 있지 못한 이유는 기호도 측면에서 거부감이 클 수 있으며, 학교급식은 「식품위생법」 및 「학교급식법」에 따라 식품안전성·영양성·기호도 등을 고려해야 합니다. 또한 예산으로 운영되는 학교급식은 단가가 비싼 식용곤충의 구입이 어려울수 있으며, 식품알레르기도 유의해야 합니다.

Q3. 영양선생님께서 식용곤충이 일반 육류를 부분적으로라도 대체할 수 있는 가능성이 있다고 보시지요? 영양적 측면뿐 아니라 학교 급식이나 일반 소비 측면에서도 의견을 듣고 싶습니다.

-> 현재 학교급식에서는 지속가능한 식생활을 위하여 월 2회 페스코 단계의 채식 식단을

월 2회 시행하고 있는 만큼 일반 육류를 부분적으로 대체할 수는 있다고 봅니다. 곤충 식품의 경우 단백질 미네랄 강화에 탁월하기 때문에 영양적으로는 대체가 가능할수 있으나, 학교급식은 단체 급식인 만큼 일반화 된 시장의 제품의 소비가 필요합니다. 학교급식은 학교조달시스템으로 입찰을 통해 업체 선정을 하고 업체를 통해 제품을 공급받고 있는 만큼 일반화 되지 않은 식품을 공급받는 것은 어려우며, 곤충 식품의 경우 알레르기를 유발할수도 있고 거부감이 큰 식품인 만큼 일반소비화 되기까지는 앞으로 연구가 필요하다고 봅니다.

2. (주)한국유용곤충연구소

유용곤충에 관해 연구하며 식용 곤충을 실제로 사육, 판매하는 회사에 사육과정과 가공 과정, 유통과정에 대한 정보를 듣고자 메일을 보내고 답변을 받았습니다.

1. 식용곤충 사육기간 / 사육과정 중 탄소배출량과 같은 참고자료 존재 여부

굽쟁이나 밀웜(거저리 종류) 정도는 약 100일 정도 사육하고, 귀뚜라미는 약 120~150일 정도 사육. 동물성 단백질을 얻는 과정에서 가축을 사육해서 얻는 것보다 곤충사육으로 얻는 단백질이 더 친환경이다. 첨부자료를 참고할 것. FAO 보고서를 제공해주심.

2. 곤충을 식품이나 원료로 가공하실 때 사용되는 주요 설비와 가공에 소요되는 시간

주요 가공장비는 건조기와 착유기. 건조방식은 여러 가지가 있지만 마이크로웨이브(전자렌지 방식)는 약 15분 정도면 건조 완료(수분함량 7% 이하), 기타 열풍건조 방식은 70도 경우 2~3일 건조가 필요. 곤충모양 그대로는 혐오감이 있으므로 분말로 가공하는 경우도 있는데, 그런 경우 반드시 착유를 해야 함. 밀웜의 경우 오일 함유량이 약 30% 정도이므로 완전히 건조되었다면 착유하는 데는 1시간 정도 소요.

3. 제품의 유통 방식, 평균적인 유통기한

식용곤충은 혐오감이 있어 소비자들이 활발하게 소비하지는 않는다. 현재는 가축의 보조사료용으로 많이 유통됨. 요즘은 고령화 시대이기도 해서 무엇보다 노인들의 근감소증과 영양식을 위해 많은 홍보 전략들이 필요함. 착유과정을 거친 곤충 분말형태나 지방이 적은 식용곤충은 약 1년 정도 유통기한을 가질 수 있고, 그렇지 않으면 3~5개월 정도로 짧다.

지방이 있으면 산패가 일어날 수 있으나, 곤충지방은 다른 지방에 비해 산패가 빨리 일어나지는 않음.

양영철 한국유용곤충연구소 대표님과 진행한 인터뷰를 통해 실제 식용곤충 사육기간, 가공 과정에서 사용되는 설비에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있었다. 건조방식과 섭취 방식에 따라 가공 과정에 차이가 있었고 주로 분말형태 가공 시에는 착유과정이 포함된다는 것을 알게 되었다.



3. (유) 00

식용곤충을 이용한 펫푸드 산업을 하고 있는 회사에 사육, 가공, 유통 과정을 질문했으나 답변을 받지 못하였다.

③ 직접해보기

직접 실험 해보기

1단계 대체 단백질원으로서의 가능성 알아보기

1-1. 식용 곤충 섭취하기

식용 곤충은 미래 식량 중 대체 단백질원으로 자주 언급된다. 이에 현재 가장 흔한 동물 단백질원 돼지고기, 소고기, 닭고기와의 비교를 위해 식용 곤충 관련 제품을 구매하고 섭취해보았다. 현재 팀원들이 재학 중인 고등학교는 기숙사 생활로 인해 외부 출입이 제한되어 있어, 다양한 식용 곤충 제품을 온라인을 통해 택배로 주문해 체험해보았다. 2024년 8월에 주문한 제품은 건조 고소애(100g, 10,000원), 고단백 고소애 아몬드 쿠키(1EA, 3,500원), 고단백 고소애 초코칩 쿠키(1EA, 3,500원), 고소애 브라우니(1EA, 4,000원), 건조 쌍별 귀뚜라미(100g, 23,900원)로 총 다섯 가지였다.



건조 밀웜(고소애)은 바삭하고 고소한 맛이 특징이었다. 짠맛이 거의 없고 새우를 연상케 하는 풍미 덕분에 큰 이질감 없이 섭취할 수 있었다. 그러나 머리 부근의 입과 다리 부분은 까끌거려 삼키는 데 다소 불편함이 있었으며, 이로 인해 먹는 동안 가벼운 거부감을 느꼈다. 또한 제품 특성상 부서지기 쉬워 포장에 많은 완충재가 사용되었는데, 5개 제품 배송 시 북북이와 비닐 에어백 등 재활용이 어려운 포장재가 총 8개 발생해 친환경적이지 않다는 점이 아쉬웠다. 팀원이 아닌 학교 친구들에게도 시식 행사를 열어 다양한 사람의 의견을 수렴했다. 총 14명의 친구들과 선생님께 시식을 권유했고 수락한 사람은 10명이었다. 먼저 원형 그대로 건조한 고소애를 섭취한 5명은 다음과 같은 후기를 남겼다.

A (2학년)	맛은 나쁘지 않지만, 다리가 남는 게 불쾌하다.
B (2학년)	짭짤한 미숫가루 맛이다.
C, D (2학년)	밍밍한 새우깡맛이다.
E (화학 선생님)	습습하고 고소하지만 끝맛이 약간 짜다. 비주얼은 나쁘지 않다. 땅콩 껍질 식감인데 쓴 맛은 없다.

다음으로 고소에 분말이 첨가된 가공 디저트를 섭취한 6명은 다음과 같은 후기를 남겼다.

E (화학 선생님)	초코칩 쿠키와 아몬드 쿠키 모두 일반 쿠키맛인데 딱딱하다. 곤충 섭취 경험이 처음이라 정확한 비교가 어렵지만, 끝맛이 살짝 있는 것 같기도 하다.
F (수학 선생님)	아몬드 쿠키는 약간 개미 냄새가 있는 것 같다. 초코칩 쿠키와 브라우니는 티가 거의 나지 않지만 번데기 같은 뒷맛이 살짝 있다.
G (1학년)	아몬드 쿠키 섭취, 밀웜맛 없는 일반 쿠키 맛이다.
H (1학년)	아몬드 쿠키/초코칩 쿠키 섭취, 초코칩 쿠키는 일반 쿠키 맛, 아몬드 쿠키는 고소한 맛으로 거부감은 없다.
I (1학년)	아몬드 쿠키 섭취, 밀웜 향이 없는 맛있는 쿠키 같다.
J (1학년)	아몬드 쿠키/초코칩 쿠키 섭취, 초코칩 쿠키는 맛있다. 아몬드 쿠키는 아몬드가 있어서 그런지 묻혀서 곤충 맛은 없다.

