

제3차년도 수출전략기술개발사업

식용곤충 기반 반려동물간식 수출연구사업단

(식용곤충 및 곤충 산업에 대한 국제적 동향보고서)

반려동물간식 수출연구사업단

✓ 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원(수출전략기술개발사업)의 지원을 받아 연구되었음(No. 617077-5)

✓ This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries(IPET) through (Export Promotion Technology Development Program), funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(grant number 617077-5)

✓내용의 무단 복사, 인용을 제한하며 인용 시 대표 저자의 사전 승인을 요청함

주관기관명 : 식용곤충을 활용한 프리미엄(휴먼그레이드)
반려동물 간식 수출연구사업단

식용 곤충 및 곤충 산업에 대한 국제적 동향 보고서

- 목 차 -

1. 배경	1
2. 국내 곤충산업 동향 및 정책	2
2.1 국내 곤충산업 현황	2
2.2 국내 식용곤충산업 정책동향	3
3. 해외 식용곤충산업에 대한 정책동향	8
3.1 유럽	8
3.1.1. 식용 곤충 현황	8
3.1.2. 노블푸드(Novel food) 법안	10
3.1.3. IPIFF.	31
3.1.4. 벨기에	45
3.1.5. 네덜란드	52
3.1.6. 식용 곤충 부문 벨기에-네덜란드에 관련된 회사	67
3.1.7. 프랑스	68
3.1.8. HACCP	75
3.2. 북미	80
3.3. 중국	88
3.4. 아프리카	98
3.5. 동남아시아	108
4. 결론	111
5. 참고문헌	113

1. 배경

전 세계적으로 곤충의 상품화에 따른 고부가가치에 주목하여 산업용 곤충에 대한 관심 증가와 함께 시장규모 또한 급부상하고 있다. 유엔 식량농업기구(FAO, Food and Agriculture Organization)에 따르면 2050년 전 세계 인구가 90억명이 넘게 되면서 현재 세계 식량 소비량의 2배가량이 더 소비될 것으로 내다보았다. 특히 현재 우리가 주로 소비하고 있는 곡물, 가축 등으로는 해당 소비량을 따라잡기에 역부족일 것으로 예측하고 있다. 따라서 작은 공간에서 적은 사료의 공급을 통해서 다량의 단백질원을 제공할 수 있는 식용곤충은 주요 영양섭취원으로 각광받고 있다.

세계 주요국에서는 친환경농업의 중요성 대두로 화분매개, 천적, 환경정화 곤충의 가치가 재조명 되어 곤충산업을 국가에서 육성을 장려하고 있으며, 우리나라에서도 이러한 분야에 활용을 하고 있다. 국내의 곤충시장은 지역행사, 애완용곤충, 화분매개 순으로 그 규모를 이루고 있는 것으로 알려져 있고, 천적곤충 시장의 정부의 지원사업 중단으로 침체기를 맞고 있다. 이러한 상황에서 곤충을 활용한 식용, 사료용, 그리고 유용물질을 활용한 의약품 및 약용시장으로의 확대는 중요하다고 할 것이다. 하지만 이러한 곤충산업의 증대를 위한 곤충의 사육에 대한 법적규제의 부재 등의 문제와 식용, 사료용, 약용에 관련된 유통의 규제가 큰 문제라고 할 수 있다. 따라서 이러한 식용곤충에 대한 규제가 이를 활용하는데 가장 큰 문제 중 하나라고 확인되며 이를 극복하기 위해서 다양한 국가들에서 식용곤충을 활용하기 위한 국가적 정책 및 규제 등에 대해서 확인하고 이를 통해서 개선점을 모색하고자 한다.

2. 국내 곤충산업 및 식용곤충 동향 및 정책

2.1 국내 곤충산업 현황

곤충산업이 빠르게 성장하고 있다, 한낱 벌레에 불과하던 곤충이 애완, 농업, 식용 뿐만 아니라 의약품이나 화장품 원료로 활용되고 있다. 이중에서 가장 빠른 속도로 성장하는 분야는 애완곤충이다. 저렴하면서도 키우기 쉽다는 장점 때문에 주로 어린이들에게 인기를 끌고 있다. 곤충은 값이 싸면서도 냄새와 소음이 적으며 사료비와 병원비 부담이 적다는 점이 다른 애완동물에 비해 장점으로 부각되고 있다. 국내의 애완곤충을 키우는 인구는 약 15만 명으로 추산된다.

곤충은 의약품이나 화장품 원료로 활용되기도 한다. 왕지네에서 아토피치료에 효과적인 향균펩타이드가 개발되었고, 애기뿔소똥구리에서 분리된 코프리신이라는 새로운 물질은 피부 친화성 화장품 개발에 사용되었다. 게다가 거머리로부터 항혈전제로 사용되는 히루딘이 추출되었으며, 지렁이에서 림브리키나제라는 혈전용해제가 개발되었다. 그리고 누에고치는 인공고막용 실크패치나 치과용 실크차폐막 등 의료용 소재로 활용되고 있다.

해충을 방제하는 천적으로서 긴털머리응애, 꼬마무당벌레, 사막이리응애, 진디혹파리, 무당벌레 등을 활용하고 있다. 원예농가에서는 흰가루병원균을 방제하기 위하여 노랑무당벌레를 활용하기도 한다, 이들 곤충은 농약처럼 환경에 부담을 주지 않으면서 해충이나 병원균을 방제한다는 의미에서 생물농약으로 불리기도 한다.

농촌진흥청에 따르면 국내의 곤충시장 규모는 2011년 1,680억원에서 2015년 3,039억원으로 2배나 커진 데 이어 2020년에는 5,363억원 수준으로 성장할 것으로 전망되고 있다. 특히 곤충은 현재 전세계적으로 미래의 대안 식량원으로 주목받고 있다. 기후변화와 물 부족으로 식량생산이 인구증가를 미처 따라가지 못할 경우 번식력이 뛰어나고 영양가치가 높은 곤충이 인류의 새로운 식량원으로 역할을 할 가능성이 크다, 곤충은 육류나 생선에 비해 단백질 함량이 2배가량 높고 불포화 지방, 칼슘, 철, 아연 등이 풍부하다는 점에서 큰 장점이 있다, 좁은 공간에서 적은 사료로 빠른 시간 내 많은 양의 먹거리를 생산할 수 있다는 점은 큰 장점이다. 따라서 이를 잘 활용할 경우 새로운 산업으로 육성할 수 있다. 식용곤충의 안정을 위해서는 알레르기 주의 등 안전정보 표시를 의무화하고 건강기능식품 인증, 기능물질 최적화 기술을 확립해야 할 것이다.

아직 우리나라의 곤충시장은 지역행사용 곤충시장(1,816억 원), 화분매개 곤충시장(432억 원), 학습 및 애완곤충 시장(421억 원) 순으로 확인되고 있으며, 그 뒤를 이어 유용물질 시장이 200억 원 식용, 사료, 천적, 약용 시장이 각각 100억 원에도 미치지 못하는 것으로 평가받고 있다. 한국농촌경제연구원은 향후 5년간 식용과 사

료용, 약용 곤충시장이 빠르게 성장할 것으로 예상된다. .

아직 곤충산업이 극복해야 할 장애물이 많다. 이마트는 2018년 4월 유통업계 최초로 식용곤충으로 곤충이 포함된 시리얼인 퓨처리얼 3종을 시장에 내놓았다. 자체 평가에서 맛이 괜찮다는 결론이 나와 시판에 돌입하였지만 소비자의 거부감은 상당하였다. 게다가 상품의 판매단가도 높았다. 높은 판매단가 때문에 사료용으로 판매되는 데도 한계가 있었다. 6개월 동안의 식용곤충 상품 매출액은 기대에 미치지 못했다. 첫 출시 때 5대 매장에서 퓨처리얼 3개 상품을 판매하던 것이 줄어서 4개의 매장에서 2개 상품만 판매하고 있다.

곤충산업은 먼 미래를 내다보면 유망한 산업이라고 생각되지만 아직은 소비자의 인식이 낮아 상품화에 어려움이 많다. 이러한 점을 고려하여 곤충을 이용한 가공 식품에 사용되는 단백질이나 지방성분 등 소재개발에 집중하는 기업도 있다, 현재의 기술 수준으로도 곤충을 이용하여 기존 소재를 대체할 수는 있지만, 소비자는 지금까지 먹어왔던 식품과 맛이나 향, 색, 색감 등에서 차이가 나기 때문에 상품화에 어려움이 많다. 따라서 곤충을 활용한 소재를 기존의 소재와 거의 흡사하게 만들 것인가가 관건이다. 곤충을 활용한 식품 개발은 아직 보완할 점이 많아 장기적인 관점에서 사업화를 추진하는 것이 현실적이라는 시작이 지배적이다.

2.2. 국내 식용곤충산업 정책동향

우리는 2009년 농림수산생명공학발전방안 보고서를 통해 곤충산업 육성의 필요성을 인지하고 2010년 곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률을 제정하면서 곤충산업은 미래 산업으로서의 입지를 다지게 되었다. 이어 2011년 제1차 곤충산업육성 5개년 계획을 시행하였으며 2016년에는 제2차 곤충산업육성 5개년계획을 시행하기에 이르렀다.

이러한 곤충산업의 육성에 따라 식용곤충을 사육하는 농가수도 증가하는 추세이다. 2010년 265호에 불과하던 곤충 사육농가는 2015년 725호, 2017년에 1,820호로 증가하였으며 향후 곤충 사육 농가수가 지속적으로 증가할 전망이다. 이에 따라 농림축산부와 농촌진흥청 국립농업과학원은 곤충 사육에서 제품 생산에 이르기까지 안전생산 기준과 제품 유형 및 공정별 표준화 방안을 마련할 계획이다. 현재 곤충산업은 농업, 축산업, 임업 등의 범위에 명확하게 규정되어 있지도 않고 축산법에서도 제외되어 있어 유통, 판매 활동이 제약받고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 정부는 유통 및 판매가 가능한 150여종의 곤충을 가축의 범위에 포함시키고자 법 개정을 서두르고 있다.

곤충을 식용으로 활용하기 위해서는 식용곤충의 인체 안전성과 잔류농약 허용기준

설정, 곤충식품 원료 및 기능성 식품 정보에 대한 표준화 기준 설정이 선행될 필요가 있다. 앞으로 곤충사육에서 제품 생산까지 농장 단위의 안전생산기준을 설정하고 제조위생에 대한 엄격한 관리도 필요한 상황이다, 정부는 2019년까지 식용곤충 제품에 대한 품질인증(HACCP)을 추진하고 곤충의 원료 및 제품 유형별, 가공법별 안전보존기한을 설정할 계획이다, 곤충 산업화를 촉진하기 위해서는 금지하는 유형 이외에는 자유로운 유통 및 판매가 허용될 필요가 허용될 필요가 있다. 곤충산업법 시행령에서는 금지사항만 나열하고 규정되지 않은 사항은 원칙적으로 허용하는 네거티브 방식의 규정을 통해 산업화를 촉진할 필요가 있다.

1) 국내 곤충산업 대상종

- 현재 「곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률 시행령」에 따라 개정('18.12.18.)으로 농식품부장관이 사육기준을 정하여 고시할 수 있는 대상 확대(식용곤충 → 곤충)

표 1. 유통 또는 판매 가능한 곤충의 종류(시행령 제6조제1항 관련, 별표2)

구분	종류	
천적 곤충	가. 노린재류	담배장님노린재, 미끌애꽃노린재, 참딱부리긴노린재, 으뜸애꽃노린재
	나. 풀잠자리류	철성풀잠자리붙이, 어리줄풀잠자리, 갈고리뱀잠자리붙이
	다. 딱정벌레류	갈색반날개, 민게알반날개, 꼬마무당벌레, 꼬마납생이무당벌레, 무당벌레, 깍지무당벌레
	라. 파리류	진디혹파리, 응애잡이혹파리, 호리꽃등애
	마. 기생벌류	명충알벌, 쌀좀알벌, 검정알벌, 어비진디벌, 콜레마니진디벌, 싸리진디벌, 복숭아혹진디벌, 진디면충좀벌, 굴파리좀벌, 온실가루이좀벌, 황온좀벌, 담배가루이좀벌, 알깡충좀벌, 배노랑금좀벌, 잎굴파리고치벌, 배추나미고치벌, 예쁜가는배고치벌, 프루텔고치벌, 개미침벌
	바. 응애류	긴털이리응애, 가는빨다리응애, 마일스응애, 사막이리응애, 칠레이리응애, 지중해이리응애, 오이이리응애, 팔라시스이리응애, 나팔이리응애
	사. 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 곤충	
화분 매개곤충	서양뒤영벌, 토종 뒤영벌류(<i>Bombus</i> spp.), 서양종꿀벌, 동양종꿀벌, 가위벌과(<i>Megachilidae</i> spp.), 연두금파리, 검정뺨금파리, 배짚은꽃등애 및 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 곤충	
환경정화 곤충	아메리카동애등애, 뽕소똥구리, 집파리 및 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 곤충	
식용 곤충	「식품위생법」 제7조제1항에 따라 고시된 곤충과 같은 조 제2항 및 같은 법 시행규칙 제5조제1항에 따라 한시적으로 인정된 곤충	
약용 곤충	말벌과, 땅강아지, 등애과, 가뢰과, 누에나방(백강잠, 잠사), 사마귀과, 매미과, 굼벵이류, 왕지네, 그 밖에 「약사법」 제52조제1항에 따른 기준에 따라 사용할 수 있는 토종 곤충(지별충과 전갈은 제외)	

구분	종류	
학습·애완 곤충	가. 잠자리목	왕잠자리, 어리부채장수잠자리, 어리장수잠자리
	나. 사마귀과	넓적배사마귀, 왕사마귀, 사마귀, 좁사마귀
	다. 대벌레류	대벌레, 긴수염대벌레
	라. 메뚜기류	우리벼메뚜기, 풀무치, 방아깨비, 섬서구메뚜기
	마. 여치류	여치, 긴날개여치
	바. 귀뚜라미과	왕귀뚜라미, 쌍별귀뚜라미, 방울벌레
	사. 수서노린재류	장구애비, 게아재비, 물자라류, 소금쟁이류
	아. 뱀잠자리과	뱀잠자리류 유충
	자. 수서딱정벌레류	물방개류, 물뽕뽕이, 애물뽕뽕이, 물매미
	차. 딱정벌레과	멋쟁이딱정벌레, 홍단딱정벌레, 우리딱정벌레
	카. 사슴벌레류	사슴벌레류
	타. 장수풍뎅이과	외뿔장수풍뎅이, 장수풍뎅이
	파. 꽃무지과	사슴풍뎅이, 점박이꽃무지류, 긴다리호랑꽃무지, 꽃무지
	하. 반딧불과	반딧불과 전종
	거. 거저리과	아메리카왕거저리, 갈색거저리
	너. 하늘소류	톱하늘소, 버들하늘소, 검정하늘소, 하늘소, 청줄하늘소, 무리하늘소, 모자주홍하늘소, 초록사향하늘소, 빛나무사향하늘소, 홍가슴꽃색하늘소, 호랑하늘소, 목하늘소, 후박나무하늘소, 솔수염하늘소, 알락하늘소, 큰우단하늘소, 화살하늘소, 울도하늘소, 뽕나무하늘소, 참나무하늘소, 알락수염하늘소, 팔점긴하늘소
	더. 나비류	배추흰나비, 큰줄흰나비, 남방노랑나비, 꼬주명주나비, 호랑나비, 제비나비류, 암끝검은표범나비, 왕나비류
	러. 개미류	일본왕개미, 홍가슴개미
	머. 거미류	황닷거미, 별농발거미, 먹닷거미
	버. 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 곤충	
사료용 곤충	「사료관리법」 제2조제2호에 따른 단미사료의 품목별 기준 및 규격에 해당하는 곤충으로 갈색거저리, 아메리카왕거저리, 아메리카동애등에, 집파리, 쌍별귀뚜라미, 왕귀뚜라미, 누에나방, 깔다구과 유충 및 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 곤충	
그 밖의 용도 곤충	오배자면충, 구리금파리 및 그 밖에 농림축산식품부장관이 정하여 고시하는 곤충	

- 축산법 시행규칙 위임 고시인 「가축으로 정하는 기타 동물」[농림축산식품부고시 제2019-36호, 2019. 7. 25., 일부개정]에서 곤충을 가축으로 인정하고 유통 또는 판매 가능한 곤충 중 총 14종을 우선 인정함

표 2. 가축으로 인정되는 곤충 리스트

용도	대상종
식용	갈색거저리 유충, 장수풍뎅이 유충, 흰점박이꽃무지 유충, 누에(유충, 번데기)
약용	왕지네
사료용	갈색거저리 유충, 건조귀뚜라미(왕귀뚜라미)
학습·애완용	장수풍뎅이, 애반딧불이, 늦반딧불이, 넓적사슴벌레, 톱사슴벌레, 여치, 왕귀뚜라미, 방울벌레
화분매개용	호박벌, 머리뿔가위벌

- 식품의약품안전처와 농촌진흥청은 2020년 1월 16일 식용곤충의 하나로 ‘아메리카 왕거저리 유충(탈지 분말)’이 새로운 식품원료로 인정하여 현재 식용할 수 있는 곤충은 총 8종

표 3. 식품원료로 사용 가능한 식용곤충 (2020.01.16. 기준)

연번	품목명	학명 또는 특징	비고
1	메뚜기	<i>Oxya japonica</i> Thunberg	전래적 식용근거로 원료 인정
2	백강잠	누에(<i>Bombyx mori</i> L.)의 유충이 백강병균 <i>euveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.의 감염에 의한 백강병으로 경직사한 몸체	
3	식용 누에 유충·번데기	<i>Bombyx mori</i> L.	
4	갈색거저리 유충	<i>Tenebrio molitor</i> L.	한시인정원료→ 일반원료로 전환('16.03)
5	쌍별귀뚜라미	<i>Gryllus bimaculatus</i>	
6	흰점박이꽃무지 유충	<i>Protaetia brevitarsis</i>	한시인정원료→ 일반원료로 전환('16.12)
7	장수풍뎅이 유충	<i>Allomyrina dichotoma</i>	
8	아메리카왕거저리 유충 (탈지 분말)	<i>Zophobas atratus</i>	한시인정원료 (‘20.1.16)

2) 관련 법령 및 개정

- (사)한국곤충산업중앙회에 의해서 국회곤충산업심포지엄, 민관합동곤충산업워크숍 등 곤충 관련 현장 토론 시 사료용 곤충 사육기준 마련에 대한 건의를 통해서 식용 곤충에 관련된 법규가 개정됨

◎ 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률 [법률 제16227호, 2019. 1. 15., 일부개정]

- 곤충산업의 범위 확대
- 곤충산업 종사자의 신고사항
- 곤충산업의 지원범위
- 곤충산업 관련 벌칙사항

◎ 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률 시행령 [대통령령 제29380호, 2018. 12. 18., 일부개정]

- 곤충산업의 범위 구체화
- 곤충산업의 육성 지원을 위한 시행계획 수립·시행 근거마련
- 곤충산업 실태조사와 전문인력 양성기관 지정 근거 마련
- 유통·판매 가능한 곤충의 종류, 사육기준 등 마련

- 농림수산물식품부장관의 권한 일부에 대한 위임·위탁근거 마련
- 곤충산업 종사자 미 신고시 과태료 부과기준 규정

◎ 곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률 시행규칙 (약칭: 곤충산업법 시행규칙)
[농림축산식품부령 제351호, 2018. 12. 28., 일부개정]

- 곤충의 범위 구체화
- 곤충의 위해성 평가 대상·기준·시기 및 방법 등 근거마련
- 곤충산업 종사자의 신고와 신고제외 대상을 명문화하고, 신고경과 규정 마련
- 지방자치단체장의 예산지원 사업 구체화

◎ 식용곤충의 사육기준 [농림축산식품부고시 제2016-132호, 2016. 10. 5., 제정]

- 사육기준 고시 대상을 식용 곤충에서 곤충으로 변경
- 사료용 곤충에 대한 정의 신설
- 사육 시설·관리, 먹이, 출하관리 기준 대상을 식용 곤충에서 식용 곤충과 사료용 곤충으로 변경

◎ 식품위생법 7조 1항 [법률 제16431호, 2019. 4. 30., 일부개정]

- (기존)메뚜기, 누에번데기, 백강잠, 고소애, 쌍별이종→(확대)꽃뽕이, 장수애
추가
- 곤충가공식품은 식용곤충을 건조, 분말 등으로 가공한 것이거나 이에 식품 또는
식품첨가물을 가하여 가공한 것을 말함

3. 해외 식용곤충산업에 대한 정책동향

3.1. 유럽

3.1.1. 식용 곤충 현황

- 유럽 연합 집행위원회는 규정 (EC) No 178/2002 의 29조에 따라 식품 및 사료로 곤충의 생산 및 소비로 발생하는 미생물학적, 화학적 및 환경적 위험을 평가하도록 유럽 식품 안전국(EFSA, European Food Safety Authority)에 요청.
- 현재 EFSA Scientific Committee에서는 10종의 곤충에 대해서 식용으로 인정

표 4. EU에서 식품 및 사료로 사용될 가능성이 큰 곤충 종 목록

Scientific name	Common name (English)
<i>Musca domestica</i>	Common housefly
<i>Hermetia illucens</i>	Black soldier fly
<i>Tenebrio molitor</i>	Mealworm
<i>Zophobas atratus</i>	Giant mealworm
<i>Alphitobius diaperinus</i>	Lesser mealworm
<i>Galleria mellonella</i>	Greater wax moth
<i>Achroia grisella</i>	Lesser wax moth
<i>Bombyx mori</i>	Silkworm
<i>Acheta domesticus</i>	House cricket
<i>Gryllodes sigillatus</i>	Tropical house cricket or banded cricket
<i>Locusta migratoria migratorioides</i>	African migratory locust
<i>Schistocerca americana</i>	American grasshopper

- 벨기에 (FASFC, 2014), 네덜란드 (NVWA, 2014) 및 프랑스 (ANSES, 2015)의 각 국가 당국에서는 유럽 내외에서 상업적으로 양식되고 생산된 곤충에 대해서 음식과 사료에 대한 평가를 하였다, 다음 표는 그에 대한 정리로 곤충이 인간의 소비를 위해 고려되는지 또는 동물을 위한 사료로 간주되는지 여부도 표시하고 있습니다.