섭취를 거부한 사람은 4명이었는데 이유는 곤충맛이 느껴지는 것이 싫다, 식감이 안좋다, 먹고 나서 입안에 남는 게 거슬린다, 그냥 싫다, 예전에 곤충이 아니라고 속아서 먹은 적이 있어 트라우마가 남았다 등이 있었다.

쌍별 귀뚜라미는 시식 행사에서는 사용하지 않고 팀원들끼리만 섭취했다. 밀웜에 비해 식감이 덜 바삭하고 특유의 약한 신맛이 느껴졌다. 특히 날개의 비닐 같은 질감과 다리 부위의 까끌거림은 식감을 해치며 섭취에 대한 거부감을 유발했다. 밀웜보다 섭취 난도가 높았으며, 이로 인해 원형 그대로 섭취하기보다는 다리나 날개를 제거하거나 분말화하여 요리에 사용하는 것이 더 좋을 것 같다는 의견이 지배적이었다.

1-2. 육류 단백질 섭취하기

식용 곤충과의 비교를 위해 섭취한 육류 단백질은 소고기, 돼지고기, 닭고기이다. 식용 곤충처럼 가공이 적은 방식으로 섭취하기 위해 소고기와 닭고기는 정육 식당에서 불판을 이용해 구워서 섭취했고, 돼지고기는 식용 곤충 가공 디저트와 비슷한 형태로 섭취하기 위해 굽네 치킨에서 판매하는 구운 치킨 형태로 섭취했다. 2024년 8월에 섭취했으며 소고기(한우채끝등심, 1++, 192g, 38,400원), 돼지고기(생삼겹살, 150g, 9,500원), 닭고기(1마리, 560g, 22,900원)로 총 세 가지였다.



소고기는 정육 식당에서 섭취했는데도 피를 제거하기 위한 흡습제와 함께 플라스틱 접시에 랩으로 포장되어 있었고 돼지고기는 접시에 담겨져 나왔다. 닭고기는 매장에서 배달은 시켰는데 종이 상자가 비닐에 담겨 배달되었다. 양념이 묻었기에 종이 상자라 해도 재활용은 불가능하기에 3개의 고기 섭취 과정에서 재활용이 어려운 포장재의 개수는 3개였다. 식용 곤충과 비교했을 때 포장재의 개수가 적기는 하지만 이는 현장 섭취와 택배 배송의 차이도 있기 때문에 일반화하기에는 부족하다.

1-3. 사료 산업에서의 식용 곤충 현황 알아보기

식용 곤충이 현재 활발하게 이용되고 있는 분야 중 하나는 동물 사료 산업이다. 현장에서 식용 곤충이 사용되는 사료를 찾아보기 위해 부평의 무인 반려동물 용품 판매점을 방문했다. 현장에서 찾을 수 있는 식용 곤충 관련 사료는 2024년 9월 기준으로 인섹트도그 하이포알러젠(1200g, 23,400원), 인섹트도그 하이포알러젠 MINI(1200g, 23,400원), 더텐 소프트 인섹트&알러지(밀웜, 1000g, 18,900원), 더텐 오븐베이커 알러지케어&관절(1500g, 23,400원), 더텐 오븐베이커 알러지케어&체중(1500g, 23,400원), 디어랩 동결 건조 쌍별 귀뚜라미(20g, 4,300원)로 총 여섯 가지였다.



가장 흔하게 찾을 수 있는 식용 곤충의 종류는 밀웬이었다. 현장에서 발견한 곤충 사료는 모두 밀웬을 사용한 제품이었으며 간식으로 판매하고 있는 동결 건조 제품만 쌍별 귀뚜라미를 사용했다. 현장에서는 발견할 수 없었지만 온라인에서는 동애등애를 단백질원으로 사용한 사료도 판매 중이었으며 대부분 저알러지 사료로 홍보하고 있었다. 가격은 같은 브랜드의 일반적인 닭고기, 소고기 등을 주 단백질원으로 한 사료에 비해서 1.2배 정도 비쌌다.

2단계 사육 과정에서의 친환경 알아보기

식용 곤충의 사육 과정 중 친환경성에 대해 알아보기 위해 직접 사육 실험을 계획했다. 여러 논문과 사육 가이드를 찾아본 결과, 귀뚜라미는 사육 난이도가 낮고 성장 속도도 빠르지만, 울음소리가 크다는 단점이 있었다. 실제로 성체 귀뚜라미는 평균 55~65dB 수준의 소리를 지속적으로 내며, 이는 도서관 내부의 책이 떨어져 시끄러운 소음 수준에 해당한다. 이러한 특성은 기숙사와 교실이 인접한 고등학교 환경에서 사육하기에 부적절하다고 판단되어, 울음소리가 없는 밀웬을 사육 대상으로 선택하였다. 밀웬은 성충이 되기 전의 애벌레 단계만 식용으로 허가되어 있으며, 식품의약품안전처에 따르면 국내에서는 번데기 및 성충 형태는 식품 원료로 등록되어 있지 않아 섭취가 불가능하다. 밀웬은 온라인 곤충사육 전문 업체에서 1000마리 단위로 8,000원에 구매할 수 있었으며, 크기 약 2~3cm, 무게 약 0.2g 내외로 배송되었다. 특히 여름철에는 고온으로 인한 폐사를 막기 위해 아이스팩 추가가 필수적이었다. 사육 환경은 비교적 단순하고 유지가 쉬웠다. 플라스틱 사육통에 바닥재로 밀기울을 500g 정도 깔고, 먹이 겹 서로 바닥재로 사용하였다. 수분 공급은 당근, 감자, 사과 등 수분 함량이 높은 뿌리채소를 2~3일에 한 번,

약 20g씩 제공하였다. 밀웬은 평균적으로 25~28도에서 가장 활발히 성장하며, 습도는 60~70% 정도를 유지하는 것이 이상적이라고 알려져 있다. 그러나 실제 사육에서는 여름철 실내 온도인 29~31도 수준에서 매우 빠르게 성장하여, 일부 개체는 2주 내에 번데기로 전환되었다. 이러한 높은 온도는 식용으로 활용 가능한 애벌레 상태를 유지하기 어렵게 만드는 요인이었다.



또한 사육 과정에서는 허물이 다량 발생하였다. 밀웬은 성장 과정에서 평균 10~20회 탈피를 거치며, 탈피된 허물은 밀기울과 혼합되어 바닥에 축적된다. 일주일 기준 허물 발생량은 약 5g 정도로 추정되었으며, 이는 시간이 지날수록 환기와 청결을 해치는 요인이 되었다. 허물의 주성분은 키틴(chitin)으로, 이는 생분해성 바이오플라스틱이나 의료용 소재로 활용될 수 있는 고부가가치 물질이다. 그러나 현재의 사육 환경에서는 밀기울과 허물을 효율적으로 분리할 수 있는 구조가 갖추어져 있지 않다. 밀기울은 가볍고 고온 입자를 가지기 때문에 분리 과정에서 함께 날아가거나 뒤섞이기 쉽고, 결과적으로 허물을 따로 수거하지 못한 채 바닥재를 통째로 교체하며 폐기해야 하는 상황이 반복되었다. 이렇게 약 3주간 사육을 진행하면서 발생한 폐기물은 237g이다.

3단계 식용 곤충의 허물을 이용한 바이오플라스틱 제작하기

곤충 허물과 외골격의 주 성분인 키틴은 고분자 물질로 서로 강력하게 결합하여 단단하지만 유연한 폴리머를 만들 수 있다. 이는 플라스틱의 성분과 비슷하여 과학계에서 키틴을 이용한 바이오플라스틱 연구를 활발히 진행 중이다. 그러나 곤충은 크기가 작아 한 마리에서 많은 양의 키틴을 얻을 수 없기 때문에 갑각류의 껍질이나 곤충의 사체를 이용하는

경우가 대부분이다. 또한 키틴으로 제조하는 바이오플라스틱은 소수성이 강해 물에 약하다는 단점도 있다. 우리는 이를 보완하기 위해 식용 곤충의 생산 과정에서 지속적으로 발생하는 밀웬과 바닥재로 사용 후 폐기되는 밀기울을 이용해 반대 전하 효과 기반 바이오플라스틱 제조 실험을 시행했다.

실험에 사용한 곤충은 밀웬과 누에였으며, 이들의 허물은 각각 밀기울과 뽕잎을 먹이로 제공하여 사육한 뒤 탈피된 것을 채집하였다. 수확한 허물은 막자사발을 이용해 분말로 분쇄한 후, 키토산 및 셀룰로오스와 혼합해 필름 원액을 만들었다. 필름 제작에 사용된 셀룰로오스는 밀웬이 섭취한 밀기울, 누에가 섭취한 뽕잎에서 얻은 분말로 대체하였고, 아세트산은 증류수를 사용해 10% 농도로 희석한 것을 적용하였다. 필름은 총 5가지 조성으로 제작하였으며, 각 조성은 아래와 같다.

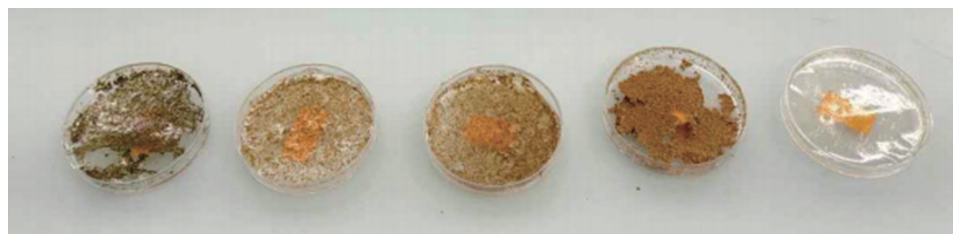
용액 1: 누에 허물(0.05g) + 뽕잎 분말(0.05g) + 키토산(0.1g)

용액 2: 밀웬 허물(0.05g) + 밀기울 분말(0.05g) + 키토산(0.1g)

용액 3: 밀웬 허물(0.1g) + 키토산(0.1g)

용액 4: 밀웬 허물(0.2g)

용액 5: 키토산(0.2g)



이러한 조성은 각각 0.5mL의 아세트산과 5mL의 증류수에 용해하여 향온습기에서 건조 시킴으로써 필름 형태로 제작되었다. 결과적으로 모든 조성에서 물리적인 필름이 성공적으로 만들어졌으며, 색상은 연한 황갈색이었고 형태는 얇고 반투명한 상태였다. 제작된 바이오필름의 성능 검증을 위해 인장 강도 실험을 진행하였다.

측정 결과, 가장 높은 인장 강도를 보인 것은 용액 2(1.118 kgf/mm²)였으며, 그 뒤로 용액 3(0.85), 용액 5(0.822), 용액 1(0.44), 용액 4(0.375) 순이었다. 이는 밀웬 허물, 밀기울 분말, 키토산이 조합된 조건에서 가장 강한 기계적 특성을 보인다는 것을 의미하며, 필름 내의 키토산과 셀룰로오스 함량의 균형이 인장 강도에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 또한 항균성 실험을 통해 필름의 기능성을 검증하였다. 대장균을 배양한 5개의 배지를 준비한 후, 각각의 배지에 밀웬 분말 용액, 아세트산 용액, 키토산+밀웬 분말 혼합 용액, 키토산 용액을 처리하고 1개는 대조군으로 설정하였다. 대장균을 37°C에서 1~2일간 배양한 결과, 키토산+밀웬 분말 혼합 용액 처리군에서 가장 넓은 대장균 사멸 영역이 관찰되었다.

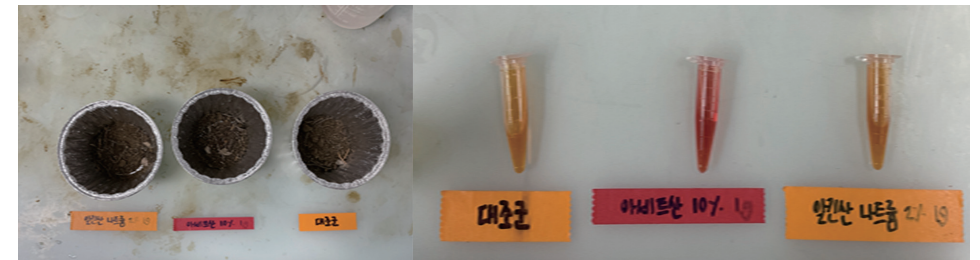
그 다음으로는 밀웬 분말 단독, 아세트산, 키토산 순이었다. 이 결과는 밀웬 허물에 포함된 키틴 또는 기타 물질이 키토산과 함께 항균 시너지를 발휘할 수 있음을 보여준다. 이러한 실험 결과를 종합하면, 사육 과정에서 발생하는 밀웬의 허물은 단순한 폐기물이 아닌, 키틴 성분을 포함한 기계적 강도와 항균성을 동시에 갖춘 기능성 바이오필름의 원료로 활용 가능함을 확인할 수 있었다. 특히 셀룰로오스와 조합을 통해 상용 바이오필름보다 물리적 강도나 항균 성능이 뛰어난 조건을 도출할 수 있었다는 점에서, 향후 곤충 폐기물 재활용의 새로운 방향성을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

4단계 바이오플라스틱 재료인 알긴산나트륨, 아세트산의 수질, 토양 오염도 분석 실험

바이오플라스틱과 관련한 뉴스를 보면 항상 나오는 단어가 '생분해성'이다. 생분해성이란 흙에 물질을 묻었을 때 자연스럽게 분해가 된다는 뜻인데 제조 과정에서 첨가한 여러 화학 물질들이 흙이나 수질에 얼마나 남을지 알아보기 위해 수질과 토양 오염도 분석 실험을 진행했다. 실험에는 학교 화단의 흙과 인공 연꽃 화분의 담수를 사용했고, 바이오플라스틱의 재료 중 가장 흔한 화학 물질인 알긴산나트륨과 아세트산의 오염도를 측정했다.