표 5. (FASFC, 2014), 네덜란드 (NVWA, 2014) 및 프랑스 (ANSES, 2015)에서의 곤충에 대한 각국 평가사항

그룹 및 학명	일반명	식용 여부	사료용 여부	참고사항
완전히 자란 (성충) 단계에서 활용되는 중				
Crickets(귀뚜라미)				
<i>Acheta domestica</i>	house cricket	X	X(pets)	유럽의 여러나라에서 애완동물 사료로 사육. 네덜란드에서는 식용으로 판매. 태국과 인근 국가에서 널리 재배. 케냐에서 농업으로 장려. 미국에서도 생산.
<i>Gryllodus sigillatus</i>	banded cricket		X(pets)	살아있는 애완동물 사료를 위해 양식
<i>Gryllus assimilis</i>	field cricket		X(pets)	아시아지역이 토종
<i>Gryllus bimaculatus</i>	black cricket or field cricket	X		태국과 라오스와 캄보디아에서 널리 재배되고 있음. 농민들은 <i>Gryllus bimaculatus</i> 와 <i>Acheta domestica</i> 사이에서 결정.
<i>Teloegryllus testaceus</i> (<i>Gryllus testaceus</i>)	common or field cricket	X		아메리카지역이 토종
Grasshoppers/locusts(메뚜기류)				
Oxya spp.; Melanoplus spp.; Hieroglyphus spp.; Acridia spp. Locusta migratoria; Schistocerca Americana		X	X(pets)	다양한 메뚜기종이 유럽 내외에서 애완동물 사료로 생산. 일부 종은 네덜란드에서 식용으로 판매. 일부 열대 국가들은 방류될 경우 농작물 위협으로 인해 사육을 장려하는 것을 주저함.
유충단계에서 활용되는 중				
밀웜 (거저리와 유충)				
<i>Alphitobius diaperinus</i>	lesser mealworm	X	X(pets)	애완동물 사료로서 생산되며, 일부 국가에서는 식용으로 생산되기도 함.
<i>Tenebrio molitor</i>	mealworm	X	X(pets)	위와 동일
<i>Zophobas atratus</i>	superworm, zophobas	X	X(pets)	위와 동일
<i>Zophobas Morio</i> (<i>Tenebrio molitor</i>)	giant mealworm		X(pets)	소아호르몬(juvenile hormone, 변태를 지연시키는 곤충호르몬) 처리한 mealworm
유충이 사용되는 다른 종				
<i>Musca domestica</i>	house fly		X	집파리 유충은 남아프리카와 중국에서 산업 규모로 생산되는 것으로 알려져 있음. 주로 신선 또는 건조 및 분말 단백질 보충제로 동물 (물고기, 닭고기, 돼지)을 위한 사료로 사육.
<i>Chrysomya chloropyga</i>	blow fly		X	남아프리카에서 동물 사료 생산을 위해 실험
<i>Rhynchophorus ferrugineus</i>	palm Weevil	X		동남아시아에서 전통적으로 수집. 최근 태국에서 사육 시스템이 개발.
번데기 또는 번데기 단계에서 이용되는 중				
<i>Hermetia illucens</i>	black soldier fly		X	흑사병 파리는 미국, 남아프리카 및 중국에서 식용 동물 (물고기, 닭, 돼지)의 먹이로 산업 규모로 생산. 유럽 국가에서는 실험적으로 생산.
<i>Bombyx mori</i>	silkworm	X	X	비단 생산의 부산물. 전통적으로 어떤 나라에서는 식용으로 사용되기도 한다. 가공 제품에서의 실험적 사용.

3.1.2. 노블푸드(Novel food) 법안(EU 2015/2283)

EFSA 과학위원회는 식용곤충을 음식으로 사용하는 것과 관련된 잠재적 위험을 식별했다 (EFSA Scientific Committee, 2015). 이것들은 농사와 가공 방법뿐만 아니라 사용할 종과 기질을 고려하면서 사육한 곤충으로부터 구성되어 있거나 분리되거나 생산되는 새로운 식품에 대한 적용에서 고려되어야 한다. 야생에서 채집된 곤충은 추가적인 생물학적 및 화학적 위험이 있을 수 있으며 이를 고려해야 한다.

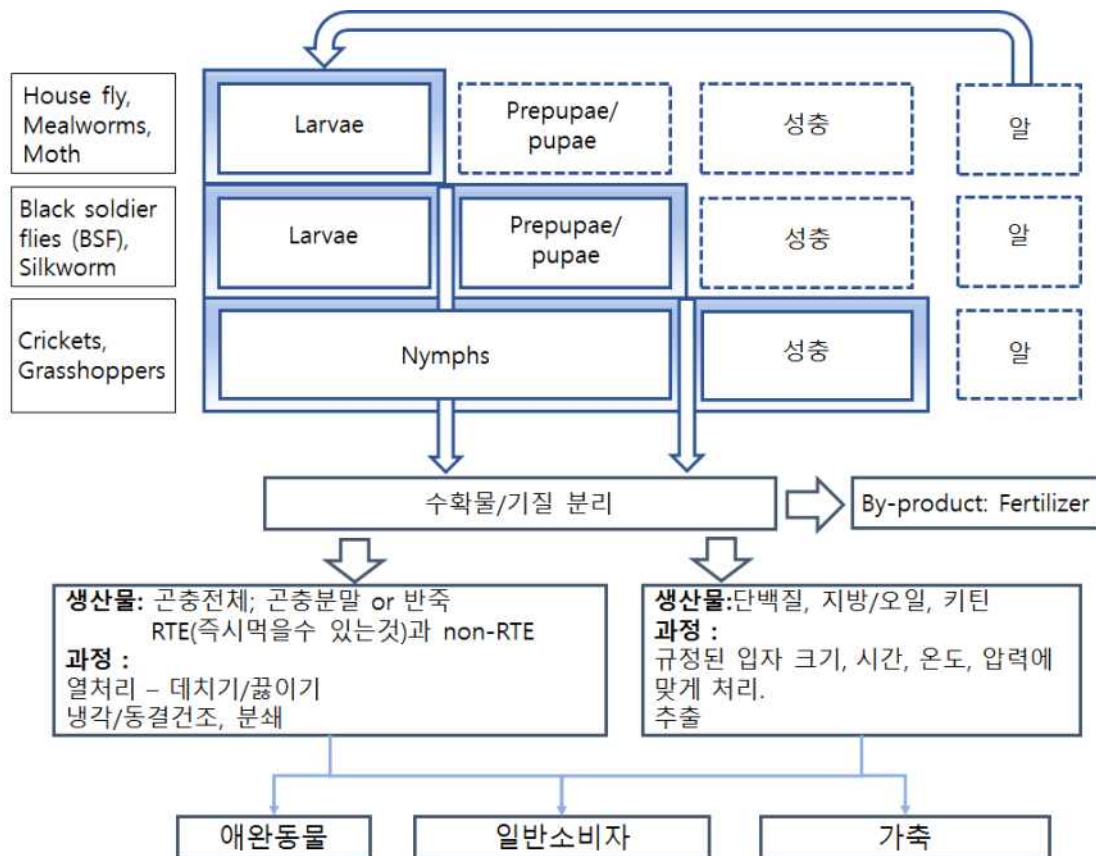


그림 1. 생산에서 소비자까지의 체인 개요

주요 재배종은 수확의 삶의 단계에 따라 분류된다. 유충에서 성충에 이르기까지 수명주기에서 음영 부분은 사료 기질에 대한 노출이 초기 생명 단계 사이에서 수확 지점으로 이월되는 곳을 나타냄

3.1.2.1. 미생물학적 감염

- bacteria, virus, parasites, fungi, prion 등

1) Bacteria

식량과 사료로 사용되는 양식 곤충에서 사람과 동물의 박테리아 병원균의 발생에 관한 연구는 과학 문헌에서 매우 드물다.

병원(살모넬라, 캄필로박터, 베로독성 대장균 등)은 사용되는 기질과 사육 조건에 따라 가공되지 않은 곤충에 존재할 수 있다. 대부분의 경우, 장내 병원균의

적극적인 복제는 곤충에서 일어나지 않는 것처럼 보이기 때문에, 이러한 병원균들 중 일부의 전염성은 동물성 단백질의 다른 비처리된 공급원에 비해 더 낮아질 것이다.

게다가, 이러한 박테리아의 전염 위험은 효과적인 처리를 통해 완화될 수 있다. 곤충의 미생물은 다양한 속의 박테리아로 구성되어 있다.

*Staphylococcus*속, *Streptococcus*속, *Bacillus*속, *Proteus*속, *Pseudomonas*속, *Escherichia*속, *Micrococcus*속, *Lactobacillus*속, *Acinetobacter*속

2) Viruses

곤충에는 과다한 바이러스가 포함되어 있으며 이들 중 다수는 곤충에 병원성이 있습니다. 즉, 질병을 유발하고 사망률과 식민지 붕괴로 이어질 수 있습니다. 곤충에 있는 대부분의 바이러스는 가족이나 종 수준에서 특이적이므로 무척추동물에 대해서만 병원성이 있으며 (표 2), 사람이나 농장 동물 및 조류와 같은 다른 척추동물에는 해당되지 않습니다. 그러나, 이러한 곤충 특이적 바이러스는 생산 손실을 유발할 수 있기 때문에 식품 및 사료용 곤충을 재배하는 생산자들에게 주요 관심사이다. 곤충 생물 방제에 사용되는 이러한 곤충 특이 바이러스는 모두 사람을 포함한 척추 물에게 안전한 것으로 간주되며 식품이나 사료 작물에 의도적으로 첨가된 바이러스를 포함합니다.

특별한 유의사항은 이러한 곤충 바이러스 중 일부는 척추동물에서 분류학적으로 관련된 바이러스를 가지고 있다는 것이다. 예를 들어, Poxvirus, Phocornavirus(예: 소아마비, 구제역), Orthomyxovirus(인플루엔자), rhabdovirus(광견병) 및 reoviruses (설사 바이러스) 및 어류 및 양서류의 iridoviruses. 그러나 이러한 분류학적으로 관련된 바이러스는 척추동물에 한정되어 있다. 이러한 척추동물 바이러스는 곤충에서 복제되지 않으며, 곤충 벡터에 의해 척추동물에게 활발하게 전염되지 않는다. 따라서 이 보고서에서는 이러한 바이러스를 더 이상 고려하지 않는다.

표 6. 곤충 및 척추동물의 감염 바이러스.

	유전정보					척추동물 전염	comments
	dsDNA	ssDNA	ssRNA(-)	ssRNA(+)	dsRNA		
Poxviruses	x					x	유충에는 드뭄
Ascoviruses	x						유충에서 자주
Asfarviruses	x					x	희귀함
Baculoviruses	x						유충에서 주로
Bracovirus	x						말벌에서 일반적
Herpesviruses	x						희귀함
Ichnoviruses	x						말벌에서 일반적
Iridoviruses	x					x	곤충에서 일반적/ 오직 어류에만
Parvoviruses		x				x	귀뚜라미
Bunyaviruses			x			x	arbovirus
Orthomyxoviruses			x			x	희귀함
Rhabdoviruses			x			x	주로 진딧물
Dicistroviruses*				x		x	모든 곤충류
Flaviviruses				x		x	arbovirus/ 모기, 진드기
Iflaviruses*				x		x	모든 곤충류
Nodaviruses				x		x	오직 어류에만
Tetraviruses				x			유충에는 드뭄
Togaviruses				x		x	arbovirus/ 모기, 진드기
Reoviruses					x	x	유충의 독특한 속

*picornavirus-like; bold/shaded: in species related to farmed insects. (EFSA Scientific Committee(2015))

곤충 (Iridoviridae, Parvoviridae, Iflaviridae, Dicistroviridae 및 Reoviridae)에 대 표 몇몇 바이러스군의 구성원은 식품 및 사료를 위해 양식 곤충과 관련된 곤충 에 존재할 수 있으므로 추가 평가가 필요합니다. 어류 및 양서류에서만 발생하 는 척추동물 iridoviruses는 곤충을 감염시키지 않으며 (반대의 경우도 마찬가 지) 곤충의 Reoviruses는 이들 패밀리의 척추동물 분류군과 구조 및 병리학에 서 매우 다르다. 척추동물에서 무척추동물 Iridoviruses 및 Reoviruses에 대한보 고는 없다. 귀뚜라미에서 가장 빈번한 감염은 densovirus (Parvoviridae)와 Picornavirales (귀뚜라미 마비바이러스, Discistroviridae) 바이러스에 의해 발생 합니다. 두 바이러스 유형 모두 인간 (human parvovirus B19, 소아마비, A형 간염)에 가까운 친척을 가지고 있기 때문에, 이 바이러스가 척추동물/무척추동 물 경계를 넘을 수 있는지에 대한 의문이 있습니다. 귀뚜라미의 densovirus를 사용한 실험에 따르면, 이 바이러스는 척추동물에서 바이러스 감염의 대용인 척 추동물 세포에서는 복제할 수 없지만 복제할 수 없음을 보여주었습니다. entomopoxvirus도 마찬가지입니다. 척추동물 숙주를 감염시키는 이들 분류군

(Densovirus 속, Dicistroviridae 계열)의 다른 바이러스에 대한 보고는 없다.

3) Parasites

문헌의 정보는 비유럽 지역(대부분 아시아)과 야생에서 수확한 곤충을 지칭하는 것으로, 따라서 환경 조건과 기질에 대한 엄격한 통제를 적용하여 해충에서 발견되는 위험과 매우 다를 수 있다.

곤충에 기생하는 기생충의 존재는 곤충으로부터 6종의 다른 종들을 분리하는 것이 논의되었던 동남아시아의 식품매개 장내흡충에 대한 검토에서 잘 입증되어 있다. 이 지역에서는 곤충 소비에 대해 오랫동안 널리 퍼져있는 전통이 있다. 인간의 부검과 곤충 분류에서 나온 증거는 Lecithodendridae와 Plagiorchiidae에 속하는 기생충(흡충류)의 식품매개 전염 가능성을 시사하였다.

곤충들이 생물학적인 벡터로서 잠재력을 보여주는 중요한 경우는 트리파노소마증이다. 세계보건기구(2010년)는 미국 내 샤가스 감염자가 1000만 명 정도로 추산했는데 이 중 브라질에서만 200만 명이 감염됐고 매년 10,000명 이상의 사람들이 죽는다. 역사학적으로 전염은 주로 라틴아메리카의 시골지역에서 발생하는데, 열악한 주거환경이 감염된 벡터와의 접촉을 촉진한다. 감염이 실수로 곤충을 섭취하거나 오염된 음식을 섭취하는 것과 관련이 있는 감염이 문헌에 보고되었습니다.

삼음질 *Dicrocoelium dendriticum* (Dicrocoeliidae과)은 또 다른 기생충 동물성 물질로 곤충 섭취를 통해 잠재적으로 인간을 감염시킨다. 감염은 metacercariae 과를 포함한 개미의 섭취에 기인하는 반면, 가짜감염은 감염된 동물 간의 섭취에 기인한다.

일반적으로 곤충에서 기생충의 발생과 산발적인 인간 기생충 질병과 곤충 섭취의 연관성에도 불구하고 양식 곤충에서의 기생충 발생에 대한 데이터는 없다. 적절하게 관리되는 폐쇄형 농장 환경에는 기생충 수명주기를 완료하는 데 필요한 모든 호스트가 없고, 냉동 및 조리 의존하여 소비 전 적절한 관리를 통해 잠재적인 위험을 더욱 제거할 수 있습니다.

4) Fungi

곤충은 병원성 곰팡이를 가지고 있거나 민감합니다. 그들은 곤충의 독소를 생산하여 곤충의 사망을 유발합니다. 이 곰팡이 중 일부는 해충 곤충의 생물 조절제로 사용되며 종종 동물과 인간 소비를 위한 식물성 작물에 사용됩니다. 그러나, 후자의 상황에서, 이들 진균은 생성된 진균 독소가 인간 및 동물에 미치는

영향에 대한 충분한 정보가 없기 때문에, 중 수준에서 QPS (Qualitative Presumption of Safety) 상태를 받지 못했다. 시판 제품의 곰팡이가 등록되려면 안전성 실험, 즉 특정 계통의 동물과 인간에 대한 영향이 각 곰팡이 종/종류에 대해 수행되어야 합니다. 때때로, 병원성 진균과 관련된 질병은 면역력이 저하된 개체에서 볼 수 있습니다. 그러나, 일반적으로, 이러한 곤충 병원성 특이적 진균은 척추동물 및 환경 모두에 대해 매우 우수한 안전성을 갖는다.

일반적으로 식품 및 사료용으로 생산되거나 사육, 가공 및 보관 중에 도입된 곤충과 관련된 곰팡이의 위험은 전체 생산 체인의 위생 조치를 통해 완화될 수 있습니다.

5) Prions

곤충에 의한 프리온 관련 위험은 잠재적으로 세 가지 주요 문제, 곤충 특유의 프리온, 동물/인간 프리온의 기계적인 벡터로서의 곤충, 그리고 프리온의 생물학적 벡터로서의 곤충(즉, 곤충 내 동물/인간 프리온의 복제 포함)과 연관될 수 있다.