먼저 수질 오염 실험은 채집한 담수를 10ml씩 3개의 튜브에 나눠 담고 대조군, 아세트산 10% 수용액 1ml 첨가, 알긴산 나트륨 2% 수용액 1ml 첨가 후 pH 지시약을 첨가해 색상 변화를 관찰했다. 그 결과 대조군은 pH 6정도로 중성에 가까운 색상을 나타내었고 아세트산 첨가 담수는 pH 2 정도의 강산성을, 알긴산 나트륨 첨가 담수는 pH 8정도의 약한 염기성을 보였다. 이를 통해 아세트산과 알긴산 나트륨이 수질에 흘러 들어갈 경우 담수의 pH 변화가 일어난다는 사실을 알 수 있다. 다른 병에도 채집한 담수를 10ml씩 3개의 튜브에 나눠 담고 대조군, 아세트산 10% 수용액 1ml 첨가, 알긴산 나트륨 2% 수용액 1ml 첨가 후 오염 측정용 시약을 첨가해 대표적 수질 오염 지표인 BOD(생화학적 산소 요구량)와 DO(용존산소량)를 측정하였다. DO의 경우 물 속에 녹아있는 산소량으로 수치가 높을수록 오염이 덜 일어났다고 판단한다. 시약 첨가 후 혼합하면 색 변화가 일어나는데 더 진한 색을 보일수록 수치가 높은 것이다. 사진을 보면 알긴산 나트륨과 대조군은 진한 색을 보이지만 아세트산은 거의 투명한 색으로 나타나 수치가 낮다는 사실을 알 수 있다. BOD는 물 속의 미생물이 유기물을 분해하는데 사용하는 산소 소모량으로 수치가 낮을수록 오염 정도가 낮은 것으로 판단한다. 시약에서는 수치가 낮을수록 진한 색을 띠게 된다. 알루미늄 호일을 이용해 암소 후 색 변화를 측정했을 때 마찬가지로 알긴산 나트륨과 대조군은 진한 색을 보였고 아세트산은 거의 투명한 색으로 나타나 수치가 높다는 사실을 알 수 있다. 이를 정량적으로 측정하기 위해 마이크로 플레이트 리더기를 사용해 파장을 찍어본 결과 BOD와 DO 모두 대조군의 색이 가장 진하고 알긴산 나트륨, 아세트산 순서였다.



순서였다. 다음으로 토양 오염 실험은 채집한 흙을 10g씩 3개의 컵에 나눠 담고 대조군, 아세트산 10% 수용액 1g 첨가, 알긴산 나트륨 2% 수용액 1g 첨가 후 5일 동안 분해되기를 기다린 후 pH 지시약을 첨가하고 여과한 용액의 색상 변화를 관찰했다. 그 결과 대조군은 pH 7정도로 중성에 가까운 색상을 나타내었고 아세트산 첨가 토양은 pH 3 정도의 산성을, 알긴산 나트륨 첨가 토양은 pH 7정도로 대조군과 비슷하게 중성에 가까운 수치를 보였다. 이를 통해 아세트산은 토양에서 분해가 어려워 토양 내 pH 변화에 영향을 주지만 알긴산 나트륨은 비교적 쉽게 분해되어 pH 변화 영향이 적다는 사실을 알 수 있었다.

실험을 통해 알 수 있었던 사실

1단계 대체 단백질로서의 가능성 알아보기

시식 행사 시 들은 의견과 팀원의 의견을 종합해 평가해 보면, 건조 밀웜은 바삭하고 고소한 맛으로 특이한 향이 없어 비교적 대중적으로 수용 가능성이 높았다. 쌍별 귀뚜라미는 날개와 다리 등 텍스처 문제로 인해 원형 섭취에는 어려움이 있었고, 이를 개선하려면 가공 형태로 전환이 필요하다고 판단했다. 밀웜 가공 디저트는 접근성과 섭취 편의성은 좋았지만, 실제 곤충 함량이 낮고 핵심 원재료의 정보가 부족해 제품 신뢰도 측면에서는 보완이 요구된다. 가격은 돼지고기와 닭고기 보다는 비쌌고 소고기보다는 저렴했다. 시식 행사를 통해 스스로용기를 내고 섭취해 본 사람들은 긍정적인 평가를 많이 한 반면 강제로 먹거나 숙여서 먹이는 방식은 역효과를 불러올 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 이 결과를 통해 식용 곤충이 활성화되기 위해서는 식품 교육을 통해 긍정적 인식을 심어주고 스스로 섭취를 도전할 수 있도록 돕는 방법이 필요하다는 결론을 내릴 수 있었다.

2단계 사육 과정에서의 친환경 알아보기

사육 경험을 통해 밀웜은 사육 난이도는 낮지만, 온도 관리, 식용 시기 유지, 허물 분리 등 실제 사육에서 고려해야 요인이 많다는 사실을 확인할 수 있었다. 폐기물은 일반적인 돼지와 소 같은 가축을 사육할 때에 비해 같은 g 당 거의 10배 정도 적은 배출량을 보였다. 이를 통해 적은 폐기물로 친환경적이라는 결론을 내릴 수 있었지만 이 폐기물에 포함되어 있는 허물은 잠재적인 산업적 자원이 될 수 있음에도 불구하고 소규모 또는 개인 단위의 사육 환경에서는 분리 및 활용이 어렵다는 한계가 있었다. 향후 밀웜을 대체 단백질원으로 활용하려면 허물 자동 분리 시스템, 온도 조절 장치, 친환경 포장·배송 시스템 등의 개선이 함께 이루어져야 할 것이다. 실험 시 어려운 점으로는 수분 보충을 위해 공급하는 뿌리 채소에 의해 초파리가 발생하는데 사육 환경 상 환기를 위해 뚜껑 없이 사육하라는 조건이 있어 초파리가 많이 발생하고 밀웜 사육통에 침입이 일어나는 문제가 있었다. 이를 막기 위해 밀웜 사육통 주변에 초파리 트랩을 설치하고 망을 씌우는 등 노력을 기울였지만 더운 날씨 탓에 완전한 분리는 쉽지 않았다.

3단계 식용 곤충의 허물을 이용한 바이오플라스틱 제작하기

식용 곤충인 밀웜, 누에를 사육하면서 얻은 키틴이 포함된 허물을 통해서 필름을 제작할 수 있었다. 제작한 필름 중 밀웜 허물, 밀기울, 키틴산을 혼합하여 제조한 필름이 인장강도가 가장 좋다는 것을 확인할 수 있었다. 추가적으로 밀웜 허물에 항균성이 있는지 확인하기 위해서 배지에 밀웜 허물 분말 용액을 첨가하여 대장균을 배양하였고, 그 결과 같은 농도의 키틴산 용액을 뿌린 결과보다 더 좋은 항균성이 나타났다. 이를 통해 식용곤충인 밀웜의 허물을 이용하여 바이오 필름을 만들 수 있음을 확인할 수 있었다. 식용곤충을 이용한 바이오 필름은 경제적, 환경적 측면에서 기존 필름보다 강점을 가지기에 많은 활용성이 있을 것으로 기대된다. 어려운 점으로는 초기 실험 과정에서 누에가 청정한 환경에서만 생존할 수 있다는 사실을 간과하여 관리를 소홀히 하였더니 전멸한 일이 있었다. 다시 새로운 누에를 구매한 후 같은 일을 반복하지 않기 위해 먹이를 냉장 보관을 하여 신선도를 관리하고, 3일에 한 번 바닥재로 사용한 키친타월을 갈고 물을 뿌려 습도를 유지해 주니 성장하여 허물을 얻을 수 있었다. 실험에 사용되는 곤충의 양을 최소화하기 위해 곤충 수를 처음부터 적게 구매하였는데 아무래도 생물이니 중도 폐사 개체도 있고 성장 속도에

차이가 있어 한 번에 많은 양의 허물을 수득하기는 어려웠다. 그러나 이 점은 실제 산업 현장에서는 방대한 양을 사육하므로 보완될 수 있을 것으로 추정하며 더 많은 허물을 확보하지 못해 실험을 여러 번 반복하여 신뢰성을 확보하지 못한 점이 한계점이라 할 수 있다.

4단계 바이오플라스틱 재료인 알긴산나트륨, 아세트산의 수질, 토양 오염도 분석 실험

바이오플라스틱의 생분해성이 환경적으로 오염을 남기지는 않는지 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 그 결과 수질에서는 아세트산과 알긴산 나트륨 모두 유의미한 pH 변화를 일으켰다. 수질 오염 측정 지표인 BOD와 DO는 알긴산 나트륨과 대조군이 비슷한 수치를 보여 오염도가 낮다는 결과를 알 수 있었다. 그러나 아세트산에서는 두 수치 모두 대조군과 다른 수치를 보여 오염도가 높다는 사실을 알게 되었다. 토양 실험에서는 아세트산이 5일 분해 후에도 pH가 낮아 쉽게 분해되지 않는다는 사실을 알 수 있었다. 완성된 바이오플라스틱을 이용해 오염을 측정하지 않고 재료를 이용해 실험한 것은 완전히 분해가 된 후 오염도 측정을 위한 것이었는데 실험 결과를 통해 완전히 생분해 된다고 해도 환경에 영향이 남는다는 사실을 알 수 있었다. 특히 아세트산은 수질과 토양 모두 큰 변화를 초래하였으므로 관련 연구가 더 지속되고 필요 시 관련 규제가 마련되어야 할 것으로 보인다.

④ 반론이견

1. 바이오플라스틱 제작 시 사용하는 화학 물질이 토양에 남는 것도 고려해야 한다고 했는데 구연산과 아세트산은 실제 요리에도 많이 사용되고 자연적으로도 생산되는 물질로 알고 있습니다. 그럼 안전한 거 아닌가요? 인공적으로 생산되는 이 약품들이 자연에 유출되면 위험한 이유와 그것이 바이오플라스틱의 생분해가 토양을 오염시킨다는 것으로 이어질 수 있나요?
2. 곤충은 공급 시 거의 가공을 거쳐야 한다고 했는데 건조의 경우 자연 건조를 통해 전기 사용량을 줄일 수 있지 않을까요? 그리고 육류도 육포처럼 가공하는 경우가 있는데 이것 때문에 친환경적이지 않다고 주장하는 것은 너무 편협적 시각이 아닐까요?

1. 에 대한 반박

-> 보고서: [식의약 R&D 이슈보고서: 바이오플라스틱], 식품의약품안전평가원, (2024)
(<https://research.kau.ac.kr/upfile/2024/09/20240904081117-1422.pdf>)

[팩트체크 결과: '거의 거짓']

구연산과 아세트산은 음식 조리 등에서 널리 사용되는 자연 유래 성분이지만, 일상적 용도에서의 소량으로 사용하는 것과 산업 공정에서의 대량, 고농도 사용은 자연에 다른 영향을 끼친다. 물질 자체보다 환경 속의 물질과 총량이 중요한 것이다. 생분해성 플라스틱이 늘어나 환경에 아세트산, 구연산 등이 과하게 축적된다면 씨앗의 발아율이나 식물 생장에 악영향을 미칠 수 있음이 보고되었다. 때문에 “식물 생태독성 시험(OECD 208 기준)”에서는 바이오플라스틱 분해 이후 잔류물이 씨앗 발아 및 식물 성장에 미치는 영향을 검토하고 있다. 또 [바이오플라스틱 동향 보고서]에 따르면 바이오플라스틱은 생분해 과정에서 미세플라스틱이 방출되거나, 병원균을 포함한 박테리아 군집이 형성되어 환경 및 인체에 유해할 수도 있다는 점이 지적되었다. 실제로 PLA(Poly Lactic Acid) 생분해 실험에서는 효소 가수분해 조건 하에서 다량의 미세플라스틱이 검출되었고, 이는 생분해가 된다고 해서 안전을 보장할 수는 없음을 의미한다.

나아가 환경부의 공식 인증기준(EL724, EL727)에서도 납, 카드뮴, 수은, 구리 등 유해 원소의 함량 제한과 카본블랙 외의 유해물질의 원천 금지를 명시하고 있어 생분해 산물이라도 자연에 해를 끼칠 수 있어 여러 규제가 시행되고 있음을 알 수 있다. 결론적으로, 구연산, 아세트산이 요리에 쓰인다는 사실만으로 그것이 환경 유출 시에도 무해하다고 보기에는 무리가 있다. 바이오플라스틱의 '진짜 친환경성'은 단순한 생분해성 여부가 아니라, 전 과정에서의 독성, 축적성, 분해산물 영향까지 종합적으로 평가해야 한다.

2. 에 대한 반박

-> 보고서: [식용 곤충: 식량 및 사료 안보 전망], FAO, (2013), (<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/7aebfdf0-3098-47be-b1a8-a878731cf0ec/content>)

[팩트체크 결과: '절반만 사실']

FAO 보고서에 따르면, 곤충은 사육 과정에서 에너지, 물 소비, 온실가스 배출 측면에서

는 육류보다 유리한 친환경적인 특성을 가진다. 그러나 곤충을 식품으로 섭취하기 위한 가공 과정에서는 고온건조와 같은 위생 처리 공정이 꼭 필요하다.

실제로 FAO는 “자연 건조는 일반적인 대규모 가공에는 적합하지 않다”고 명시하고 있으며, 위생적 이유로 “식용곤충은 일반적으로 100℃ 이상의 열풍건조나 50℃ 저온건조, 동결 건조 등 처리 공정을 거친다”고 밝히고 있다. 이유는 “대부분의 소비자는 병원균으로부터 안전한 식품을 원하며, 생으로 곤충을 먹는 것은 바람직하지 않다”는 보고서 내 서술로 드러나고 있다.

또한 보고서에 따르면 곤충의 외피와 허물(키틴질)은 “소화가 잘 되지 않으며, 물리적, 화학적 처리 없이 섭취할 경우 소화효율이 낮다”는 점도 언급되며, 이로 인해 가열, 분쇄, 분리 등의 공정이 위생과 영양 흡수 측면 모두에서 중요하다는 결론을 제시하고 있다.

반박 과정에서 제시된 육류 가공과 달리, 식용곤충 산업은 FAO에 의해서도 “상업화 초기 단계이며, 가공기술의 표준화가 필요하다”고 평가되고 있기 때문에 육포처럼 가공하거나 하는 형태여도 에너지 측면에서는 아직 불리한 단계에 있음을 인정하고 있다. 그러나 장기적으로 사육과정에서 탄소배출이 적은 식용곤충은 미래 먹거리로 사용될 것이고 현 과도기를 벗어나면 친환경성을 충분히 갖춘 공정을 만들 수 있을 것이다.

결론 작성하기

2025년 우리는 이제 더 이상 식용곤충과 떼려야 뗄 수 없는 사회를 살아가고 있다. 그러나 아직도 식용 곤충과 관련된 규제나 정보는 많이 부족하다.

이에 우리는

1. 식용곤충이 인류의 친환경 미래식량으로서 가치가 있는가?
2. 곤충 부산물로 제작한 생분해성 플라스틱은 친환경적인가?

두 가지 질문에 대해 인문, 과학적으로 철저히 분석을 진행해 보았다.