- 정상적인 세포 프리온 단백질은 곤충에서 자연적으로 표현되지 않는다. 따라서 곤충 특유의 프리온과 관련하여 관련 위험은 존재하지 않는다. 같은 이유로 포유류 프리온은 곤충에서 복제할 수 없으며, 따라서 곤충은 프리온의 가능한 생물학적 벡터 및 증폭기로 간주되지 않는다.
- 다양한 연구들은 곤충이 전염성 프리온의 기계적인 벡터로서의 역할을 할 수 있다는 것을 시사하였다. 기질이나 전염성 프리온이 존재하는 환경에서 사육되는 곤충은 감염의 기계적인 벡터 역할을 할 수 있으며, 식품과 사료를 통해 프리온 질병의 잠재적 전염 위험을 나타낼 수 있다.
- 곤충에 의해 운반되는 총 프리온 감염성은 사용되는 기질에 존재하는 감염성의 양에 따라 달라지며, 이것과 같거나 작을 수 밖에 없다.
- 일반적으로 인간이 아닌 기질 및 비진수성 기질에 먹이는 곤충은 다른 식품이나 사료의 사용과 비교하여 추가적인 위험을 내포하지 않아야 하며, 다른 기질에 먹이는 곤충에 의한 위험성은 구체적으로 평가되어야 한다.

- 곤충특이적 프리온 관련 위험

프리온 또는 프리온 관련 단백질의 인코딩 유전자는 곤충에서 보고되지 않았으며, 따라서 프리온 단백질은 곤충에서 자연적으로 발현되지 않았다고 보고되었다. 따라서 곤충에는 어떤 특정한 프리온병도 발병할 수 없을 것으로 예상된다.

- 동물/인간 프리온의 기계적 벡터로서 곤충과 관련된 위험

다양한 연구에서 감염성 프리온의 기계적 벡터로서 곤충 (예 : 파리)의 역할이 제안되었습니다. Post 등(1999)은 *Sarcophaga carnaria* (동물/인간 근골종을 유발하는 육식성 파리) 유충에 의해 scrapie에 감염 햄스터의 뇌를 공급하고 이들에 한 번씩 프리온 단백질 (PrPSc)의 병리학적 형태가 있는지 유충을 분석했습니다. 그들은 살아있는 파리에서 2일 후에 먹는 즉시 PrPSc의 검출을 보여주었다. 며칠 후, 그들은 살아있는 애벌레에서 PrPSc를 감지하지 못했지만 죽은 파리에서 식후 14 일까지 PrPSc를 감지했습니다. 그들은 나중에 다른 그룹의 햄스터에게 유충과 번데기의 내부 장기를 먹였고 각 그룹의 햄스터 중 50% 이상에서 PrPSc (서부 얼룩)에 의한 임상 징후와 검출을 관찰했습니다. 저자는 전염성 햄스터 뇌를 먹은 파리의 유충과 번데기의 내용이 스크래피를 전염시킬 수 있으며 프리온병은 파리가 죽은 후에도 다른 발달 단계에서 파리에 의해 전염될 수 있다고 결론지었다.

Lupi (2006)는 인간 프리온 질병의 가능한 위험으로 근골 증과 관련하여 이용 가능한 과학 논문을 검토하고, 안구, 피부, 뇌내 또는 척수 근골증이 체제의 벡터로서 작용하는 외부 기생충으로 인한 동물 및 인간에 대한 프리온의 전파 가능성에 대해 논의하였다. 저자는 이 가능성을 더 조사해야한다고 제안했다. 만성폐쇄성질환(CWD)의 전염에 있어 외부기생충의 잠재적 역할에 대해서도 고려사항이 제시되었다. Corona 등 (2006)은 scrapie의 병인에서 *O. ovis*의 역할을 조사했다. 저자는 scrapie 양성과 음성 양의 비강에서 유충을 수집하고 두 개의 다른 scrapie으로 인해 발생하는 3개의 scrapie 영향을 받은 양의 기생충 유충에서 PrPSc의 검출을 보고했습니다. 그들은 또한 양에서 양의 유충과 후각 점막의 연관성을 관찰했습니다.

- 동물/인간 프리온의 생물학적 벡터로서 곤충과 관련된 위험

위에서 논의한 바와 같이(곤충 특정 프리온과 관련된 위험) 곤충에 PRP 인코딩 유전자가 없는 것을 고려할 때 프리온 단백질은 곤충에서 자연적으로 표현될 수 없다. 그러므로 포유류 프리온은 곤충에서 복제할 수 없다. 따라서, 곤충은 프리온의 가능한 생물학적 벡터와 증폭기로 간주되지 않는다.

곤충 모형을 사용하여 포유류 프리온 질병의 전이를 연구할 수 있는 가능성을 연구하기 위해 Thackray *et al.* (2012, 2014a, b)는 고전적이고 비정형 스크랩에 영향을받은 양의 뇌에서 유래한 양 프리온이 초파리(*Drosophila melanogaster*)로 전염되는 것을 조사했다. 본 발명자들은 양 PrP에 대해 유전자 이식된 (즉, 양 PrP를 코딩하는 유전자를 발현하는) 상이한 *Drosophila*

melanogaster 모델에 양 프리온을 성공적으로 전달하여, 접종되지 않은 형질 전환 파리에 비해 가속된 신경독성 효과를 관찰하였다. 비-형질 전환 대조군 파리의 양 프리온에의 노출은 신경독성을 초래하지 않았고, 야생형 파리에서의 전염에 대해 논쟁하였다. 이들 연구 중 하나에서, 단백질 분해 효소 K⁻ 내성 PrP^{Sc}는 프리온에 노출된 형질 전환 초파리에서 Protein misfolding cyclic amplification (PMCA)에 의해 검출되었다. 다른 연구는 유전자 변형 초파리 파리에서 포유류 PrP의 발현을 보고했지만 프리온 질환이 파리로 전염되는 것을 조사하지는 않았다.

- 곤충에 의한 프리온 관련 위험에 사용되는 기질의 역할

프리온의 복제는 곤충에서 가능한 것으로 간주되지 않기 때문에, 곤충에 의해 운반되는 총 프리온 감염성은 사용된 기질에 존재하는 감염의 양에 의존 할 수 있고, 이보다 작거나 같을 수 있다.

곤충에게 먹이를 주기 위해 사용되는 기질은 프리온의 확산에서 곤충에 의해 발생할 수 있는 위험에 큰 영향을 미친다. 이러한 위험을 평가할 때는 사람이 나 동물에 대한 위험이 다를 수 있기 때문에 곤충을 음식이나 사료로 사용하는 다른 최종 용도도 고려해야 합니다.

3.1.2.2. 화학적 오염

다른 동물의 제품과 마찬가지로 곤충에서 유래한 식품과 사료 제품도 유해한 화학물질을 포함할 수 있다. 이러한 화학물질 중 일부는 환경 오염 물질(예: 중금속, 다이옥신, polybrominated diphenyl ethers, mycotoxins 및 식물 독소)과 같은 곤충을 위한 기질에 존재할 수 있다. 곤충은 또한 공급 기관에서 곤충에 축적될 수 있는 셀레늄과 같은 미량 원소의 높은 수준을 포함할 수 있다. 다른 화학물질들은 곤충을 사육하는 동안 사용될 가능성이 있다. 예를 들어, 특정 질병을 치료하기 위한 설비와 장비에 대한 생체접착제 또는 수의학 약물과 같은 것이다. 게다가, 어떤 곤충 종들은 그들 스스로 독소를 생산한다.

음식과 먹이를 얻기 위해 기르는 곤충에 오염물질이 축적되면, 그것들은 동물과 인간의 건강에 위협이 될 수 있다. 하지만, 사육 곤충의 유해 화학물질에 대한 발표된 자료는 거의 없다. 야생에서 수집된 곤충에 대해 더 많은 데이터를 이용할 수 있다. 곤충 제품의 화학적 안전성에 대한 검토는 벨기에(FASFC, 2014), 프랑스(ANSES, 2015), 네덜란드(NVWA, 2014), 벨루코 외(2013), 반 데르 스피겔 외(2013) 등 식품 안전 당국에 의해 발표되었다.

- 중금속 및 비소, 곤충 자체에서 생성된 독소 혹은 축적된 독소, 동물용 의약품

이나 호르몬제, 잔류농약과 같은 기타 오염물질 등

1) 중금속 및 비소

곤충의 중금속과 비소의 농도는 원소의 특성과 기질, 곤충종 및 그 성장단계의 농도에 따라 달라진다.

사육 곤충인 *M. domestica*, *Calliphora vomitoria*, *Chrysomya* spp. 및 *H. illucens*의 화학적 안전성에 관한 연구에서는 다양한 기질을 이용하여 다양한 지리적 위치에서의 생산 방법을 분석하였다. 완전한 동물 사료에 대한 최대 잔류 한계를 초과하는 농도의 일부 곤충 샘플에는 카드뮴이 존재했지만, 측정된 다른 금속에는 그렇지 않았다. 표 3은 양식 곤충에서 발견되는 금속의 농도를 제시하며, EU는 사료 재료와 완전한 사료에서 이러한 금속의 최대 한도를 제시한다. 하우스 플라이 유충은 0.33 - 0.72mg/kg의 카드뮴 농도를 포함했으며, 이 중 2개는 완전한 동물 사료(0.5mg/kg 88% 건조 물질)에서 카드뮴에 대한 EU 최대 한도 이하였으며, 그 이상 3개였다. 그러나 기질 내 카드뮴 농도는 측정되지 않았으며, 특정 동물 범주에 대해서는 카드뮴 최대 한도가 더 높다. 양식 곤충의 금속 함량에 미치는 다양한 기관의 영향에 관한 제한적인 자료가 있다. 동물원 사료 재료에서 카드뮴에 대한 EU의 최대 함량은 2mg/kg(88% 건조 물질)이다. 찰튼 등(2015)이 분석한 9개 곤충 표본 모두 이 한계 미만이었다.

표 7. 양식 곤충의 카드뮴, 납, 수은 및 비소 농도(mg/kg 건조중량)는 다양한 지리적 위치에서 다양한 생산 방법을 사용하여 사육

(MD1 to MD5: house fly (*M. domestica*); CV1 and CV2: blue bottle (*C. vomitoria*); CH: blow fly (*Chrysomya* spp.); HI: black soldier fly (*H. illucens*))

성분	성분 최대 한도 ^(a)	완전한 사료 잔류 한도 ^(a)	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	CV1	CV2	CH	HI
Cadmium ^(b)	2	0.5	0.334	0.625	0.348	0.711	0.723	0.02	0.018	0.370	0.120
Lead ^(b)	10	5	0.46	1.16	0.249	0.058	0.333	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Mercury ^(c)	0.1	0.1	0.004	0.035	0.038	0.002	0.004	<0.002	<0.002	0.008	0.007
Arsenic ^(b)	2	2	0.191	0.408	0.094	0.161	0.079	0.009	0.004	0.734	0.142

(a):유럽연합(EU) 최대 사료 제한과 88%의 건조 물질에 근거한 농장 동물에 대한 완전한 사료.

(b):비소, 카드뮴, 납, 질산염, 휘발성 겨자 기름 및 유해 식물 불순물에 대한 최대 수준과 관련하여 유럽 의회와 위원회의 지침 2002/32/EC의 별첨 I를 개정하는 커미션 규정(EU) No 1275/2013.

(c): 동물 사료의 바람직하지 않은 물질에 관한 2002년 5월 7일 유럽 의회 및 이사회의 지침 2002/32/EC.

곤충에서의 카드뮴 축적은 이전에 Diener *et al.* (2011) 및 *T. molitor*에 의한 다른 유형의 토양으로부터의 카드뮴 및 납의 흡수는 Vijver *et al.* (2003)에서

나이지리아 시장에서 구매한 식용곤충 애벌레 (*Rhynchophorus phoenicis*, *Analeptes trifaciata*)의 카드뮴 및 납 함량은 각각 0.02 - 0.03 mg Cd/kg 건조중량 및 0.03 - 0.06 mg Pb/kg 건조중량 (Banjo *et al.* 2010). 동물성 제품의 카드뮴에 대한 EC 최대 농도는 소, 양, 돼지 및 가금류의 육류 (무제한)에 대한 습윤 중량 0.05 µg/kg, 신장, 이매패류 및 두족류에 대해 1.0 mg/kg 범위입니다. 납의 경우, 이 최대 농도는 소, 양, 돼지 및 가금류의 육류 (비제한)에 대한 0.1 mg/kg 습윤중량에서 이매패류 및 두족류에 1.5 mg/kg 습윤중량 (체외 제외)까지입니다 (EC/1881/2006).

카드뮴과 납의 농도는 5가지 다른 유형의 식용 절지동물에 대해 각각 0.02 - 0.07 mg/kg 및 0.03 - 0.10 mg/kg 범위였습니다. 말린 메뚜기(Chapulines)는 캘리포니아 지역 주민의 혈중 납 수치가 상승한 것으로 의심됩니다. 후자의 저자들은 캘리포니아 몬트레이에서 납중독이 발생하는 원인을 조사했다. 그들은 2001-2003년 사이에 3개 카운티 보건부 클리닉에서 어린이와 임산부 사이에서 혈중 납 수치가 높을 때 (>10 µg/dL) 위험 요소를 조사하는 것을 목표로 했습니다. Oaxaca(멕시코)에서 보낸 집에서 준비한 마른 메뚜기(Chapulines)는 납 중독의 한 원인으로 간주되었습니다. 이 Chapulines에는 상당한 양의 납이 함유되어있었습니다. Oaxaca의 Zimatlan에서 유래한 총 10 개의 Chapulines 샘플에서 검출되지 않은 것에서 2,500 mg/kg의 높은 수준까지 납 농도의 큰 변화가 보였다.

역사적으로 호주의 전통 음식인 Bogong 나방(*Agrotis infusa*)은 비소 오염 토양에서 비소를 흡수하는 것으로 나타났으며, *T. molitor*에 셀레늄이 축적되는 것으로 나타났습니다. 카드뮴과 아연을 함유한 하수 슬러지로 오염된 토양에서 자라는 밀을 먹이로 하는 진딧물 (*Sitobion avenae*)은 이 금속을 축적했습니다. 진딧물은 최대 0.386 mg Cd/kg 및 319 mg Zn/kg 을 함유하였으며, 이는 밀 내의 농도보다 각각 8배 및 10배 높았다. 메뚜기, *Calliptamus italicus*, *Oedipoda caerulscens*, *O. germanica*, *Chortippus crassiceps*와 *Neochetina eichhorniae*에서도 카드뮴 생체 축적이 관찰되었다. 오염된 수생식물인 *Eichhornia crassipes*를 먹이로 하는 곤충에서도 중금속의 생체 이동을 조사했다. 곤충에게 먹이를 주기 전에 식물을 일주일 동안 알려진 농도 (25, 50, 100 mg/L)의 카드뮴 또는 수은에 노출시켰다. 잎에서 곤충에 금속이 축적한 비율은 카드뮴의 경우 6.3 - 10%, 수은의 경우 3.5 - 7.5%였다. 부레옥잠 바구미는 3가지 농도 모두에서 다량의 카드뮴을 축적하였으나 수은의 생체 축적은 낮음을 보여주었다.

Devkota와 Schmidt (2000)는 초원에서 먹이를 주는 4종의 메뚜기(*C. italicus*,

O. caerulescens, *O. germanica*, *C. crassiceps*)와 풀에 있는 세 가지 중금속 (수은, 카드뮴, 납)의 농도를 조사했다. 풀과 곤충 샘플 모두에서, 중금속의 농도는 납 > 카드뮴 > 수은의 순서로 나타났다. 조사된 4가지 메뚜기 종 모두에서 카드뮴 농도는 잔디의 농도보다 2-4배 높았다. 풀의 납 농도는 4종의 메뚜기보다 낮았습니다. 수은 농도는 잔디보다 *C. crassiceps*에서 2배 높았지만, 수은 농도는 카드뮴 및 납보다 낮았다. 수컷이 아닌 암컷 *O. caerulescens*는 1.3배 수은의 축적을 보인 반면 수컷 *O. caerulescens*와 다른 두 메뚜기 종은 풀보다 농도가 낮았다.

카드뮴 축적은 식물성 곤충종의 발달 단계에 의존하며, 유충은 성충보다 더 높은 농도를 함유하고 있습니다. Noctuid 나방 (*Spodoptera litura*)의 유충에 대한 현장 연구에서 카드뮴과 납의 생체 축적은 발견되지 않았지만, 유충 대변에는 이러한 금속의 농도가 높았습니다. 결론적으로 곤충에 대한 기질에서 중금속을 옮기는 것이 가장 중요한 오염 경로입니다. 축적은 곤충 종류, 성장단계 및 해당 금속에 따라 다릅니다.

2) 곤충에 의해 생성되거나 축적된 독소

곤충은 자연적으로 유해한 화합물이나 '곤충 독소'를 함유할 수 있는데, 이것은 합성(자체 생산)되거나 기질로부터 축적될 수 있다. 독소를 생산하는 몇몇 곤충들은 선명한 색채와 무늬를 통해 포식자들에게 경고한다. 일반적으로 기질에서 나오는 독소의 축적은 진화 과정의 생존 전략이다. 이 독소들 중 일부는 요리 과정을 통해 그들의 성질을 잃을 수 있다. 어떤 곤충 종들은 식물의 독소를 격리시킬 수 있어, 할리퀸버그인 *Murgantia histrionica*에 있는 글루코시놀레이트처럼 포식자에게 덜 입맛을 돋울 수 있다. 다른 곤충 종은 독소를 만들 수 있는데, (벤조)퀴논과 알켄을 생성하는 거저리과나 시안화 글루코시드를 생성하는 *Zygaena* 속의 나방과 같이 독소를 생산할 수 있는데, 이것은 분해시 시안화물을 방출한다.

좀 더 구체적으로 말하면, 독충은 두 가지 범주로 분류될 수 있는데, 그것은 바로 phanerotoxics과 cryptotoxics이다. phanerotoxics에는 벌이나 개미의 경우와 같이 독의 합성 및 전달을 위한 기관이 있다. 이 물질들은 일반적으로 소화관에서 활성화되지 않는다. cryptotoxics이 있는 곤충은 외부 분비기관을 보유하지 않고 섭취한 후에만 독성이 있다. 이들은 합성이나 축적의 결과로 독소를 함유할 수 있다. 이러한 물질은 특정 구조물에 국산화되거나 다른 신체 부위에 확산될 수 있다.

기준 조건에 나열된 곤충의 경우, 소비에 사용되는 생활사에서 반응성, 자극성 또는 독성 물질을 배설한다는 즉각적인 징후는 없다(FASFC, 2014). 전체 곤충 또는 곤충 단백질에 대해 수행되는 독성학적 테스트는 거의 존재하지 않으며 (NVWA, 2012), 현재까지 곤충의 '독성 용량'을 확인할 수 있는 위험 평가도 없다(FASFC, 2014).

곤충의 마이코톡신은 기질 및 곤충의 내장의 *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp, *Fusarium* spp와 같은 병원성 곰팡이에 의해 생성되는 것들에서 비롯될 수 있다. 마이코톡신은 곤충 생존에 영향을 미칠 수 있다.

다양한 지리적 위치에서 다양한 생산 방법을 사용하여 재배된 곤충에 마이코톡신이 존재하는지 조사되었다. 69개의 마이코톡신의 존재 여부를 분석하였고, 검출된 마이코톡신은 집과리 내 beauvericin(6.9 µg/kg 건량), enniatin A(12.5 µg/kg 건량), enniatin A1(7.3 µg/kg 건량)이었다.