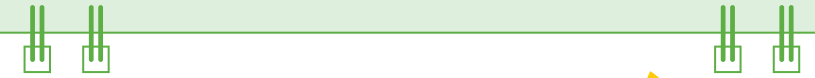
첫 번째 질문

에 대한 검증을 진행했을 때 식용곤충은 영양학적으로는 육류를 충분히 대체할 수 있는 가능성을 보였다. 사육 과정에서도 사료 효율성, 온실가스 배출량, 물과 토지 사용량 측면에서 기존 축산업보다 매우 친환경적임을 입증했다. 특히 인수공통감염병 위험이 낮아 안정적인 공급이 가능하다는 점은 잘 알려지지 않았는데 이를 새로운 곤충식량의 장점으로 어필할 수 있을 것이라고 기대된다. 그러나 현실적인 한계도 존재했다. 곤충의 영양성분이 먹이에 따라 달라지기 때문에 유기폐기물만으로는 영양소가 충분하게 자라지 않아 유기폐기물을 재활용 하는 등의 사육방식에는 한계가 있었고, 현재 90% 가량이 영세한 산업의 규모로 인한 가공 과정에서 전력 비효율성이 발생한다는 문제가 있었다. 무엇보다 인터뷰와 시식 실험을 통해 확인한 바와 같이, 소비자들의 거부감이 산업 발전의 가장 큰 걸림돌로 작용하고 있었다.

두 번째 질문

에 대해서는 곤충 부산물로 제작한 생분해성 플라스틱이 걸보기와 달리 완전히 친환경적이지 않다는 사실을 발견했다. 곤충에서 추출한 키틴에서 사용 가능한 키토산으로 형태를 변환하는 과정에서 수산화나트륨, 염산 등 독성 화학약품이 사용되며, 우리의 수질 및 토양 실험 결과 아세트산 성분이 생분해 과정에서 환경에 지속적인 pH 변화를 일으켜 생태계에 영향을 미칠 수 있음을 확인했다. 또한 현재의 생분해성 평가 기준이 분해 과정에서는 환경 영향을 제대로 고려하지 않는다는 점도 문제였다.

종합적으로 판단할 때 식용곤충은 미래식량으로서 충분한 가능성을 가지고 있으나 '완전한 친환경 대안'이라고 단정하기는 어렵다. 영양학적, 환경학적 장점은 분명하지만 산업화 과정에서 발생하는 비효율성과 부산물 활용 과정에서의 환경 부담을 간과해서는 안 된다. 따라서 식용곤충 산업의 건전한 발전을 위해서는 기술적 개선과 함께 소비자 인식 개선을 위한 체계적인 식품 교육, 그리고 부산물 가공 과정의 환경 영향에 대한 엄격한 규제와 지속적인 연구가 필요하다는 결론에 도달했다.



미디어 콘텐츠

Bite or Beetle? 지구를 살릴 한 끼의 선택

콘텐츠 소개

🎧 기획의도

저희는 팩트체크 리포트를 제작하면서 식용곤충이 기존의 육류에 비해 친환경적이고 안정적인 단백질 공급원이며, 미래식량으로서 가치가 있다는 것을 검증했습니다. 식용곤충 산업이 성장하지 못하는 가장 큰 이유로는 전문가 대부분이 사람들의 거부감 때문이라고 밝혔는데요. 특히 곤충은 비위생적이다, 곤충의 영양 성분도 고기보다 나을 것이 없다. 라는 식의 허위정보는 식용곤충이 상용화 되는 데에 큰 걸림돌이 됩니다. 본 보드게임은 식용곤충에 대한 오해를 바로잡고 거부감을 줄이고자 제작되었으며 식용곤충 산업의 현황을 퀴즈와 재밌는 게임으로 경험하며 식용곤충에 대한 거부감을 줄이고 유용함을 널리 알릴 수 있습니다.

📖 상세설명

「Bite or Beetle? 지구를 살릴 한 끼의 선택」은 카드에 제시된 색 순서대로 버거 재료를 조합해 식사를 완성하는 카드 조합형 보드게임입니다. 조합을 마치고 Bite or Beetle!! 이라고 외치면 카드에 적힌 숫자에 따라 점수가 부여되며, 카드에 같이 적힌 퀴즈를 통해 잘못된 정보를 판별하고 식용곤충에 관련한 올바른 환경지식을 익힐 수 있도록 구성되어

있습니다. 또한 미션카드에서 높은 점수의 조합을 맞췄더라도 조합에 육류가 포함되어있으면 환경오염감점으로 육류 수당 1점씩 감점되어 식용곤충 섭취가 환경에 미치는 영향을 간접적으로 체험하게 합니다.

스토리

당신은 어느 날, 우연히도 '신기한 음식집'이라는 간판이 걸린 가게에 발을 들입니다. 안으로 들어가자 실험복 차림의 주인이 환하게 웃으며 맞이합니다. 뭐야...? 식당 주인이 왜 실험복을 입고 있지? 이상한 기운을 감지한 당신은 얼른 나가려고 하지만 주인이 돌연 질문을 던집니다. "Bite or Beetle?" 'Bite...?' 씹는 거? 설마 나를 먹겠다는 건가? 겁에 질린 당신은 얼떨결에 "Be... Beetle이요"라고 대답합니다. 순간, 팡! 하고 축포가 터지고 주인은 환호하며 외칩니다. "드디어! 나의 후계자를 찾았군!" 계약서를 받아 든 당신은 멍해집니다. 이곳의 정체는 바로 '식용 곤충 전문 햄버거 가게'였던 것! 전 주인은 언제 돌아올지 모르는 상황. 남겨진 것은 햄버거 재료와 기묘한 손님들, 그리고 당신의 운명뿐입니다. 금수저, 은수저도 아닌 하루아침에 곤충 수저! 이제 많은 점수를 모아 가게를 성공적으로 운영하세요. 곤충 왕국의 신홍 버거 마스터가 될 자는 과연 누구일까요?

▼ 홍보 브로셔 겸 게임 설명서

게임 소개

배경
식용곤충에 대한 혐오감과 오해는 주로 정보 부족과 왜곡된 인식에서 비롯됩니다. 특히 곤충은 비위생적이다. 곤충의 영양 성분은 그보다 부족하다. 이는 식의 위험장벽을 환경문제 해결을 위한 대안 식품인 식용곤충이 상용화 되는 데에 큰 걸림돌이 되고 있습니다. Bite or Beetle?은 식용곤충에 대한 오해를 바로잡고 거부감을 줄이고자 제작된 보드게임입니다.

내용
"Bite or Beetle? 지구를 살릴 한 끼의 선택, 온전한 시간 내에 제시된 식 손재료로 식재료를 조합해 식사를 완성하는 카드 조합형 보드게임입니다. 조합을 마치고 Bite or Beetle! 이라고 외치면 카드에 적힌 숫자에 따라 점수가 부여되며, 퀴즈를 통해 잘못된 정보(OX)를 판별하고 식용곤충에 관련한 올바른 환경지식을 익힐 수 있도록 구성되어 있습니다.

목표
본 보드게임의 목표는 간단합니다. 주어진 식사 카드에 따라 빠르게 재료를 조합하고 미래 식량인 식용곤충을 많이 포함한 식사를 구성하면 높은 점수를 얻을 수 있습니다. 가장 많은 점수를 획득한 플레이어가 승리하며 게임을 진행하면서 식용 곤충에 대한 지식이 자연스럽게 습득할 수 있습니다!



HELLO!

지구는 지속가능한 활동을 지지하며 자구의 일생을 주도록 힘 ENDANGERED입니다. 인간신학과고등학교 2학년 2명이 한 팀이 되어 캠페인 활동, 대회 참가 등 생명과학 분야에 특화하여 활동을 이어가고 있습니다.

Bite or Beetle?
지구를 살릴 한 끼의 선택

이 문장은 한국인종재단에서 제작한 청소년 대표의 지름을 받아 제작되었습니다.