Van Broekhoven (2014)은 밀에서 기질로서 디옥시니발레놀(DON)이 곤충으로 옮겨질 가능성을 조사했다. 식충 유충은 자연적으로 오염된 밀가루, 4,900 µg DON/kg 밀가루 농도 또는 14일 동안 오염되지 않은 밀가루로 사육되었다. 프라스(Frass)를 수집하고 기판을 투여하여 애드리비툼을 섭취할 수 있도록 하였다. DON과 그 파생상품인 DON-3G, 3-Acetyl-DON, 15-Acetyl-DON의 농도는 수확 후, 그리고 24시간 동안 단식한 후 제어군과 실험군 모두에서 결정되었다. 사육된 식충의 프라스 내 평균 DON 농도는 1,140µg DON/kg이었다. 노출 및 제어 식충과 프라스에서 DON과 그 파생물의 농도는 정량 한계 미만이었다 (LOQ: DON의 경우 100µg/kg, 3-Acetyl-DON과 15-Acetyl-DON의 경우 500 µg/kg). 유사한 두 번째 실험에서, 식용 애벌레는 8,000µg DON/kg으로 뽕죽한 밀을 먹었고, 이 경우 프라스에서의 DON의 평균 농도는 4,980µg/kg이었다.

3) 동물용 의약품 및 호르몬

거름과 같은 기질에 남아 있는 수의학 약품의 잔류물은 곤충과 그 결과물에서 나올 수 있다. 이것은 또한 곤충을 생산하는 동안 항균제나 다른 수의학 약물을 사용하는 경우에 해당된다.

예를 들어 누에농사에서는 세균감염을 예방하기 위해 조제식 식단에 항균성 물질을 첨가하기도 한다. 또한, 다양한 곤충 병원균과 감염을 막기 위해 곤충을 사육하는 동안 동물용 의약품을 뿌리거나 기질에 혼합할 수 있으며, 이것으로 인해 곤충의 잔류물이 발생할 수도 있다. 또, 사육하면서 호르몬 등의 다른 물질이 잔류물을 발생시킬 수 있다.

EU의 동물용(잔류) 의약품 법규는 현재 곤충에 대한 규정을 포함하고 있지 않다. 몇몇 동물용 약물에 대해 잔류허용기준(MRL)이 설정된 곤충 제품은 꿀 (Commission Regulation, (EU) 37/2010)뿐이다.

분석 방법의 회복을 평가하기 위해 175개의 인증된 분석 기준을 사용하여 사육 곤충(파리류)을 수의학적으로 검사했다. 68개 화합물에 대한 정량적 데이터를 얻었으며 492개 화합물에 대한 정성적 데이터를 얻었다. 또한 클로람페니콜에 대한 곤충도 분석되었다. Nicarbazin은 집파리의 한 샘플에서 발견되었으며, 다른 모든 화합물은 검출 한계(건조 물질 100µg/kg) 미만이었다.

곤충농업의 경우, 연구논문을 통해 항균제의 사용이 보고되어 있는데, 이 경우, 양식 곤충에게 심각한 피해를 줄 수 있는 박테리아, 균류 또는 미포자충류로 인한 질병의 경우 응급처치를 위해 사용된다.

식품이나 사료로 사용하기 위한 곤충의 수의학 약물과 호르몬에 대한 시험은 먹이 사슬의 다른 동물 제품에 대한 현행 관행에 따라 관리할 수 있다.

4) 곤충의 다른 오염물질

◎농약 잔류물

곤충 사육을 위한 기질은 잔류농약을 포함할 수 있습니다. 10~50µg/kg 범위의 검출 수준 (LOD)을 갖는 UPLC-MS/MS를 사용하여 사육곤충(파리류)에서 393개 살충제 잔류물의 농도를 측정하였다. 중국 우한에서 분유 및 설탕으로 양육된 집파리 유충 샘플 중 검출된 살충제 잔류물은 chlorpyrifos (건조중량 800µg/kg)였으며, piperonyl butoxide는 영국에서 양식된 청파리의 샘플 (건조 중량 200µg/kg). 양식 곤충의 다른 모든 살충제 농도는 각각의 LOD보다 낮았다.

사료 안전성 측면에서 국제식품규격(Codex Alimentarius)은 동물 사료(알팔파 및 완두콩 피)의 chlorpyrifos 및 piperonyl butoxide의 농도는 각각 5,000µg/kg 및 2,000 µg/kg 미만이어야 한다고 권장합니다. 곤충 사료에서 이러한 오염물질 수준에 대한 제한된 데이터는 제안된 최대 농도보다 낮습니다.

◎다이옥신 및 다이옥신 유사 PCB

Charlton 외 연구진(2015년)에 의해 사육 곤충(파리류)에서 다이옥신과 다이옥신 유사 PCB(DL-PCB) 수준을 분석하였다. 다이옥신 농도(PCDD/F의 합계)는 테스트 곤충 중에서 0.11 - 0.39 ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg 건조중량, 다이옥신과 DL-PCB의 합량은 0.23 - 0.63 ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg 건조중

량이었다(표 4). 동식물의 사료 재료('우유 및 유제품, 달걀 및 달걀과 달걀 제품을 포함한 기타 육지 동물 제품')의 다이옥신에 대한 EU 최대 함량은 0.75ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg(건조량 88%), DL-PCB(Commission Regulation (EU) No 277/2012)의 경우 1.25ng이다. 현재 곤충의 식품이나 사료로서 다이옥신과 다이옥신 유사 PCB에 대한 EU 최대 수위는 없으나 비교를 위해 수산물의 다이옥신과 DL-PCB의 함량에 대한 최대허용량은 DL-PCB 3.5ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg 습중량, 6.5ng WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg 습중량이다 (Commission Regulation EU 1259/2011).

야생 곤충, 특히 땅에 서식하는 종의 오염된 토양에서 PCB가 축적되는 것이 이전에 밝혀졌습니다. 곤충의 유기 오염물질 수준에 대한 데이터는 제한되어 있습니다. 곤충에서 발견되는 다이옥신, DL-PCB 및 지표 PCB (ICES6)의 수준은 다른 식품/사료 및 사료 성분들에 대해 EU에서 정한 최대허용량 미만입니다.

표 8. 다이옥신(ng WHO-PCDD/F-TEQ/kg), 다이옥신-유사 PCB(non-ortho and mono-ortho ng WHO-PCB-TEQ/kg), dioxins과 dioxin-like PCB의 합계(ng PCB TEQ/kg), 다른 지리적 위치에서 다양한 생산 방법을 사용하여 사육 된 곤충에서 PCB ICES 6 (µg/kg)을 합산. (MD1 to MD5: house fly (*M. domestica*); CV1 and CV2: blue bottle (*C. vomitoria*); CH: blow fly (*Chrysomya* spp.); HI: black soldier fly (*H. illucens*))

Contaminant	MD1	MD2	MD3	MD4	MD5	CV1	CV2	CH	HI
PCDD/F (ng TEQ/kg dry matter) ^(a)	0.18	0.30	0.14	0.14	0.14	0.44	0.39	0.11	0.13
Non-ortho PCB (ng TEQ/kg) ^(a)	0.07	0.31	0.32	0.10	0.14	0.03	0.04	0.13	0.09
Mono-ortho PCB (ng TEQ/kg) ^(a)	0.01	0.02	0.09	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Sum TEQ (ng/kg) ^(a)	0.26	0.63	0.55	0.25	0.29	0.48	0.44	0.25	0.23
ICES-6 ^(b) (µg/kg)	1.08	1.68	4.28	0.05	0.24	0.31	0.62	1.13	0.63

(a) PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 및 PCB180의 합 (ICES-6)

(b) 데이터는 WHO-TEQ2005/kg으로부터 Charlton *et al.*의 원시 데이터 µg/kg로 변환되었다.(2015)
(Available at: <http://www.proteinsect.eu/index.php?id=63>).

◎다핵 방향족 탄화수소(Polycyclic aromatic hydrocarbons)

EU는 4가지 물질(PAH4) (benzo(a)pyrene, benz(a)anthracene, benzo(b)fluoranthene, chrysene)의 합을 포함하는 식품에서 다핵 방향족 탄화수소(PAH)에 대한 최대 수준을 확립했으며, benzo(a)pyrene(BaP)에 대한 별도

의 최대 수준을 확립했다. PAH4의 최대 수준은 혼제 이매패류의 경우 1μg/kg(유아 식품)에서 35μg/kg(각각 1 - 6μg BaP/kg; Commission Regulation (EU) No 835/2011)까지 다양하다. 동물 사료에서 PAH에 대한 최대한도가 설정되지 않았다. Charlton 외 연구진(2015년)은 사육 곤충(파리류)의 PAH 농도는 0.28 - 9.82 μg PAH4/kg에서 건조중량 0.05 - 2.2 μg BaP/kg 미만 사이에 차이가 있었다고 보고했다.

◎이송용 포장 오염물질

곤충을 플라스틱이나 종이와 같은 포장재가 들어 있을 수 있는 기질에 사육할 경우 포장재에서 이동하는 화학적 오염물질에 노출될 수 있다. 이러한 화합물(예: 잉크, 비스페놀 A, 프탈레이트)은 포장재에서 기질로 이동할 수 있으며, 곤충이 먹을 수 있다. 그러나 현재까지 그러한 이송용 화합물에 대한 데이터는 이용할 수 없다.

곤충 종류, 수확 단계, 생산 방법, 기질 및 곤충 (제품)의 가공 방법은 모두 곤충 식품 및 사료 제품에서 오염물질의 발생 및 축적에 영향을 미칩니다. 가장 큰 영향은 기르는 곤충 종과 관련하여 기질에 영향을 줄 수 있습니다.

수명이 짧고 반복적으로 먹이를 제한하는 곤충의 경우, 더 긴 기간 동안 사육되는 곤충보다 생체 축적이 발생할 가능성이 적습니다.

곰팡이에 의해 형성되는 자연 독소를 제외하고 곤충에 있는 대부분의 화학적 오염물질 존재 따라서, 마이코톡신은 기질의 오염물질 수준을 제어함으로써 제어될 수 있다. 그러나 다른 기질에서 곤충으로 오염물질을 옮기는 데 대한 자료는 매우 제한적이다. 이용 가능한 제한된 데이터로부터, 곤충은 그들의 기질로부터 중금속, 특히 카드뮴을 축적할 수 있음을 알 수 있다. 여러 화학물질이 축적될 수 있지만 식용 동물의 축적과 비교할 때 축적 정도에 대한 결론을 내릴 데이터가 부족합니다.

3.1.2.3. 알레르기 유발 항원

곤충의 소비가 인간에게 알레르기 반응 및 아나필락시성 쇼크를 유발한 많은 사례가 기록되어있다. 애완동물과 가축동물에서 알레르기가 발생하지만 문헌에서 애완동물과 가축에서 곤충 유래 사료 섭취로 인한 알레르기에 대한 정보는 보고되지 않았습니다.

알레르기 단백질 또는 갑각류 또는 진드기의 트로마이신 또는 아르기닌키나제와 같은 알레르기 항원과 교차반응하는 단백질의 경우, 곤충 단백질의 존재와 제품

의 라벨에 대한 알레르기 또는 교차 반응성을 나타낼 수 있습니다.

애완동물이나 곤충 단백질을 먹은 가축은 알레르기 반응이 있는지 모니터링하여 동물에 대한 잠재적 알레르기 유발성 관련성을 더 잘 파악하는 것이 좋습니다.

곤충은 습진, 비염, 결막염, 혈관 부종 및 기관지 천식과 같은 알레르기 반응을 일으킬 수 있습니다. 곤충에 대한 가장 친숙한 알레르기 반응은 곤충 물림이나 찌르기, 예를 들어 꿀벌이나 말벌에 의한 것입니다. 다른 알레르기 반응은 흡입 및 접촉에 의해 발생하며 주로 곤충과 정기적으로 접촉하는 사람들과 함께 발생합니다. 밀웜(*T. molitor*) 및 작은 밀웜(*A. diaperinus*)의 접촉으로 인한 알레르기 반응이 기록되어있다. 곤충의 소비가 인간에게 알레르기 반응 및 아나필락시스 쇼크를 일으킨 여러 사례도 보고되었습니다. Freye 등의 연구 (1996)는 사람들이 갈색거저리(*T. molitor*)의 유충과 darkling beetle (*Zophobas morio*)를 먹은 후에 반응했다는 것을 증명했습니다.

인간과 마찬가지로 애완동물과 가축에서 알레르기가 발생하지만, 문헌에서 애완동물과 가축에서 곤충 유래 사료 섭취로 인한 알레르기 징후는 보고되지 않았습니다.

인간의 섭취를 위한 새로운 식품으로 곤충 또는 곤충 유래 식품의 경우 알레르기 반응의 잠재적 유발을 조사해야 한다. 알레르기 반응은 ①이미 곤충에 민감하게 반응한 개인의 반응 유발 또는 교차 반응 알레르겐, ②개인의 신생 감각 및 알레르기 반응의 잠재적 유발을 통해 발생할 수 있습니다. 음식 알레르기. 알레르기 유발성 평가는 구성 식품 또는 성분, 출처, 이용 가능한 문헌의 정보 및 실험 데이터를 고려하여 이러한 사건의 가능성을 고려해야 한다. 음식 알레르기 항원은 일반적으로 (당류) 단백질입니다. 곤충이 단백질의 새로운 공급원으로 작용하기 때문에 곤충에서 생산된 식품에는 항상 단백질이 포함되어 있다고 가정할 수 있습니다. 따라서, 곤충과 같은 새로운 공급원으로부터 생산된 식품은 새로운 감각 또는 교차 반응성에 의해 알레르기 반응을 일으킬 수 있다. 알레르기 특성을 나타내는 곤충에서 생산된 식품은 알레르기 활성을 유지할 수 있는 반면, 생산 공정은 숨겨진 알레르기 항원 또는 이미 존재하는 알레르기 항원을 드러냄으로써 활성을 향상시킬 수 있습니다.

그 음식의 근원은 그 음식의 알레르기 유발 가능성을 결정하는 중요한 요소다. 식품이나 성분의 알레르기 유발성 및 그 근원으로 사용되는 곤충에 대한 문헌 검토를 수행해야 한다. 유럽이나 다른 지역의 식단에 식품이나 성분이 이미 존재하는 경우, 사례 보고서 및 알레르기 유발성 평가를 문헌에서 이용할 수 있다.

곤충의 알려진 알레르기 특성의 경우, 일반적인 평가 원칙으로서 곤충에 반응하

는 개인의 면역학적 반응성은 곤충 유래 식품에 대해 시험관 내 및 생체 내에서 시험되어야 합니다. 해당 곤충 공급원에 대해 알레르기가 확인된 사람들의 혈청은 특정 면역학적 검사를 받을 수 있습니다. Western Blotting 또는 방사선 알레르기 흡착제 테스트 (RAST) 체외 테스트가 음성이면 체내 피부 스틱 테스트를 수행할 수 있다. 부정적인 결과의 경우, 이러한 사람들에게 임상적으로 감독된 이중 맹목 위약 통제 도전을 수행하여 알레르겐 잠재력의 부재를 확인할 수 있다. 문제의 곤충에 대한 특정 알레르기 반응뿐만 아니라 다른 알려진 알레르겐과의 잠재적인 교차 반응성을 평가해야 합니다.

특히, 지금까지 문제의 곤충이 사용되지 않았고, 곤충에 대한 알레르기성을 알 수 없는 경우, 잠재적인 알레르기성을 부정하기가 어렵다. 원산지가 알려진 알레르기 종을 가진 종족에 속하는 경우 교차 반응성이 문제가 될 수 있으므로 고려해야 합니다. 곤충에 존재하는 단백질의 아미노산 서열과 공지된 알레르겐의 비교는 알레르기 원성 평가에 대한 EFSA 과학적 의견에 따라 수행될 수 있다. 알려진 알레르겐과의 높은 상동성은 잠재적인 알레르기 유발성 또는 교차 반응성을 나타낼 수 있습니다. 80개의 아미노산 창에서 확인된 35%의 컷오프가 교차 반응성의 기준으로 사용됩니다. 이러한 단백질은 상기 지시된 바와 같이 시험관 내 또는 생체내 방법을 사용하여 추가로 조사되어야 한다.

알려진 알레르겐 활성이 없는 곤충 공급원에서 유래하거나 새로운 단백질이 알려진 알레르겐과의 교차 반응성, 분자량, 열 안정성, pH에 대한 민감도, 위장 프로테아제에 의한 소화성 및 혈장의 검출 가능한 양에 영향을 미치지 않는 식품에 대한 정보를 제공할 수 있습니다. 곤충에서 생산된 식품의 알레르기 가능성. 시판 전 인간 결과 및 근로자 감작 보고서에서 추가 증거가 나타날 수 있습니다. 알려진 알레르겐 활성이 없는 곤충 공급원에서 유래하거나 새로운 단백질이 알려진 알레르겐과의 교차 반응성, 분자량, 열 안정성, pH에 대한 민감도, 위장 프로테아제에 의한 소화성 및 혈장의 검출 가능한 양에 영향을 미치지 않는 식품에 대한 정보를 제공할 수 있습니다. 곤충에서 생산된 식품의 알레르기 가능성. 시판 전 인간 결과 및 근로자 감작 보고서에서 추가 증거가 나타날 수 있습니다. 음식 또는 사료 단백질의 공급원으로서 곤충의 경우 곤충에 대한 알레르기의 위험은 그럴듯하며, 다지류 및 곤충, 거미류, 갑각류 (랍스터, 새우, 게)와 같은 절지동물의 일반적인 알레르겐 (판-알레르겐)의 존재에 기초할 수 있습니다. 마찬가지로 연체동물과 기생충의 알레르기 항원은 종종 곤충의 알레르기 항원과 유사하며 교차 알레르기를 유발할 수 있습니다. 상이한 부류의 절지동물 사이의 다소의 계통 발생적 관계는 식용 곤충과 다른 절지동물, 진드기 (거미류), 갑각류

및 비식용 곤충 (바퀴벌레) 사이의 가능한 교차 알레르기를 담당하는 일반적인 알레르겐 (판-알레르겐)에서 B 세포 에피토프를 구성하는 구조에서의 서열상 동성 및 유사성을 설명할 수 있다. 알레르기가 있는 개인의 곤충 소비 따라서 먼지 진드기 또는 새우는 이러한 교차 반응성과 관련된 알레르기 반응을 유발할 수 있습니다.

3.1.2.4. 처리와 저장의 영향

케냐에서 흰개미의 소비로 5명이 보툴리누스 중독으로 사망했을 때 발생했던 것처럼, 곤충과 제품의 오염은 사육 후와 소비 전에도 발생할 수 있다. 이 경우, 곤충들은 4일간의 이송 기간동안 혐기성 상태로 비닐봉지에 저장되어 있었다. *C. botulinum*은 애벌레의 섭취에 이어 나미비아에서도 3건의 치사경우 원인으로 여겨져 왔다.

그러나 식품 관점에서 관련 측면은 살아있는 동물의 미생물 구성뿐만 아니라 파생 제품을 안전하게 처리, 저장 및 보존할 수 있는 가능성이다. 이러한 맥락에서, Klunder 외 연구진(2012년)은 최근 신선하고 가공되고 저장된 식용곤충의 미생물 성분을 평가했다. 연구는 신선도, 삶고, 볶고, 신선한 상태로 저장한 밀웜과 귀뚜라미(*A. domesticus* and *Brachytrupes* sp.)에 초점을 맞췄다. 그 결과 신선한 곤충에서 엔토박테리아과와 포자형 박테리아는 분리될 수 있지만, 일반적으로 병원성 세균에 속하지 않는다. 식충 유충의 균열은 더 많은 수의 생존 가능한 박테리아를 발생시켰으며, 이는 곤충의 장에서 미생물 분비가 발생하여 제품 전체에 분포될 수 있는 결과일 수 있다. 곤충을 5분 동안 삶는 것은 Enterobacteriaceae를 없애는 효율적인 과정이지만 포자가 박테리아를 형성하지는 않는다. 따라서 냉장온도(5~7°C)에서의 저장이 권장된다. 더구나 삶은 곤충을 5~7°C로 유지하면 부패를 방지하는 반면, 신선한 곤충의 부패에는 효과적이지 않다. 굵는 것만으로 Enterobacteriaceae가 모두 죽지는 않았으므로 굵기 전에 몇 분 정도 끓이는 것이 좋다. 저자들은 또한 젖산 발효가 Enterobacteriaceae를 활성화시킬 수 없었고 그들이 발아하고 자랄 수 없는 허용되는 수준에서 남아있는 포자형 박테리아를 안정되게 유지할 수 있었다는 것을 보여주었다.

*T. molitor*와 *L. migratoria*에 대해 수행한 연구에서 오븐 건조(90°C에서 11분)가 호기성 박테리아 카운트를 2~3 log로 Enterobacteriaceae는 3~5 log 단위로 줄였다. 100 °C에서 8분간 끓이면 호기성박테리아와 Enterobacteriaceae 수가 모두 10 cfu/g 미만으로 감소한다.

플라즈마, 정수압 치료 등 현대 기법의 사용은 *T. molitor*에 처리 시 미생물 하

중을 줄이는 데 효과적인 것으로 보인다. 시험 대상자들 중에서 더 효과적인 치료법은 고수압(600 MPa)과 고온(90°C)의 조합이었다.

단백질, 기름, 키틴의 생산에 대해서는, 원충 물질은 동물별 제품별(EC) No 1069/2009에 관한 법률에 따라 열처리 과정을 거쳐야 할 수 있다. 이 규정에서 제품의 생물학적 위험을 충분히 감소시키기 위해 입자 크기, 시간, 온도 및 압력에 의해 다른 기술적 처리 방법이 정의된다. 또한, 대체 치료 방법의 평가 기준을 제시한다.

가열 및 동결건조와 같은 처리 조건은 대부분의 화학적 오염물질 농도에 최소한의 영향을 미친다. 그러나 곤충 제품의 분율은 특정 화학 오염물질의 수준을 조절할 수 있다. 예를 들어, 고지방성 다이옥신은 주로 곤충의 식사를 제거함으로써 제거될 수 있다. 따라서 오염물질의 운명은 곤충을 곤충에서 파생된 제품으로 가공하는 동안 농도나 희석 작용에 의해 영향을 받을 수 있다.

음식물 처리는 또한 이단백질 방향족(HCA), 아크릴라마이드, 클로로프로파놀, 그리고 털과 같은 독성 물질의 형성을 이끌 수 있다. HCA는 크레아틴 함유 식품을 가열하는 동안 형성되는 강력한 돌연변이 물질이며 인간 발암물질인 반면, 아크릴라마이드(동물의 유전독성 및 발암성 물질)는 튀김, 구이, 베이킹과 같은 고온 조리 과정에서 일부 식품의 탄수화물과 아미노산에서 형성된다. 처리 오염물질의 형성 및 농도는 가열 및 pH의 온도시간과 같은 성분과 처리 조건에 따라 달라진다. 현재까지 곤충을 처리하는 동안 이러한 식품 처리 오염물질의 잠재적 형성에 대한 정보는 제공되지 않는다.

3.1.2.5. 환경적 오염 - 환경위험도평가(ERA)

환경위험도평가(ERA)는 유전자변형식물의 도입 등 환경에 미치는 영향과 식품, 사료, 식물보호제품의 특정 물질의 사용이나 존재 등을 고려한다. 식품 생산 관행의 지속가능성이 점점 더 관심의 대상이 되고 있다. 현재 평가는 곤충사육과 관련된 환경위험을 고려한다.

1) 지속 수확 - 농업 시스템

현재, 곤충은 이미 생물학적 조절, 꿀 및 잠사엽 등을 위해 시설에서 대량으로 사육되고 있다. 이러한 현존하는 경험과 식량 및 사료 이외의 다른 활동에 대한 곤충 대량 사육 규모는 곤충 쓰레기와 관련된 환경 위험에 대한 상세한 정보를 제공한다. 전통적인 농업에서, 환경의 구획은 토양, 지하수 및 지표수로서, 농장 동물로부터 거름이 퍼지면서 발생한다. 거름의 화학 오염물질 농도는 사료의 농

도, 오염물질의 특성 및 농장 동물에서의 신진대사에 따라 달라진다. 양식 곤충의 부산물(파스(프레스)과 기질 혼합물)이 비료로 경작 가능한 땅에 퍼지면, 전통적인 농업 관행에서와 같은 잠재적 환경 위험이 발생할 것이다. 곤충 농사와 관련된 환경 위해성을 평가하기 위해 곤충과 곤충의 질소 함량 및 오염물 함량에 관한 지식이 필요하다.

◎먹이 및 사료용 곤충의 개방적 재배

곤충의 서식지 관리는 식량과 사료용 곤충의 (세미) 재배에 대해 실시될 수 있다. 반배양 관행은 곤충이 서식지가 아닌 개방된 서식지에서 사육될 때 사용된다. 이 관행은 특정 종의 곤충을 먹이와 먹이로 사용할 수 있는 능력을 향상시키기 위해 기술과 노동력을 사용하는 것을 포함한다. 반 재배 개체군은 남아메리카와 인도-태평양 지역의 곤충(예: 야자수 유충)을 위해 잘 정착되어 있다. 종의 개체 수 증가에는 잠재적인 환경적 위험이 있다. 많은 식용곤충들은 해충이고 농작물에 위협을 준다. 식량과 사료에 대한 이러한 해충의 수확은 인구 규모의 감소를 통해 이러한 위험을 완화시킬 수 있다. 그러나, 대규모 반 재배는 생물 다양성/생물에 대한 위험 증가를 야기할 수 있으며, 따라서 전통적인 곤충 통제 방법(예: 살충제)의 사용을 증가시킬 수 있다.

반 재배의 증가는 경쟁(더 많은 경쟁자) 및/또는 포식(더 많은 먹이의 가용성)을 통한 종 상호작용을 변경함으로써 생물다양성에 더 큰 영향을 미칠 수 있다. 이러한 반 재배는 초점 집단 (유전자 안정성)에 영향을 미친다. 곤충 재배의 증가는 번식 효과를 악화시키고 야생 인구의 유전적 안정성/다양성에 영향을 미칠 수 있다.

동물의 집중적인 생산은 또한 조노증(인간과 야생/가정 동물들 간에 공유되는 질병)의 위험을 증가시킨다. 이것의 환경위험은 열악한 생물학적 순도(폐기물 관리) 농업 관행에 의해 강화될 수 있다.

2)에너지 사용 및 일반 환경 영향

곤충의 생산과 처리는 에너지, 물, 땅 그리고 더 많은 자원을 요구한다. 이것은 환경 영향과 완화에 대한 위험 프로필을 필요로 한다. 전통적인 가축 사육에 비해 곤충에 대한 연구는 매우 드물다.

일부 저자들은 식충(*T. molitor*)의 사료 변환, 토지 이용, 온실가스 배출량을 식품 생산 인간의 단백질 공급원으로 분석했다. 식충은 실험실에서 3일 동안 닭 배설물과 당근을 먹이로 하여 보관되었다. 결과는 전통적인 가축의 가치와 비교되었다. 실험실 조건에서 곤충의 사료 변환은 '전통적' 동물보다 좋았고 곤충의

탄소 발자국(CF)도 낮았다. 식충으로부터 1kg의 식용 단백질을 생산하려면 전통적인 동물에 비해 비슷한 양의 에너지를 필요로 하고 땅은 적게 필요하다. 최근, Lundy와 Parrella(2015년)는 귀뚜라미(*A. gameta*)의 실험실 규모 사육이 곤충을 사육하는 데 사용되는 식단의 종류에 영향을 미쳤다고 제안한다. 저자들은 가금류 사료에 사육된 귀뚜라미가 가금류와 유사한 사료 변환과 배기가스를 나타낸다고 결론지었다. 단백질이 풍부한 음식과 사료 공급원으로 곤충의 지속가능성을 최종 평가하기 위해서는 현장 조건하에서 더 많은 연구가 필요하다.

3.1.2.6. 기질 그룹별 위험 요약

기준 조건에 따르면, EFSA는 식품이나 사료에 사용된 다른 단백질원의 사용에 의해 야기되는 위험과 비교하여, 식품과 사료에 곤충의 사용에 의해 야기되는 위험에 대한 위의 평가에 기초해 전체적인 결론을 제공해야 한다.

일차 생산과 처리를 포함하여 전체 체인에 대해 위험이 고려되었지만, 식품 및 사료에 대한 곤충의 위해성을 식품 또는 사료에 사용된 다른 단백질 공급원의 위해성과 비교할 때, 추가 처리 및 차이 사용을 고려하기 전에 원료 수준에서 비교가 수행되었다.

표 9는 동물 발생원의 다른 단백질 공급원에서 이러한 위험의 발생과 비교하여 다른 기질 그룹에서 자란 곤충의 생물학적 및 화학적 위험과 프리온을 요약한다.

표 9. 동물 기원의 다른 단백질 공급원에서의 발생과 비교하여 다른 기질 그룹에서 자라는 처리되지 않은 곤충에서 예상되는 위험 발생 요약.

곤충이 사육되는 기질	가공되지 않은 곤충에서 동물 기원의 다른 단백질 공급원에서 발생하는 위험과 비교		
	Biological hazards	Prions	Chemical hazards
그룹 A: EU 사료 원료 카탈로그 (규정 (EU) No 68/2013)에 따라 동물 사료 원료로 식품 생산 동물 사료로 승인	같거나 낮음	-기질에 반추 동물 기원의 물질이 포함되지 않은 경우 같거나 더 낮음 -기판에 반추 동물 기원의 물질이 포함되어 있는 경우 알 수 없음	같거나, 낮거나 높은 경우 알 수 없음
그룹 B: 사람이 소비하기 위해 생산되었지만 더 이상 사용 기한 만료 또는 제조 또는 포장 결함 문제로 인해 사람이 소비하지 않는 식품. 육류와 생선이 범주에 포함될 수 있습니다.	같거나 낮음	-기질에 반추 동물 기원의 물질이 포함되지 않은 경우 예상되는 발생 없음 -기판에 반추 동물 기원의 물질이 포함되어 있는 경우 알 수 없음	같거나, 낮거나 높은 경우 알 수 없음
그룹 C: 인간 소비에 적합한 동물에서 유래 한 먹이 사슬에 들어 가지 않는 도축장 (가죽, 머리카락, 깃털, 뼈 등)의 부산물	같거나 낮음	-기질에 반추 동물 기원의 물질이 포함되지 않은 경우 예상되는 발생 없음 -기판에 반추 동물 기원의 물질이 포함되어 있는 경우 알 수 없음	같거나, 낮거나 높은 경우 알 수 없음
그룹 D: 식당, 요식업 및 가정에서 동물 및 비 동물 기원의 사람이 소비하기위한 음식물 쓰레기	같거나 낮음	-기질에 반추 동물 기원의 물질이 포함되지 않은 경우 예상되는 발생 없음 -기판에 반추 동물 기원의 물질이 포함되어 있는 경우 알 수 없음	같거나, 낮거나 높은 경우 알 수 없음
그룹 E: 동물성 기름 및 장 내용물	미확인	-기질에 반추 동물 기원의 물질이 포함되지 않은 경우 예상되는 발생 없음 -기판에 반추 동물 기원의 물질이 포함되어 있는 경우 알 수 없음	같거나, 낮거나 높은 경우 알 수 없음
그룹 F: 원예, 삼림재 등 식물성 유기 폐기물의 다른 유형	같거나 낮음	예상치 못한 발생	미확인
그룹 G : 분뇨 및 하수 슬러지	미확인	미확인	미확인

3.1.3. IPIFF(International Platform of Insects for Food and Feed)

GUIDANCE the provision of food information to consumers - Edible insect-based products(2019).

3.1.3.1. 개요

FIC 규정(Regulation (EU) No 1169/2011)은 2011년 10월 25일에 채택되었으며, 당시 EU에서 적용 가능한 식품 라벨 표시에 관한 규정을 코드화 및 수정하였다. FIC 규정의 주요 목적 중 하나는 소비자가 정보에 입각한 선택을 할 수 있도록 하고, 동시에 EU에서 합법적으로 생산되고 판매된 식품의 자유로운 이동을 보장하는 것이었다. FIC 규정은 2014년 12월 13일 이후 최종 소비자를 위한 모든 식품에 적용된다.

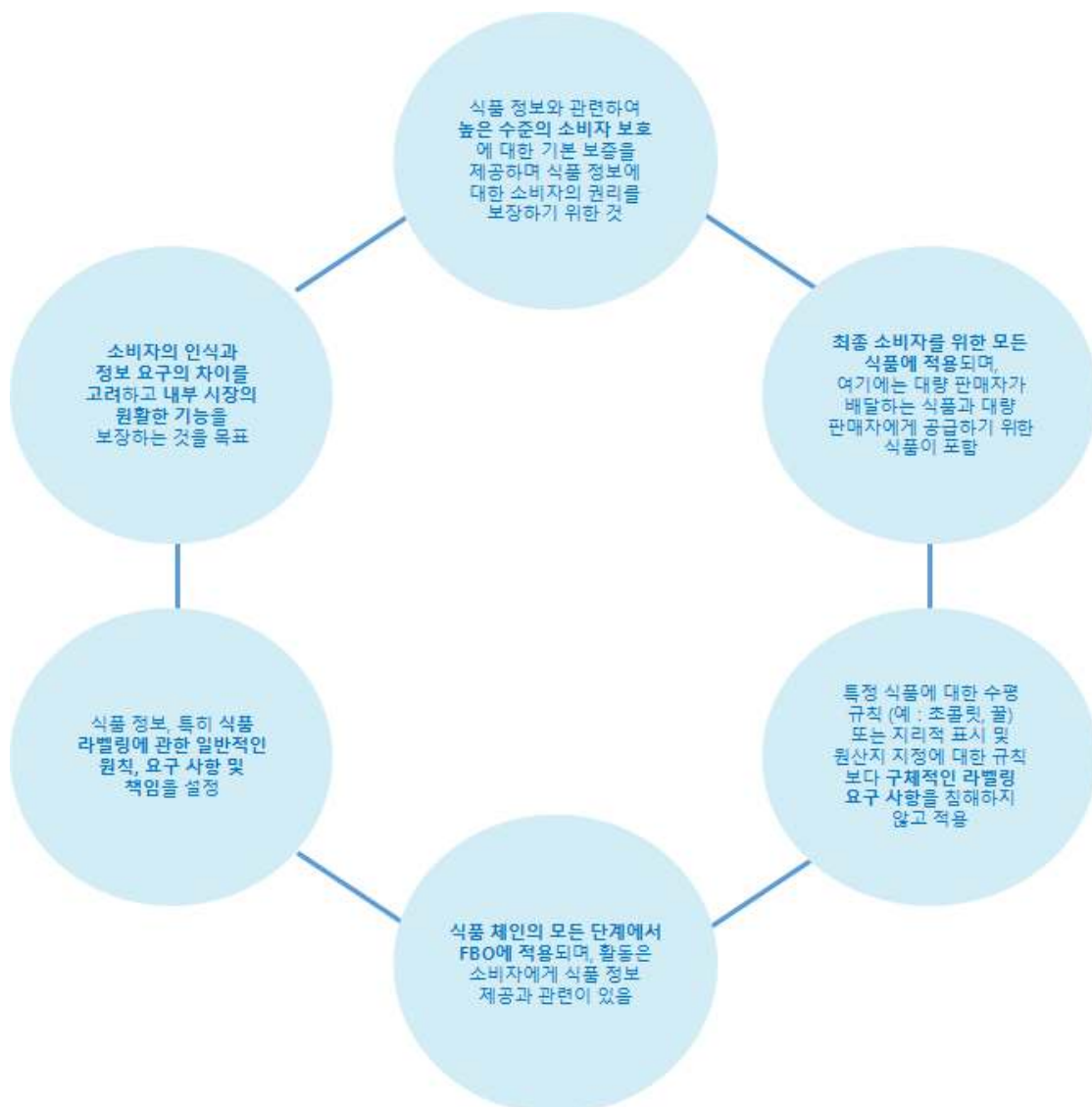


그림 2 FIC 규정의 주제와 범위

3.1.3.2. 곤충에 기초한 제품에 적용되는 식품 라벨링 요구 사항

최종 소비자를 위한 식용 곤충 기반 식품은 FIC 규정의 모든 규정을 따라야 한다. 이 절에서는 식품사업자가 고려해야 하는 일반적인 '공정한 정보 관행'을 강조하고, FIC 규정에 따라 정의된 의무 사항 중 실무에서 적용 또는 해석의 어려움을 야기할 가능성이 가장 높은 몇 가지를 검토한다.

1) 공정 정보 관행

FIC 규정 7조는 FBO가 제공하는 정보가 소비자를 오도하지 않도록 규정하고 있다. 정보의 모든 요소는 잠재적으로 오해의 소지가 있을 수 있으므로 라벨의 모든 구성요소는 정밀하게 조사해야 한다.

관련 요소 포함:

- 식품 제품의 '일반' 특성
- 식품에 귀속되는 영향 또는 속성

FIC 규정은 특정 정보 관행을 오해의 소지가 있는 것으로 구체적으로 식별한다.

제안 포함:

- 식품이 특별한 특성(구성, 영양, 원산지 등)을 가지고 있는 반면, 유사한 모든 식품이 그러한 특성을 가지고 있는지 여부
- 식품이 특정 성분을 포함하고 있으며, 실제로 그 성분이 다른 성분 또는 성분으로 대체된 경우

이러한 원칙은 식품 정보를 전달하는 데 사용되는 미디어와 무관하게 적용된다. 실제로, 식품 라벨링은 공정한 정보 관행과 일치해야 할 뿐만 아니라, 식품(모양, 외관, 포장 등)의 광고와 표시에도 부합해야 한다.

공정한 정보 관행에 부합하기 위해서는 식품 정보가 정확하고 명확해야 하며 소비자에게 이해하기 쉬워야 한다. 원칙적으로 식품 정보는 식품에 인간 질병을 예방, 치료 또는 치료하는 속성을 부여하지 않을 수 있으며, 그러한 속성을 언급할 수도 있다.

2) 곤충을 이용한 제품 라벨에 대한 공정정보 및 의무사항 제시

다른 FBO와 마찬가지로, 시장에 곤충에 기초한 식품을 배치하는 FBO는 소비자에게 전달되는 정보가 제품의 표시, 표시 또는 광고와 관련하여 FIC 규정에 따라 정의된 공정한 정보 관행과 일치하는지 확인해야 한다.