게임 설명

제목	Bite or Beetle? 지구를 살릴 한 끼의 선택
형식	반응형 카드 조합 보드게임
대상	식용 곤충에 대한 거부감을 줄이고 친환경 재료를 아로새김 청소년 및 일반인
인원	2-5인
소요 시간	20-30분

스토리
당신은 어느 날, 우연히도 '신기한 음식집'이라는 간판이 걸린 가게에 발을 들입니다. 안으로 들어가자 실험복 차림의 주인이 환하게 웃으며 맞이합니다. 뭐야...? 식당 주인이 왜 실험복을 입고 있지? 이상한 기운을 감지한 당신은 얼른 나가려고 하지만 주인이 돌연 질문을 던집니다. "Bite or Beetle?" 'Bite...?' 씹는 거? 설마 나를 먹겠다는 건가? 겁에 질린 당신은 얼떨결에 "Be... Beetle이요"라고 대답합니다. 순간, 팡! 하고 축포가 터지고 주인은 환호하며 외칩니다. "드디어! 나의 후계자를 찾았군!" 계약서를 받아 든 당신은 멍해집니다. 이곳의 정체는 바로 '식용 곤충 전문 햄버거 가게'였던 것! 전 주인은 언제 돌아올지 모르는 상황. 남겨진 것은 햄버거 재료와 기묘한 손님들, 그리고 당신의 운명뿐입니다. 금수저, 은수저도 아닌 하루아침에 곤충 수저! 이제 많은 점수를 모아 가게를 성공적으로 운영하세요. 곤충 왕국의 신홍 버거 마스터가 될 자는 과연 누구일까요?


구성품

- 미션 카드 18장(버거 구성 세트+팩트체크퀴즈)
- 식재료 카드 8종 x 5장씩 총 40장 (햄, 소고기, 돼지고기, 닭고기, 콩, 참깨, 배추, 토마토, 당근, 양상추)
- 방 집시 5장
- 팩트체크 퀴즈 백문 정답
- 팩트체크 퀴즈 해설지
- 게임 설명서

구성 예시
미션 카드 예시: 위에 버거 구성+아래에 팩트체크 퀴즈 버거 구성을 빠르게 맞춘 사람이 카드를 가져가고 팩트체크퀴즈 성공하면 점수를 얻는다.
재료만 표시되어 있음
햄 - 토마토 - 양파 - 소고기 - 새우가 - 양상추 일 때 상구-참깨-콩-참깨-소고기-양상추로 구성됨
→ 플레이어가 이 손재료로 버거를 위해 식재료 카드를 플레이어가 함
팩트체크 퀴즈: 식용곤충은 고기보다 단백질 밀도가 높습니다. (O)X 정답: X (기후변화는 단백질 밀도보다 단백질 밀도가 높습니다. (출처: FAO))

게임 방법

- 미션 카드 18장을 잘 섞어 카드로 뒤섞는다.
- 미션 플레이는 식재료 카드를 보기 좋게 정렬하고, 점수를 기록할 용이를 준비한다.
- 기워버워보로 선 플레이어를 정한다.
- 진행자 또는 선 플레이어가 한 명이 미션 카드 1장을 뒤집어 공개한다.
- 미션 플레이는 공개한 카드에 그려진 재료 손재료로 식재료 카드를 맞춘다.
- 가장 먼저 조합을 마친 플레이어가 "Bite or Beetle!"을 외치며 조합을 외친다고 선언한다.
- 이러나 버거 플레이어가 즉시 조합을 외쳐야 한다.
- 진행자는 조합이 정확히 일치하는지 확인한다.
- 순서 오류나 누락이 있을 경우 해당 플레이어의 카드를 가져가며 팩트체크 퀴즈를 푼다.
- 순서가 틀렸을 경우 선언한 플레이어가 조합된 카드를 모두 본 후 다시 조합해야 한다.
- 퀴즈를 맞췄을 경우 이후 Quiz 결과 및 점수만큼의 점수를 획득한다. 만약 조합이 맞았지만 퀴즈를 틀린 경우 1점만 획득한다. 그리고 카드에 포함된 고기 수당 1점씩 감점한다.
- 미션 카드를 모두 사용하면, 각 플레이어는 자신의 누적 점수를 확인한다. 가장 높은 점수를 획득한 플레이어가 승리한다.





◀ 식재료 카드 8종

대표적인 육류인 소고기와 돼지고기, 식용곤충으로 허용된 곤충 중 세계와 국내 기준을 모두 충족하는 메뚜기와 동애등에 유충, 고소애를 골랐고 나머지는 햄버거에 적합한 재료를 골랐다.

▼ 팩트체크 퀴즈 해설지

팩트체크 퀴즈 해설지	해설지	해설지	해설지
1. X	1. 배추	7. 맞음	11. 맞음 X
2. 맞거나거지	2. 배추	8. 맞음	12. 맞음 X
3. O	3. 배추	9. 맞음	13. 맞음 X
4. 적은 온실가스 배출, 물과 사료가 적게 들	4. 배추	10. 맞음	14. 맞음
5. O	5. 배추	11. 맞음	15. 맞음
6. 3-10%	6. 배추	12. 맞음	16. 맞음
7. O	7. 배추	13. 맞음	17. 맞음
8. O	8. 배추	14. 맞음	18. 맞음
9. 서로 간섭	9. 배추	15. 맞음	
10. 20년, 친환경, 영양 다양성	10. 배추	16. 맞음	
11. X	11. 배추	17. 맞음	
12. 세리신	12. 배추	18. 맞음	
13. X	13. 배추		
14. 동애등에 유충	14. 배추		
15. O	15. 배추		
16. O	16. 배추		
17. 유충 단계	17. 배추		
18. 맞음	18. 배추		

▼ 미션카드 18장



미션카드에는 색상별로 각각의 재료를 상징하고 랜덤하게 배치한 조합에 맞추어 빠르게 식재료 카드를 조합하고 구호를 외쳐야 한다. 또 아래에는 식용곤충 팩트체크에 관련한 퀴즈가 적혀있어 퀴즈를 맞춰야만 점수를 얻어 식용곤충에 대한 지식을 기를 수 있다.



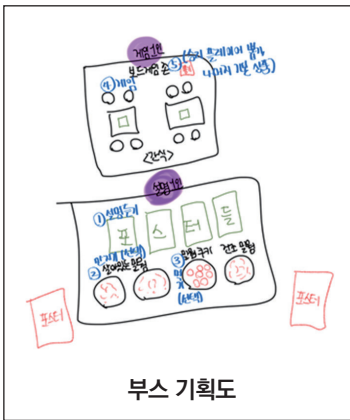
▲ 완성된 보드게임



▲ 5인 플레이 시 모습

홍보 및 캠페인 활동

식용 곤충이라는 주제가 적절한 설명 없이 단순 홍보만으로는 참여 유도가 어렵기 때문에 사람들과 직접적으로 만나서 관련 정보를 설명할 수 있는 '체험 부스'를 통한 홍보 캠페인 활동을 기획, 실행하였다. 동구 청소년수련관에 정식 동아리 등록 후 9월 20일 진행하는 [동구동락 행사]에 부스 지원을 나가기로 했다. 보드게임만으로는 확실하게 식용 곤충에 대한 거부감을 줄일 수 없어 식용 곤충 설명, 교감 체험, 곤충 식품 맛보기 체험, 보드게임, 곤충 관련 상품까지 다양하게 활동을 준비했다.