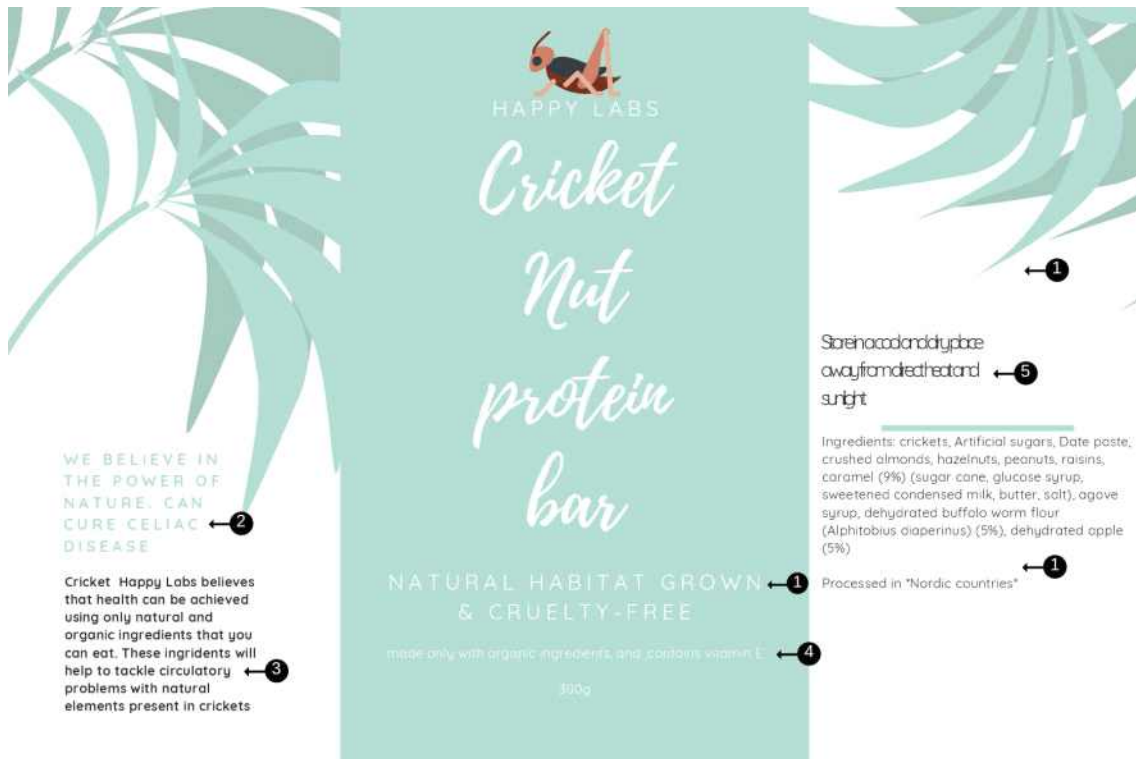


그림 3 잘못된 라벨의 예로서 가짜 라벨.

그림 3의 이 허구적 예제의 몇 가지 요소는 FIC 규정에 따라 오해의 소지가 있는 것으로 해석될 수 있다.

1. 최종제품의 곤충성분 원산지에 대한 잘못된 정보

- 열대의 이미지를 촬영하면 제품이 열대성일 때 소비자를 오도할 수 있으며, 막대는 'Nordic Country'에서 처리된다.
- 이 곤충들이 자연 서식지에서 자랐다고 말하는 것은 소비자로 하여금 이 곤충들이 야생에서 채배되거나 수확되는 것으로 생각하게 할 수 있는 반면, 실제로 문제가 되고있는 제품의 곤충들은 자연 서식지를 모방하여 채배된 것으로 보인다.

(FIC 규정 제7조 (1)(a)와 비교한다.)

2. 라벨은 식품이 질병을 치료할 수 있음을 암시한다.

3. 라벨은 허가되지 않은 건강 보험 청구에 의한 식품 섭취의 영향을 암시한다.

4. 라벨에는 특정 영양소의 존재('비타민 E 함유')가 강조되어 있는 반면, 모든 유사한 제품에는 그 영양소가 포함되어 있다(너트는 자연적으로 비타민 E를 함유하고 있으므로 견과류를 포함한 모든 단백질 바에는 비타민 E가 함유되어 있을 것이다).

5. 글자 간격은 충분한 수준의 명료성을 구현하기에 충분하지 않다. 라벨에 사

용된 글꼴 크기는 FIC 규정 7과 비교했을 때 최소 요건과 일치하지 않는 것 같다.

이러한 모든 요소가 효과적으로 비준수인지 여부를 평가하기 위해 철저한 사실 기반 검증을 수행해야 하지만, 이 예는 적합성을 보장하기 위해 식품 라벨의 모든 요소를 FIC 규정에 의해 정의된 요건에 비추어 신중하게 고려해야 한다는 것을 설명하기 위한 것이다.

3) 필수 세부 사항

가) 필수 세부 사항 목록

FIC 규정 제9조는 FBO가 의무적으로 제공해야 하는 정보를 규정한다. 이 세부사항들은 단어와 숫자로 표시되어야 하며, 그것들은 그림문자나 기호를 통해 추가적으로 나타낼 수 있다.

FIC 규정, 제9조

필수 세부 사항 목록

1. 제10조 내지 제35조에 따라 본 장에 수록된 예외에 따라, 다음 사항에 대한 표시는 필수 사항이다.
 - (a) 식품의 이름
 - (b) 성분 목록
 - (c) 부속문서 II에 나열되거나, 식품의 제조 또는 준비에 사용되는 알레르기 또는 편협성을 유발하는 부속문서 II에 나열된 물질 또는 제품에서 파생된 모든 성분 또는 처리 보조제
 - (d) 특정 성분 또는 성분 범주의 수량
 - (e) 식품의 순량
 - (f) 최소 내구성 날짜 또는 '사용 기준' 날짜
 - (g) 특수 저장 조건 및/또는 사용 조건
 - (h) 제8조 (1)항에 언급된 식품사업자의 이름 또는 사업명 및 주소
 - (i) 제26조에 규정된 원산지 또는 입증 장소
 - (j) 해당 지침이 없는 경우 식품을 적절히 사용하기 어려운 사용 지침
 - (k) 알코올 부피 기준 1.2 % 이상 함유된 음료에 대해, 부피 기준 실제 알코올 강도는 다음과 같다.
 - (l) 영양 선언
2. 제1항에 언급된 세부사항은 단어와 숫자로 표시되어야 한다. 제35조에 대한 편견 없이, 그것들은 추가적으로 그림문자나 기호로 표현될 수 있다.

나) 필수 세부사항 제시

FIC 규정 제13조는 의무적인 식품 정보를 소비자에게 제공해야 하는 방법을 명시하고 있다.

일반적으로 의무적인 음식 정보는 분명하게 보이는 곳에이고 있어야 한다. 규정되어야 한다.

- 쉽게 볼 수 있음
- 명확하게 읽을 수 있음
- 해당되는 경우 지워지지 않음
- 다른 서면, 그림물 등에 의해 숨겨지거나, 가려지거나, 손상되지 않음

FIC 규정은 모든 필수 세부사항에 사용해야 하는 최소 글꼴 크기를 명시한다.

- 글꼴 크기의 최소 높이 1.2mm를 사용해야 함
- 포장 또는 용기의 가장 큰 표면적이 80 cm² 미만일 경우 글꼴 크기의 최소는 0.9mm 이상이어야 한다.

다음과 같은 필수 세부 사항을 동일한 '시각 영역'에 함께 제공해야 한다.

- 식품의 이름
- 식품의 순량
- 알코올 부피 기준 1,2% 이상 함유된 음료와 관련하여, 부피 기준 실제 알코올 강도는 다음과 같다.

FIC 규정 16조는 특정 의무사항의 위치설정에 대한 특정 면제를 규정하고 있다. 예를 들어 다음과 같다.

- 재사용할 수 있도록 표시된 유리병, 라벨, 링 또는 칼라가 없으므로 식품 이름, 식품에 존재하는 알레르기성 제품/물질의 식별, 식품의 순량, 최소 내구성 날짜 또는 '사용 날짜' 및 영양 선언만 표시하면 된다.이온;
- 표면이 10cm² 미만인 포장 또는 컨테이너에는 식품의 이름, 식품에 존재하는 알레르기성 제품/물질의 식별, 식품의 순량 및 최소 내구성의 날짜 또는 '사용 기준' 날짜만 기재하면 된다. 성분 목록은 다른 방법을 통해 제공되거나 소비자의 요청에 따라 제공되어야 한다.

4) 식품의 이름

의무적인 식품 정보의 첫 번째 요소는 식품의 이름이다. 식품의 이름은 (우선순위에 따라) 1) 식품의 법적 이름, 2) 관습적인 이름 또는 3) 서술적인 이름이어야 한다. 즉, 식품에 법적 이름이 없는 경우에는 관습적인 이름을 사용해야 하지만, 식품에 관습적인 이름이 없는 경우에는 서술적인 이름을 사용해야 한다. 그것이 소비자들을 오도하지 않는다면, 제품이 합법적으로 제조되고 MS에서 판매되는 식품의 이름은 허용된다.

식품의 적절한 지정을 위해서는 관습적인 명칭의 사용 사이의 균형을 찾고 기존 규정을 적절히 적용하고 시행해야 할 수 있다. 예를 들어, 우유 기반 또는 우유 파생 제품의 대체품으로 소비되는 식물 기반 제품은 마케팅이나 광고에서 '우유'로 지정될 수 없으며, 우유 제품 전용으로 지정된 어떤 법에 의해서도 그러한 용어가 명확화 또는 설명에 의해서 확장될 수 없다는 것이 법원의 판결되었다. 발행 중인 제품의 발전소 기원을 나타내는 용어 식물 기반 또는 곤충 기반 육류 대체물과 관련하여 유사한 질문이 제기된다.

성분이나 성분 범주가 제품 이름으로 언급되거나 소비자가 보통 그 이름과 연

관되어 있다면, 제품에 대한 정량적 성분 신고서(QUID)를 반드시 라벨로 표시해야 한다는 점에 유의해야 한다.

곤충 제품의 경우 구현: IPIFF 권장사항

이 지침 문서를 게시할 때 식품에 포함되거나 식품으로 사용되는 곤충은 '법적 이름'이 없으며 제품과 관련된 필수 식품 정보의 일부로 제공되어야 하는 마크 또는 라벨에 적용되는 특정 조항의 적용을 받습니다. 이는 사용될 종의 상업적 명칭을 명시하거나 식품의 일부를 구성하는 곤충의 과학적 명칭의 표시를 요구할 것이다.

곤충 종류를 새로운 식품 연합 목록에 포함시키는 것은 특정 곤충이나 곤충에 기반한 제품 또는 재료에 대해 부과되는 구체적인 추가 요건을 동반할 수 있다. 현재, 곤충이나 곤충에 기초한 제품이나 재료에 대한 법적 이름이나 관습적인 이름이 없는 경우, 책임 있는 FBO는 소비자에게 위태로운 제품이나 재료의 특성을 알릴 수 있을 만큼 충분히 명확한 기술명을 사용해야 한다(FIC 규정 제2조의 '설명명'의 정의 참조).

예제: '버팔로 웜(*Alphitobius diaperinus*)에서 유래한 단백질'

또한 FBO는 NHCR에 정의된 제한사항/조건에 대해 알고 있어야 한다(자세한 내용은 아래의 '소모 및 건강 청구' 섹션 참조).

5) 재료 및 QUID 목록

가) 성분 목록

재료 목록이 제공되어야 하며, 이 목록은 '선입자'라는 단어로 구성되거나 포함된 적절한 제목 뒤에 와야 한다. 목록에는 식품의 제조에 사용한 시점에 기록된 바와 같이 내림차순으로 식품의 모든 성분이 포함되어야 한다.

성분(또는 성분 범주)이 식품의 이름에 나타나거나 식품과 연관되어 있거나, 단어 또는 그림의 라벨 표시에 강조되거나, 식품을 특정화하고 유사한 제품과 구별하는 데 필수적인 경우 성분의 수량 표시가 제공되어야 한다. 신선한 과일과 야채, 단일 제품의 발효식초 및 유제품에는 재료 목록이 필요하지 않다.

재료의 종류에는 구체적인 규칙이 적용된다. 예를 들어, 첨가된 물은 완제품의 무게로 5%를 초과하는 경우에만 성분으로 표시되어야 하지만, 이 예외는 육류에는 적용되지 않는다. 향신료와 허브의 혼합물은 무게에 비례하여 특별히 우세하지 않은 경우, 성분이 '변형 비율'로 발생한다는 점에 주목하면 다른 순서로 나열될 수 있다. 완제품의 2% 미만을 구성하는 재료는 다른 재료 다음에

다른 순서로 나열할 수 있다.

복합성분(성분을 2개 이상 함유한 성분)은 EU법에 규정되어 완제품의 2% 미만을 구성하는 경우에는 기재할 필요가 없다.

나) 재료의 정량적 표시(QUID)

이 규정의 22조는 FBO에게 해당 성분에 대한 참조가 일반적으로 소비자가 제품 및/또는 제품 라벨에 도색 또는 제안하는 명칭으로 제공되는 성분의 양을 표시할 의무를 부과한다.

예를 들어, 제품의 이름이 'Almond Chocolate Bar'라면, 아몬드 양을 지정해야 할 것이다.

식품 특성화에 양적 지표가 필요한 경우에도 동일한 의무가 적용된다.

예를 들어, marzipan의 구성은 MS마다 다를 수 있으므로, 다른 구성의 제품을 'marzipan'이라는 이름으로 시판할 수 있다. 따라서 마르지판에 사용되는 아몬드의 양을 지정해야 한다.

FIC 규정의 부속서 VIII는 QUID에 대한 표현 모드(완제품 또는 중량 백분율)와 표시(즉, 식품의 이름 바로 옆에 표시 또는 성분 목록에 표시)를 명시한다.

모든 경우에 단일 성분의 양이 100%에 해당하기 때문에 QUID를 제공해야 하는 요건은 단일 성분으로 구성된 식품에는 적용되지 않는다.

6) 알레르겐 라벨링

가) 사전 포장 식품에 적용되는 규칙

FBO는 식품의 제조 또는 제조에 사용되었을 수 있는 알레르기나 과민증을 유발하는 성분, 가공 보조물 또는 제품에 라벨을 붙여야 하며, 변형된 형태일지라도 완제품에 여전히 존재한다.

이 의무는 FIC 규정 부속문서 II의 물질 목록과 관련하여 적용된다. 이 부속문서에 열거되지 않은 물질은 알레르기 유발 물질로 식별될 수 없다(예: 코코넛은 부속문서 II에 열거된 알레르기 유발 물질이 아니며 코코넛이 함유된 식품의 라벨에 알레르기 유발 물질로 식별되어서는 안 된다).

FIC 규정 21조는 알레르겐과 관련된 정보에 라벨을 붙이는 방법을 추가로 명시한다: 알레르겐, 알러지 또는 편협성을 유발하는 물질 또는 제품의 이름은 성분 목록에 포함되어야 하며, 글꼴, 스타일 또는 배경을 사용하여 나머지 성분과 다른 유형들을 통해 강조되어야 한다. 색상(예: 건조 무화과, 아몬드, 대추야자). 성분 목록 밖에서 자발적으로 알레르겐 정보를 반복하거나, 알레르기성

물질의 이름을 따 '포함'이라는 단어를 사용하거나, 기호나 텍스트 상자를 사용하는 것은 허가되지 않는다.

성분 목록이 필요하지 않은 경우, 알레르겐은 제품에 있는 규칙의 부속문서 II에 언급된 물질 또는 제품의 이름 뒤에 '포함'이라는 단어를 사용하여 표시해야 한다. 식품의 여러 성분 또는 처리 보조장치가 부속문서 II에 나열된 단일 물질 또는 제품에서 비롯되는 경우 라벨에 해당 성분 또는 처리 보조장치에 대해 명확하게 표시해야 한다.

나) 준비되지 않은 식품에 적용되는 규칙

알레르기나 편협성을 유발하는 제품이나 물질의 식품에 존재하는 것에 관한 정보는 미리 준비되지 않은 식품에 제공되어야 한다.

이러한 요건은 국가법에 따라 MS에 의해 보완될 수 있으며, 사전 포장되지 않은 식품에 대해 (알레르겐 정보에 추가하여) 다른 식품 정보 세부 사항을 제공해야 할 수 있다.

또한 알러지 환자 또는 기타 세부사항의 표현 및 표시 형식과 관련하여 MS에 의해 국가 조치가 의무적으로 제정될 수 있다.

7) 원산지 또는 증명지 표시

가) 총칙

FIC 규정 제9조 (1)(i)는 FBO에게 FIC 규정 제26조에 명시된 식품 원산지 또는 입증 장소를 표시하도록 요구한다.

중요한 것은, 이 요건은 특히 전통적인 특산물로 보장되고 지리적 표시 또는 원산지 지정에 의해 보호되는 제품과 관련하여 특정 유니언 조항에서 제공되는 라벨링 요건과 구별되어야 한다. 이러한 특정 계획 및 관련 구성 및/또는 라벨 요건은 FIC 규정에 따라 정의된 요건에 추가된다.

FIC 규정은 특정 경우에 식품 라벨에 원산지 또는 원산지 표시를 명시해야 하며, 그 중 하나는 곤충 기반 식품, 특히 표시하지 않은 경우와 관련이 있을 수 있습니다. 식품의 원산지 또는 원산지가 소비자의 실제 원산지 또는 원산지에 대해 오도할 수 있습니다. 식품 또는 라벨 전체에 포함된 정보 (텍스트 또는 그림으로 표시)가 다른 방식으로 식품의 원산지 또는 출처가 실제 식품과 다를 수 있음을 암시하는 경우가 특히 그렇습니다.

나) 식품 원산지 또는 입증 장소가 식품 1차 성분과 같지 않은 경우 구체적인 규칙

이러한 일반적인 규칙에 더하여, 라벨이 원산지 또는 식품 증명의 장소를 언급하는 경우와 관련하여 특정한 일련의 요구사항이 제정되었다. 반면, 이 주요 성분 (예 : 다른 EU 또는 비 EU 국가에서 자란 토마토로 이탈리아에서 가공한 껍질을 벗긴 토마토 캔)의 원산지 국가 또는 출처는 동일하지 않습니다.

이 특정 가설과 관련하여 적용 가능한 요건을 더욱 정의하기 위해 구체적인 실행 규정이 제정되었다. 그것은 2020년 4월 1일에 적용될 것이다. 본 규정은 원산지 또는 1차 성분의 입증 장소가 해당 원산지 또는 식품의 입증 장소와 같지 않은 경우, 원산지 또는 1차 성분의 입증 장소를 표시해야 한다고 요구한다.

이러한 특정 요건의 목적상, 라벨에 표시된 식품의 원산지 또는 입증 장소에 대한 참조는 장소나 지리적 영역을 참조하는 문구, 그림 설명, 기호 또는 용어와 같은 어떤 방법으로도 이루어질 수 있다. 해당 용어가 문자 그대로 원산지를 나타내지만 공통적인 이해가 원산지 표시나 입증지표가 아닌 경우, 관습적이고 일반적인 이름에 포함된 지리적 용어는 예외로 한다.

1차 성분의 원산지 또는 입증 장소와 관련된 정보의 표시에는 구체적인 요건이 적용된다. 좀 더 구체적으로, 주성분의 원산지 또는 입증 장소와 관련된 정보는 FIC 규정에 따라 다른 필수 항목에 필요한 최소 글꼴 크기보다 작지 않은 글꼴 크기로 제공되어야 한다. 또한, 그것이 제공되는 수단(단어나 비기술적 형태)에 관계없이, 1차 성분의 원산지 또는 입증 장소와 관련된 정보는 식품의 원산지 또는 입증 장소를 나타내는 것과 동일한 시야에서 제공되어야 한다. 만약 음식의 원산지나 장소의 나라 표시가 주어진다. 마지막으로 음식의 원산지나 나라의 표시는 x-height의 최소 75%의 x-height 글꼴 크기에 나타나야 한다.

제26.3조의 곤충류 관련성

곤충에 기반한 식품을 시장에 배치하는 FBO는 해당 식품의 원산지 또는 입증 장소를 나타내는 표시와 이에 따른 주요 성분 표시가 라벨에 언급되어야 하는지를 사례별로 평가할 필요가 있다.

1차 성분의 원산지 표시가 필요한 경우, 관련 FBO는 위에서 설명한 바와 같이 1차 성분의 원산지 표시 또는 입증 장소를 제공하는 여러 가지 방법 중 하나를 선택해야 한다(제3.2.6절).