▲ 부스 홍보 포스터



▲ 뽑기 상품 안내판

「Bite or Beetle? 지구를 살릴 한 끼의 선택」은 최대 5명이 진행할 수 있는데 부스에서는 5명 1팀 당 5라운드 진행 후 점수 합산이 가장 높은 승리 플레이어는 식용 곤충과 관련한 정보를 많이 알고 있고 긍정적인 인식을 함양했다고 판단해 상품 뽑기 기회를 주었다. 승리 플레이어에

게만 상품을 주기에는 다른 친구들이 열심히 참여 후 회의감을 느낄 수 있어 기본 플레이어 상품도 준비해 최대한 많은 사람들이 게임을 즐기고 식용 곤충에 대해 긍정적 인식을 심을 수 있도록 했다. 상품은 식용 곤충에 지속적으로 관심을 가질 수 있도록 국내에서 정식 인정한 식용 곤충 10종을 이용한 다양한 캐릭터 상품을 제작하여 배부하였다. 또한 부스 진행 중 희망자에 한해 홍보 브로슈어를 증정하여 보드게임의 목적이나 상세 설명을 추가로 읽어볼 수 있도록 지원했다.



- ① 곤충 마법사 포토 카드
- ② 국내 식용 곤충 10종 스티커
- ③ 식용 곤충 캐릭터 미니 선 정리 + 티 코스터

곤충 마법사 포토 카드는 흰점박이 꽃무지 유충, 쌍별귀뚜라미, 누에, 메뚜기 4종을 제작했으며 식용 곤충의 본래 모습보다 귀엽게 캐릭터화하여 많은 사람들의 호응을 얻을 수 있도록 디자인하였다. 포토 카드에 적힌 영어는 곤충의 학명으로 과학적 의미가 있으면서 배경 디자인에 어울리도록 하였다.

참여소감

서유리

집에서 개구리를 키우며 먹이 곤충으로 밀웜을 정기적으로 사육하게 되었다. 여러 매체를 통해 식용 곤충에 대해서는 알고 있었지만 나조차도 ‘굳이 저걸 먹어야 할까?’라는 생각을 많이 했던 것 같다. 그렇게 식용 곤충을 개구리의 먹이로만 사용하고 있던 어느 날 체커톤이라는 대회를 알게 되었다. 평소 과학 관련 대회는 많이 나갔지만 언론 분야 대회는 처음이라 호기심이 생겼고 참여를 위해 주제를 확인해보니 내 진로 분야와 연관이 깊은 환경이었다. 이에 참여를 결정한 후 주제를 정할 때 환경과 관련된 여러 주제 중 나와 팀원 모두의 진로 희망 분야인 ‘생명과학’과 연관이 되는 주제를 찾으려 더 즐겁게 활동에 임할 수 있을 것 같았고, 관련 주제를 찾던 중 식용 곤충을 찾게 되었는데 나처럼 식용 곤충에 거부감을 가지는 사람이 많음을 알 수 있었다. 이에 과학적으로 식용 곤충은 정말 친환경적일까? 라는 궁금증을 가지게 되었고 팀원과 논의 후 체계적으로 이 질문에 답을 찾는 여정을 시작하게 되었다. 중간중간 실험이 실패하는 등 힘든 일이 많아 포기하고 싶기도 했지만 미래 세대를 살아가면서 중요한 식량원으로 자주 언급되는 식용 곤충에 대해 모르면서 일방적 회의감을 가지는 것은 미래를 개척해 나갈 과학도로서 바른 마음가짐이 아니라는 생각에 나부터라도 진실을 알기 위해서 더 애정을 담아 활동을 진행했다.

초, 중학교 시절 영재기자단 활동을 하면서 육하원칙이나 기사의 기본 특성 등은 알고 있었지만 수많은 정보 속에서 우리에게 필요한 정보만 골라내고 가공하고 정확하게 판단하는 것이 쉽지만은 않았다. 특히 우리는 최근 2년간 연구라면 여러 번 해본 우리였지만 논문이 아닌 기사나 보고서를 정리하고 팩트체크하는 것은 처음이라 어렵고 어색하기도 했다. 특히 주제가 이분법적이지 않아 다양한 방면으로 우리의 목적을 확인해야 했는데 그 분야를 정하는 것이 매우 까다로웠다. 식용 곤충의 모든 것을 팩트체크하는 것은 현실적으로 불가능하기에 필요한 분야만 골라서 정보를 찾아야 했는데 정보가 많다 보니 그 분야를 정하는 것부터 난관이었던 것이다. 여러 번의 회의와 자문을 구해 점점 틀을 잡아 가고 글을 쓰면서 정보를 분석하고 가공하는 능력이 성장했다는 것을 스스로도 느낄 수 있었다. 어쩌면 과학 분야로 편중된 지식을 가지고 있었던 내게 체커톤은 세상을 보는

시야를 넓혀준 고마운 대회이다. 힘들었지만 그만큼 배운 게 많았던 체커톤을 끝내게 되어 후련하면서도 시원섭섭하다. 다음에 다시 만나! 체커톤!

손완서

체커톤을 마치며! 처음 이 주제를 선택했을 때만 해도 단순히 곤충을 먹는 게 좋은지, 혹은 나쁜지 정도의 답을 찾을 수 있을 것이라 생각했다. 하지만 실제로 파고들수록 흑백 논리로 설명되지 않는 생각보다 훨씬 복잡하고 다층적인 문제라는 걸 깨달았다. 영양학적으로는 분명히 육류를 대체할 만한 가치가 있고, 사육 과정에서의 환경 부담도 확실히 적었다. 하지만 가공 과정에서의 전력 효율성 문제, 부산물 활용 과정에서 사용되는 화학약품들의 환경 영향까지 고려하면 마냥 ‘친환경적’이라고만 할 수는 없었다. 이 과정을 거치면서 평소에 과학도로서 실험 목적에서는 분명 친환경성을 위해 시작한 실험이었는데 실험 과정에서는 피펫, 페트리 접시 등 수많은 실험 폐기물이 발생하고 실험 과정에 쓰인 시약은 환경에도, 인체에도 위험천만한 경우가 많아 과학과 친환경성이란 대체 어떻게 양립해야 하는 것일까? 하고 고민했던 경험이 떠올랐다. 그리고 마치 지금은 전력 효율성이 떨어지지만 나중에 규모가 커져 대량생산 하게 되면 친환경적이 되는 것처럼 숨은 비용과 같은 친환경성에 대해 생각하게 되었다. 우리가 실험하는 과정에 있어서 일어나는 비-친환경성은 친환경적인 아웃풋을 위한 숨은 비용인 것이 아닐까?

나는 팩트체크 과정에서 계속 이중적인 시선을 유지하려고 노력했다. 팩트체크를 하는 입장에서는 한 가지 관점만 보고 정보를 판단하면 안 된다. 식용곤충이 미래식량으로 각광받는 상황을 영양학적으로, 친환경성의 측면으로, 그리고 이런 것들을 넘어서 “식량”이 가져야 하는 근본적인 특성인 공급의 안정성에 집중했다. 인류는 여러 번의 대기근을 겪었고 그로 인해 식량 공급의 안정성이 얼마나 중요한지를 깨달았다. 그래서 곤충이 공급 측면에서 안정적이라는 것은 환경이 더더욱 불안정해지는 미래 사회에 큰 이점이라고 판단했다. 그러니 앞으로 무슨 일을 하든 겉으로 드러나는 정보만 믿지 말고 인문학적인 내용이라면 법률적인 맥락으로도 보고, 과학적인 내용이라면 사회학적인 맥락으로도 읽어보는 등 여러 맥락으로 하나의 정보를 받아들이는 연습을 해야겠다는 생각이 들었다.