예:

1. 곤충에 기초한 식품(예: 시리얼바)은 프랑스에서 사육되는 전체 식충의 75%로 구성되며, 벨기에에서 생산된다.

- 제품의 라벨이 벨기에를 참조하지 않는 경우, 식충의 입증에 대한 표시가 필요하지 않다.
- 라벨에 벨기에(예: '메이드 인 벨기에' 및/또는 벨기에 국기)에 대한 참조가 있는 경우, 라벨에는 'EU' 또는 '프랑스'를 명시하거나 '식충은 벨기에에서 유래하지 않는다'는 문구를 포함시켜 식충의 기원을 명시해야 한다.

2. 곤충에 기초한 식품(시리얼 바)은 아시아에서 사육되는 전체 식충의 75%로 구성되며, 네덜란드에서 생산된다.

- 제품의 라벨이 네덜란드를 참조하지 않는 경우, 식충의 입증에 대한 표시가 필요하지 않다.
- 라벨에 네덜란드(예: '메이드 인 네덜란드' 및/또는 네덜란드 국기)에 대한 참조가 있는 경우, 라벨은 '비 EU' 또는 원산지 또는 입증지 이름을 명시하거나 '식충은 네덜란드에서 유래하지 않는다'의 행에 따라 진술을 포함시킴으로써 식충의 기원을 명시해야 한다.‘.

8) 보관 조건, 사용 조건 및 사용 지침

제 9조 (1) (g) 및 (j)는 관련이있는 경우, 적절한 보관 조건 및 사용 조건과 관련하여 식품 라벨에 정보를 제공해야하며, 사용 지침은 그러한 지시가 없으면 음식을 적절하게 사용하기가 어렵습니다.

이러한 정보 제공의 관련성은 사례별로 평가되어야 합니다. 전체 곤충 (예 : 말린 귀뚜라미)으로 구성된 제품의 경우 적절한 사용 지침에 따라 곤충의 특정 부분을 소비하기 전에 제거해야 한다고 명시해야 할 수 있습니다.

이 정보를 기호나 그림으로만 제공할 수는 없습니다. 모든 필수 사항은 단어와 숫자로 표시해야 합니다. 픽토그램 또는 심볼의 사용은 그러한 세부사항을 표현하는 추가 수단일 뿐입니다.

3.1.3.3. 원거리 판매의 경우 특정 요구사항

1) 미리 포장된 음식의 거리 판매

포장된 식품이 원거리 통신을 통해 판매되는 경우, 즉 공급 업체와 소비자가 동시에 물리적으로 존재하지 않고 해당 당사자 간의 계약을 체결하는 데 사용될 수 있는 수단은 필수 식품 정보를 구매가 완료되기 전에 최종 소비자에게 제공해야 합니다. (최소 내구성 날짜 또는 '사용 기한' 날짜.)

필수 정보는 원거리 판매 지원 자료 (예: 카탈로그)에 나타나거나 다른 적절한 수단 (예 : 온라인 쇼핑 포털, 웹 사이트)을 통해 제공되어야 합니다.

제품이 배송되는 시점에 모든 필수 사항 ('사용 기한' 날짜 포함)을 사용할 수 있어야 합니다.

미리 포장된 곤충 기반 식품의 거리 판매

디지털 플랫폼은 다른 거리 판매 방법(예: 카탈로그)에 비해 곤충 기반 식품의 마케팅 및 판매를 위해 가장 일반적으로 사용되는 거리 통신 수단이다.

거리 판매를 통해 운영되는 FBO는 위에서 언급한 의무를 준수해야 한다.

즉, 최소 내구성일 또는 '사용 기준'일을 제외하고 제9조에 규정된 모든 필수 세부사항을 웹사이트/디지털 플랫폼에 표시해야 한다.

납품 시점에 동일한 정보와 더불어 최소 내구성일 또는 '날짜별 사용'이 제품 라벨에 제공되어야 한다.

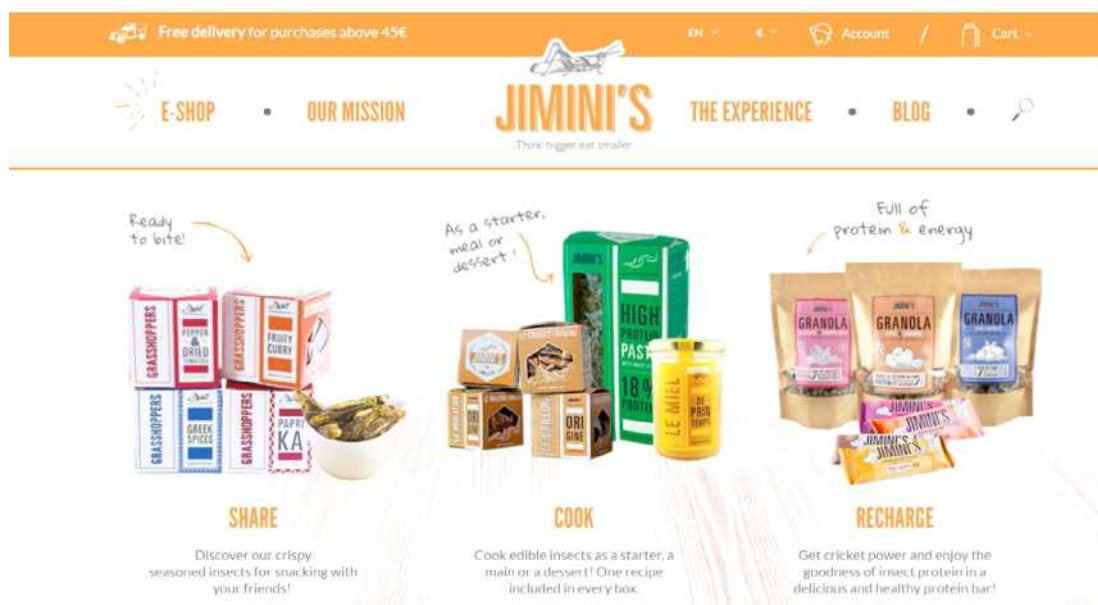


그림 4. 웹 기반 거리 판매 예제

MORE INFO

NUTRITIONAL INFO

OUR TIPS

Nutritional information:

	PER 100G
Energy	1580kJ / 374 kcal
Fat	4.4g
(of which saturates)	0.9g
Carbohydrates	64.3g
(of which sugars)	2.9g
Fibres	3.8g
Protein	18.7g
Salt	0.13g
Iron	2.24mg

High in protein, source of fiber.

Ingredients : Durum wheat semolina*, whole dehydrated buffalo worm powder (*Alphitobius diaperinus*)(14%), dehydrated egg white*, dehydrated basil (1.5%)*

Allergens : see ingredients in bold, Insects may contain gluten and soy, are similar crustaceans, molluscs and dust mites allergens.

May contain traces of : milk, sesame, sulphites, nuts.

Storage : 12 to 18 month depending on batch number. Store in a dry place away from light.

*Organic certified ingredients

그림 5. 거리 판매를 통한 판매에 대한 사전 포장 식품과 관련된 필수 세부사항의 예 (Jimini's)

2) 사전 비포장된 식품에 대한 거리

준비되지 않은 식품이 먼 통신(예: 온라인 쇼핑 포털, 웹사이트)을 통해 판매될 경우, 제공될 정보의 양은 알레르기 정보 및 국가 법에 의해 요구될 수 있는 기타 세부사항으로 제한된다. 이러한 정보 요소는 거리 판매 지원 자료(예: 카탈로그)에 나타나거나 다른 적절한 방법으로 제공되어야 한다. 정보는 구입이 완료되기 전 그리고 배송되는 순간에 이용가능해야 한다.

원거리 판매를 통해 비포장 곤충성 식품을 상품화하는 FBO (예 : 비포장 식용 곤충 또는 곤충 성분을 함유한 제품을 소비자 또는 대량 공급 업체에게 직접 판매하는 FBO)는 모든 경우에 제품의 알레르겐에 대한 정보를 제공해야 합니다 (참조) 위 3.2.4 항).

MS가 운영하는 MS에 따라 FBO는 관련 MS 법규에서 요구하는 다른 필수 사항을 제공해야 할 수도 있습니다.

3) 자동판매기 또는 자동화된 상업 시설에 의한 거리 판매

자동 자판기 또는 자동화된 상업 시설에 대해서는 구매가 완료되기 전에 의무적인 식품 정보를 제공하는 것이 면제된다. 단, 모든 필수 세부사항은 납품 시점에 이용할 수 있어야 한다.

3.1.4. 벨기에

3.1.4.1. FASFC, Circular concerning the breeding and marketing of insects and insect-based food for human consumption (2014)

식이 안내문은 벨기에에서 설립된 곤충을 사육하고 곤충 및 곤충 기반 식품을 인간이 소비하는 모든 식품 사업에 적용됩니다. 이 원형은 동물 사육을 위한 곤충에는 적용되지 않으며, 사육 동물을 위한 사료에는 허용되지 않습니다.

규정 (EC) No 258/97은 1997년 5월 15일 이전에 유럽 연합에서 상당한 수준으로 사람이 소비하지 않은 식품 또는 식품 성분이 새로운 식품 또는 새로운 식품 성분임을 규정합니다. 이 규정에 따르면 모든 신규 식품 또는 신규 식품 성분은 커뮤니티 시장에 법적으로 배치되기 전에 평가를 거쳐 유럽의 승인을 받아야 합니다. 이 승인은 무엇보다도 사용 조건, 신규 성분 또는 신규 식품의 지정 및 특정 라벨링 요건을 포함합니다. 인간 소비를 위한 곤충과 관련하여, 유럽위원회는 식품 시장에 어떤 곤충이 놓여 있는지 알기 위해 모든 회원국들에 대해 조사를 실시했습니다. 벨기에 당국은 이러한 목적으로 벨기에에서 사람이 섭취하도록 제안된 곤충 목록을 제출했다. 현재, 새로운 식품 규제의 범위 내에서 전체 곤충 및 그들의 제제 (예를 들어 웜 파스타)를 포함시키는 것에 대한 법적 불확실성이 존재한다. 유럽위원회는 최근 새로운 식품 규제를 개정하기 위한 새로운 제안을 작성했습니다. 이 제안은 1997년 5월 15일 이전에 유럽 연합에서 인류 소비에 상당한 수준으로 사용되었다는 증거가 제공되지 않는 한 모든 유형과 형태의 곤충을 새로운 식품으로 간주한다. 이 새로운 규정은 유럽 의회의 승인을 받아야 한다 그리고 유럽 연합위원회. 현재 유럽위원회는 출판의 예상시기에 관한 세부 사항을 제공할 수 없다. 유럽 법률의 법적 설명을 기다리는 동안 여기 표에 언급된 곤충은 현재 국토에서 상용화 될 수 있습니다. 그러나, 이 허용 오차는 곤충으로부터 분리된 식품 성분, 예를 들어 단백질 단리 물이 신규 식품 규정의 범위에 명확하게 포함되어 있기 때문에 적용할 수 없다. 표에 언급되지 않은 곤충을 시장에 내놓으려는 운영자는 유럽을 획득하기 위해 '신규 식품' 적용 절차에 따라 FPS HFCSE (FPS Health, Food Chain Safety and Environment)에 신청서를 제출해야 합니다.

FASFC는 이 곤충 종을 인간이 소비하는 데 사용할 수 있는 안전성에 관해 과학위원회에 조언을 요청했다. 이러한 국가의 관용은 과학위원회의 조언, 새로운 식품 규정 발표 또는 현행 규정의 법적 설명을 근거로 수정될 것입니다.

3.1.4.2 MICROBIOLOGICAL QUALITY OF RAW EDIBLE INSECTS AND IMPACT OF PROCESSING AND PRESERVATION (2018,)

1) 개요

유엔 식량 농업기구 (FAO)의 "식용 곤충 : 식량 및 사료 안보에 대한 미래 전망"(van Huis et al., 2013)의 보고서 이후, 식품 및 사료용 곤충의 사용에 대한 관심은 서구 국가에서 크게 증가했습니다. 그 당시 법률, 특히 EU 법률은 아직 식용 곤충을 포함하도록 채택되지 않았지만 곤충 사육 및 식품 생산 회사는 식용 곤충 부문을 시작했습니다. 벨기에와 네덜란드는 곤충 사육 및 가공 분야의 리더로 출발했습니다. 2014 년과 2015 년에 벨기에, 네덜란드, 프랑스 및 유럽 식품 안전국 (EFSA)은 곤충을 평가 한 권고 문서 (ANSES, 2015; EFSA 과학 위원회, 2015; NVWA, 2014; SHC & FASFC, 2014)를 발표했습니다.

벨기에에서는 식용 곤충 10 종에 대한 내성이 생겨 곤충 기반 제품이 시장에 빠르게 출시되었습니다. 곤충을 포함한 버거, 스프레드, 너겟, 슈니첼 등이 벨기에에 도입되었으며 일부 제품은 예를 들어 수출되었습니다. 네덜란드 시장. 에코 상점, 슈퍼마켓 및 전문 웹 상점은 이러한 곤충 제품을 제공하여 가능한 소비자에게 쉽게 접근할 수 있도록 했습니다. 양육자, 식량 생산 회사 및 연구 시설은 곤충 컨소시엄 및 네트워크 조직을 설립하기 시작했으며 벨기에 곤충 산업 연합 (BIIF), Flemish Strategic Platform Insects (SPI), Verenigde Nederlandse Insectenkwekers (VENIK)와 같은 부문 조직에 합류했습니다. 식량 및 사료용 곤충의 국제 플랫폼 (IPIFF). 이 부문 조직은 곤충 부문을 홍보하고 해당 부문에 대한 일반 지침 문서를 작성하며 곤충 식품 및 사료 제품을 더욱 상업화하는 것을 목표로 합니다.

2) 식충성의 강점과 기회

식용 곤충은 기존의 동물성 단백질 공급원에 비해 환경에 미치는 영향이 적고 고품질의 동물성 단백질을 인간에게 제공 할 수있는 기회를 보여줍니다. 흥미로운 영양가와 높은 지속 가능성으로 개발 도상국 (Nadeau, Nadeau, Franklin, & Dunkel, 2015)의 영양 실조를 줄이고 성장하는 인구를위한 식량을 제공하며 단백질 공급원의 상당 부분을 높은 환경으로 대체 할 수있는 잠재력이 있습니다.

3) 식충성의 단점 및 위협

합리적인 가격으로 곤충 식품을 생산하고 대량으로 제품을 공급하려면 많은 양의 곤충이 필요합니다. 이를 위해서는 산업 규모의 상업적 양육이 필요하므로

업 스케일링을 달성하기 위해 위치, 장비 및 자동화에 대한 대규모 투자가 필요합니다. 수익성있는 비즈니스를 창출하기 위해서는 재정적인 문제가 포함됩니다. 가격도 문제이지만 사람의 곤충의 섭취에 대한 수용성이 중요하다고 할 수 있습니다. 그리고 다른 식품과 마찬가지로 식용 곤충의 경우 화학적 및 미생물학적 식품 안전이 보장되어야 합니다. 마지막으로, 인간 소비를 위한 곤충의 사용에 관한 동물 복지 또한 인정되어야 한다.

표 10. 본 논문에서 기술한 연구에 앞서 보고된 연구 대상 식용곤충의 미생물 개수 요약.

곤충종	처리방법	미생물 개수 (log cfu/g)					논문
		총 생균수	Enterobacteriaceae	젖산균	호기성 박테리아	균류	
Yellow mealworm	None (raw)	7.7	6.8	N.D.	2.1	N.D.	Klunder et al., (2012)
		7.7±0.3-8.3±0.1	6.8±0.1-7.6±0.2	7.0±0.1-7.6±0.1	<1.0±0.0-3.5±0.0	5.2±0.6-5.7±0.2	Stoops et al. (2016)
	Boiled (10 min)	<1.7	<1	N.D.	<1	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Boiled (10 min) and crushed	2.5	<1	N.D.	2.5	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Roasted (10 min)	<1.7	2.2	N.D.	1.6	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Roasted (10 min) and crushed	4.8	2.6	N.D.	<1	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Freeze-dried	<5->7	<3->5	N.D.	N.D.	N.D.	NVWA (2014)
	Freeze-dried and processed into a snack	<5	<3	N.D.	N.D.	N.D.	NVWA (2014)
House cricket	Frozen	7-9	N.D.	N.D.	4	N.D.	SHC & FASFC (2014)
	None (raw)	7.2	4.2	N.D.	3.6	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Boiled (1 min)	3.1	<1	N.D.	2.0	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Boiled (5 min)	1.7	<1	N.D.	1.5	N.D.	Klunder et al., (2012)
	Stir-fried (5 min)	2.7	<1	N.D.	1.5	N.D.	Klunder et al., (2012)
Lesser mealworm	Freeze-dried	<5->7	<3->5	N.D.	N.D.	N.D.	NVWA (2014) ²

표 11. 다양한 처리시간 동안 데친 전후, 3.7±1.7°C에서 6일 동안 냉장보존 후의 밀웜 미생물 수입니다. 데이터는 3-6회의 반복실험, ± 표준편차의 평균값이다.

Batch	처리	미생물 개수 (log cfu/g)					
		총 생균수	호기성 박테리아	Enterobacteriaceae	젖산균	효모와 곰팡이	저온성 호기성균
I	None(initial count)	7.9±0.3 ^{a,A}	2.6±0.3 ^{a,A}	7.3±0.5 ^{a,A}	7.4±0.2 ^{a,A}	3.8±0.5 ^{a,A}	7.2±0.4 ^{a,A}
	10 s blanching	3.5±0.8 ^b	2.8±1.0 ^a	<1.0±0.0 ^b	<1.0±0.0 ^b	<2.0±0.0 ^b	<1.0±0.0 ^b
	Chilled preservation	2.7±0.2 ^c	2.3±0.1 ^a	<1.0±0.0 ^b	1.3±0.4 ^b	<2.0±0.0 ^b	1.1±0.1 ^b
II	None(initial count)	8.2±0.7 ^{a,A}	2.8±0.4 ^{a,A}	7.5±0.6 ^{a,A}	7.0±0.1 ^{a,B}	3.5±0.2 ^{a,A}	6.0±0.2 ^{a,B}
	20 s blanching	1.8±0.4 ^b	4.7±0.7 ^b	<1.0±0.0 ^b	<1.0±0.0 ^b	<2.0±0.0 ^b	<1.0±0.0 ^b
	Chilled preservation	2.9±0.2 ^b	2.4±0.1 ^a	1.2±0.3 ^b	<1.0±0.0 ^b	<2.0±0.0 ^b	1.3±0.1 ^b
III	None(initial count)	7.6±0.4 ^{a,A}	3.1±0.1 ^{a,A}	7.1±0.9 ^{a,A}	6.9±0.2 ^{a,B}	3.5±0.4 ^{a,A}	6.5±0.6 ^{a,A,B}
	40 s blanching	2.0±0.4 ^b	2.3±0.1 ^a	<1.0±0.0 ^b	1.5±0.8 ^b	<2.0±0.0 ^b	<1.0±0.0 ^b
	Chilled preservation	3.5±0.3 ^c	1.4±1.1 ^b	1.1±0.1 ^b	1.3±0.3 ^b	<2.0±0.0 ^b	2.8±0.8 ^c

^{a,b,c}동일한 배치 및 열 내에서 동일한 위첨자를 가진 처리당 평균값은 통계적으로 다르지 않다(p>0.05).

^{A,B}동일한 열에 동일한 위첨자를 가진 서로 다른 batch의 평균 초기 카운트는 통계적으로 다르지 않다(p>0.05).

표 12. 열 치료 전후의 밀웜의 미생물 수. (데이터는 3 번의 반복 실험 ± 표준 편차의 평균값)

사육회사	샘플 번호	처리방법	미생물 개수 (log cfu/g)			
			총 생균수	총 생 혐기성 수	호기성 박테리아	혐기성 박테리아
1	1	None ¹	7.5 ± 0.1 ^{a,A}	7.4 ± 0.2 ^{a,A}	2.6 ± 0.5 ^{a,A}	N.D. ²
		40s blanching	1.8 ± 0.2 ^b	1.2 ± 0.3 ^b	<1.0 ± 0.0 ^b	N.D.
	2	None	8.0 ± 0.0 ^{a,A}	7.7 ± 0.6 ^{a,A}	2.3 ± 0.0 ^{a,A}	1.6 ± 0.4 ^{a,A}
		40s blanching	1.9 ± 0.2 ^b	1.4 ± 0.2 ^b	<1.2 ± 0.4 ^b	<1.4 ± 0.7 ^a
2	1	None	8.1 ± 0.1 ^{a,A}	8.1 ± 0.0 ^{a,A}	2.6 ± 0.9 ^{a,A}	2.6 ± 0.9 ^{a,A,B}
		40s blanching	2.5 ± 1.0 ^b	<2.0 ± 1.0 ^b	<1.0 ± 0.0 ^b	<1.0 ± 0.0 ^b
	2	None	7.7 ± 0.5 ^{a,A}	7.8 ± 0.5 ^{a,A}	3.4 ± 0.5 ^{a,B}	3.7 ± 0.6 ^{a,B}
		40s blanching	4.4 ± 0.1 ^b	4.2 ± 0.2 ^b	3.3 ± 0.2 ^a	3.4 ± 0.1 ^a

¹Initial count.

²N.D. = not determined.

^{a,b}동일한 시료 및 열 내에서 동일한 위첨자로 처리 당 평균 값이 통계적으로 다르지 않습니다(p>0.05).

^{A,B}동일한 열 내에서 동일한 위첨자가 있는 다른 샘플의 평균 초기 개수는 통계적으로 다릅니다.(p>0.05).

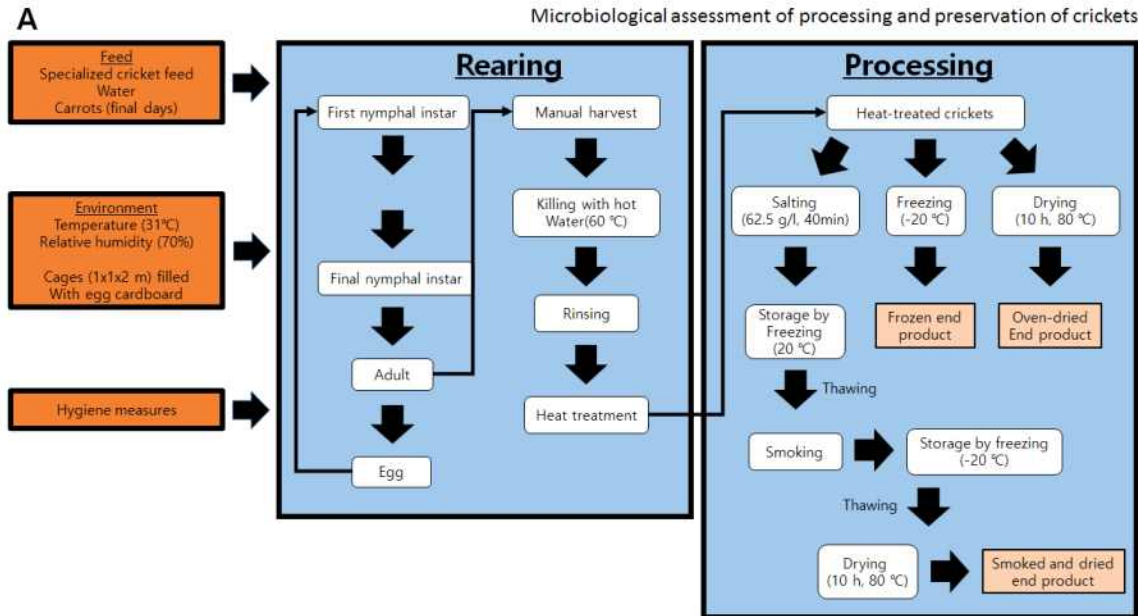
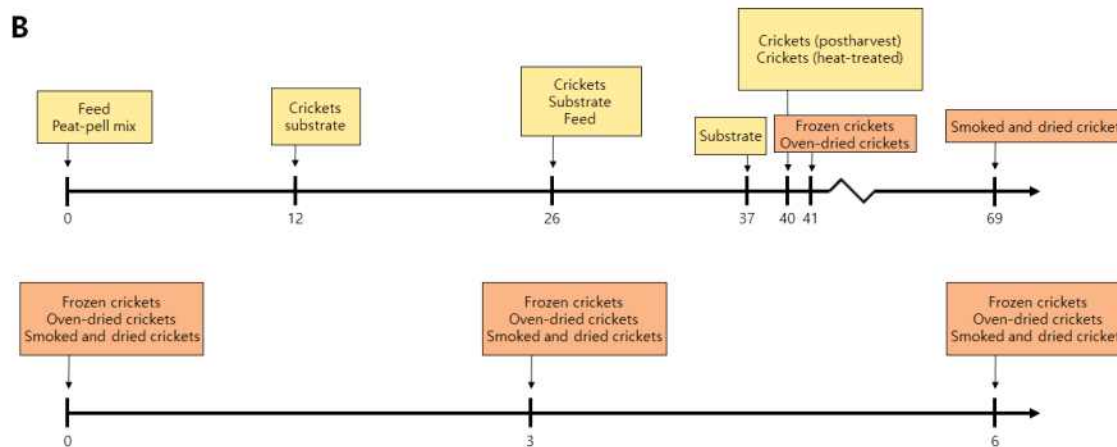


Figure 6.1 (A) 열대 집귀뚜라미의 양육 및 처리주기의 개략도. 세 가지 최종 제품은 살색으로 표시됩니다. 일령에서 성충 귀뚜라미에 이르는 양육 기간은 40일이 걸렸습니다. 수동 수확 단계에서, 크리켓은 골판지 트레이에서 원형 플라스틱 용기로 흔들어 수확하였다. 그런 다음 귀뚜라미를 용기 안의 뜨거운 물에 담그면 죽었습니다. 이어서 크리켓을 배치 당 5분 동안 흐르는 수돗물을 사용하여 소쿠리에서 철저히 행구었다. 열처리 단계의 경우, 크리켓을 끓는 물에 담그고 물이 다시 끓을 때까지 5-10분이 걸렸다. 열처리 후 크리켓을 배치 당 4 리터의 염수 (62.5g/L)에 40분 동안 침지시켜 염염시켰다. 80°C에서 40분 동안 전통적인 너도밤나무 목재를 사용하여 크리켓을 훈제하였다. 건조 단계에서, 크리켓을 베이킹 트레이에 펼치고 밤새 (80°C에서 10시간) 건조시켰다.

(B) 양육, 가공 및 보존에 대한 샘플링 계획.



3.1.5. 네덜란드

NVWA, Advisory report on the risks associated with the consumption of mass-reared insects(2014)

3.1.5.1. 배경

유럽 연합 회원국은 곤충을 새로운 식품으로 간주해야하는지 여부를 결정하고 있습니다. 향후 EC 규정 NO.에 따라 곤충이 새로운 식품으로 간주 될 경우, 258/97, 그런 규정에 따라 인간 소비용 곤충 (및 곤충 제품)은 유럽 마케팅 승인 절차를 완료해야 합니다. 유럽위원회는 유럽 식품 안전국 (EFSA)에 곤충 단백질 소비와 관련된 위험에 대한 과학적 의견을 제공하도록 요청했습니다. 이 과학적 의견은 2015 년 초에 예상됩니다.

3.1.5.2. 제기된 질문

네덜란드 식품소비자제품안전공단 부서 소비자안전과장은 리시평가연구국 (BuRO) 국장에게 열처리 및 열처리되지 않은 곤충을 소비하는 화학적, 미생물학적, 기생적 위험에 대한 세부사항을 요청했다.

3.1.5.3. 연구 및 차별화

이러한 위험 평가의 맥락에서, 식충성 분야의 전문가들과 Wageningen 대학에서, 그리고 대량 사육 곤충을 주제로 네덜란드 곤충 사육 협회(VENIK) 회원들과 토론이 진행되었다. 목표는 현재 인간의 소비를 위해 공급되고 있는 곤충들과 관련된 생산 과정을 재고하는 것이었다. 위험 평가는 현재 네덜란드에서 인간의 소비를 위해 사육되고 있는 곤충 중에 한정된다. 문헌 검토를 바탕으로 곤충 소비의 잠재적 위험에 대한 현재의 지식을 기술한다. 목표는 잠재적 위험에 대한 완전한 개요를 작성하는 것이었다. 이 위험성 평가는 현재 네덜란드에서 인간의 소비를 위해 사육되고 있는 곤충종, 식충벌레 딱정벌레(*Tenebrio molitor*), 작은 식충벌레벌레(*Alphitobius diaperinus*), 그리고 유럽 철새의 메뚜기(*Locusta migratoria*)에 한정된다. 자문 보고서 초안은 각종 독립 전문가들이 평가했는데, 이 중 연구나 자문 보고서 작성 과정에서 거부된 사람은 한 명도 없었다.

BuRO 직원뿐만 아니라 Wageningen UR(대학&연구센터), MEB(Medicine Evaluation Board), NVWA(National Institute for Public Health and Environment, RIVM) 및 NVWA 직원들에 의한 위험 평가 및 자문 보고서의 입증에 대한 의견이 추가되었다.

3.1.5.4. 위험평가

1) 서론

네덜란드에서는 단백질이 매일 섭취하는 총 에너지량에 대한 기여도가 12~16% 까지 다양하다. 단백질의 약 60%는 동물에서 유래한 것이고, 40%는 식물성 음식에서 얻은 것이다. 단백질의 주요 공급원은 고기(및 육류 제품)이며, 유제품(치즈 포함)이 그 뒤를 이으며, 시리얼 제품은 3위다. 최근 네덜란드 식품소비조사(FDA)에 따르면 하루 소비량 기준으로 성인 여성은 76g(가장 많이 먹는 사람은 189g)을, 남성은 119g(가장 많이 먹는 사람은 278g)을 소비한다. 단백질을 적게 먹는 것은 더 지속 가능한 식단을 얻기 위한 가능한 해결책 중 하나이다. 또 다른 것은 단백질 전환인데, 이것은 부분적으로 또는 완전히 육류 기반 단백질에서 대체되고 보다 지속 가능한 단백질 공급원으로서의 전환이 수반된다. 네덜란드의 몇몇 회사들은 사람들의 현재 식단에서 동물성 단백질을 대체하거나 부분적으로 대체하는 데 사용될 수 있는 곤충을 사육하고 있다.

식충류는 아프리카, 아시아, 중남미를 포함한 세계 여러 곳에서 오랜 역사를 지니고 있다. 약 4백만 종으로 추정되는 곤충은 엄청나게 다양하다. 전세계적으로 사람들은 약 1,900종의 다른 곤충을 소비한다. 이것들은 보통 야생에서 수집되고, 가공되고, (끓이거나, 굽거나, 구워서) 소비된다. 곤충의 모든 발달 단계(예 그, 애벌레, 번데기, 어른)는 소비에 사용된다. 가장 많이 먹는 곤충 종류는 딱정벌레(31%), 애벌레(18%), 개미, 벌, 말벌(14%), 메뚜기(13%), 벌레(10%) 등 흰개미, 잠자리(14%) 등이다. 식용곤충은 단백질, 비타민, 미네랄, 지방산을 함유하고 있으나, 관련된 종과 식품원에 따라 화학적 구성과 영양가치가 다르다. 그들의 단백질 구성은 고기와 비슷하다.

오닉스 외 연구진(2010년)은 제품 1kg당 곤충이 소, 돼지와 같은 기존 생산 동물보다 메탄(CH_4)과 아산화질소(N_2O)와 같은 온실가스를 훨씬 적게 배출한다는 것을 보여주었다. 곤충은 먹이를 먹을 수 있는 제품으로 바꿀 때 포유류보다 효율이 더 높기 때문에 표준 생산 동물보다 생태학적 발자국이 훨씬 적다. 식용 무게 1kg을 생산하는 데 필요한 사료의 무게는 귀뚜라미 2.1kg, 닭 4.5kg, 돼지 9.1kg, 소 25kg이다.

2) 위험 식별 및 특성

척추동물과 마찬가지로 곤충은 생물학적 작용제와 물질을 포함할 수 있으며, 인간이 섭취하면 건강에 위험을 초래할 수 있습니다. 미생물 및 화학적 위험은 곤충 환경에서 크게 발생합니다. 생물학적 제제 및 물질에 대한 노출을 보다 효과

적으로 통제할 수 있는 표준화된 대량 사육 환경에 사는 곤충보다 야생에 잡힌 곤충의 위험이 더 큼니다. 척추동물과 달리 곤충은 보통 전체적으로 먹습니다. 장은 제거되지 않지만 새우와 같이 나머지와 함께 먹습니다. 어떤 곤충에는 자연적으로 발생하는 독소가 들어 있습니다. 소비하면 공중 보건에 위험을 초래할 수 있습니다. 또한 곤충은 사료 나 환경을 통해 독성 물질에 노출되어 최종 제품을 오염시킬 수 있습니다. 마지막으로 다른 음식과 마찬가지로 곤충을 섭취하면 알레르기 반응을 일으킬 수 있습니다.

3) 네덜란드의 곤충종 사육방법

표 13에는 인간 소비를 위해 2012년 네덜란드에서 생산된 종의 종류, 개발 단계, 최종 산물의 성질 및 그에 상응하는 양의 곤충이 요약되어 있다. 네덜란드에서는 사람이 먹을 수 있는 곤충의 생산과 판매가 여전히 제한되어 있다.

표 13. 네덜란드의 인간이 섭취하는 곤충

종 명	네덜란드 명칭	통용 명칭	발달 단계	생산 수량
<i>Tenebrio molitor</i>	Meeltor	Mealworm beetle	Larva	약 1500kg/year
<i>Alphitobius diaperinus</i>	Piepschuimkever	Lesser mealworm beetle	Larva	약 1000kg/year
<i>Locusta migratoria</i>	Europese treksprinkhaan	Locust	Adult	약 45kg/year(무게가 1.8g 인 동물 25,000 마리)

식충풍뎅이와 작은 식충풍뎅이는 메뚜기와 달리 완전한 변형을 겪는 곤충들 중 하나이다. 식충벌레와 작은 식충벌레의 알은 아직 어른의 형태와 닮지 않은 유충으로 부화한다. 마지막 애벌레 물렁이는 번데기 단계를 따른다. 번데기가 결국 갈라지고 어른 딱정벌레가 나타난다. 식충과 적은 식충은 밀가루나 같은 닭 사료를 섞은 밀기울로 구성된 영양성분 매질에서 재배되며 당근, 감자, 물로 보충된다. 식충벌레는 겨에 알을 낳아서 자라는 유충(밀웜)과 다 자란 동물(딱정벌레)을 위한 생산 공정이 따로 있다. 일단 알을 낳으면 유충이 수확되기까지는 8~10주(온도 28~30°C, 상대습도 60%)가 걸린다. 체는 유충과 영양분을 분리하는데 사용된다. 그런 다음 먹이를 먹지 않고 며칠 동안 서늘한 환경(6-15°C)에 놓아 내장이 비어 있는지 확인한다. 유충은 그 후 미지근한 물에 깨끗이 행군 후 -18°C까지 빠르게 얼린다. 유충은 냉동 후 냉동 건조되어 50그램 박스에 포장된다. 라벨에는 트랙 및 트레이스 코드(바코드)와 제품을 소비하기 전에 철저히 가열해야 한다는 문구가 붙어 있다. 그 제품의 유통기한은 52주이다.

메뚜기는 불완전한 변형으로 알려진 과정을 통해 발전한다. 그들의 알은 어른 무대의 작은 버전과 매우 흡사한 님프로 부화한다. 연속적으로 탈태하는 동안, 곤충은 궁극적으로 어른의 단계에 도달할 때까지 점점 더 커진다. 이동 메뚜기들은 peat 기질에 알을 낳는다. 열흘 정도 지나면 알 꼬투리에서 청소년기 유충이 나와 생산 트레이로 옮겨진다. 그들은 밀기울과 신선하고 마른 풀을 먹는다. 온도(22~25°C)에 따라 26~28일 후에 메뚜기를 수확한다. 그리고 나서 그들은 성숙해졌고, 이를 동안 내장을 비우기 위해 무식한 환경에 놓여진다. 그 후 그들은 급속 냉동 건조 과정을 겪게 된다. 그런 다음, 메뚜기들은 트랙과 추적 번호 그리고 유통기한 만료일이 적힌 28그램의 병으로 포장된다. 또한 라벨은 사용하기 전에 다리와 날개를 제거해야 하며 제품을 가열해야 한다는 것을 나타낸다.

4) 미생물학적 위험

곰팡이, 기생충, 바이러스, 효모. 영양성분 매체는 수생성 곰팡이와 박테리아에 좋은 기질이다.

Aspergillus, Penicillium, Mucor, Rhizopus와 같은 병리성 곰팡이는 곤충 영양제 매체를 식민지화할 수 있다. 식충성은 곤충을 중간 숙주로 사용하는 기생충이 인간에게 감염을 일으킬 수 있다. 날것으로 먹거나 충분히 달궈지지 않고 야생에서 잡은 곤충을 먹으면 기생충 감염에 걸릴 수 있다. 네덜란드에서 소비하기 위해 사육하는 곤충의 무균 초기 단계는 사료 또는 사육되는 환경에서 바이러스 또는 기생 병원체에 감염될 가능성이 낮다. 네덜란드에서 사용되는 곤충 영양제 매체는 비교적 건조하기 때문에, 공중 보전에 위험을 줄 수 있는 농도의 곰팡이나 효모를 포함하지 않을 것으로 예상된다.

◎ Bacteria

곤충의 내장 미생물들은 먹이를 먹거나 그들이 사육되는 환경에서 나온 박테리아로 이루어져 있다. 장내 박테리아는 곤충을 최적의 생리적 상태로 유지하고 병원균으로부터 보호하는 데 중요한 역할을 한다. 유충과 성충의 내장에 존재하는 박테리아의 수는 내장 내용물 mg당 108~1,011마리에 이른다. 이 미생물군은 주로 그람 음성 간균과 그람 양성 구균으로 구성되어 있다. 메뚜기(*Zonocerus variegatus*)와 밀웜(*Tenebrio molitor*)의 내장에는 세균, 효모 또는 곰팡이가 없었다. 메뚜기들은 멸균된 사육 매체나 항생제가 첨가된 사육 매체에 사육되었다. 얼마 후, 관례적으로 사육된 식용곤충(비살균 사료, 항생제 없

음)에서 내장의 내용물 ml당 약 105 CFU가 검출되었다. 다음 박테리아는 대량 사육 메뚜기의 내장에서 격리되었다: 세종류의 구균 - *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Streptococcus* - *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* spp., -*Enterobacteriaceae*

적은 수의 장내 세균은 (관련된 수 및 종에 따라) 인간에서 질병을 유발할 수 있는 박테리아로 구성된다. 결과적으로 곤충 소비자에게 건강상의 위험을 초래할 수 있습니다. *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli*, *Campylobacter* spp. 와 같은 박테리아가 밝혀졌다. 곤충 창자에서 스스로를 확립하고 증식 할 수 있다, 제한된 기간 동안 배설된다. *Salmonella enterica*에 노출된 적은 밀웜은 최대 12일 동안, *Campylobacter* spp.은 최대 3일동안 배설물에서 박테리아를 배설한다. 곤충이 사육되는 비교적 높은 온도는 생산 환경에 존재하는 이러한 병원체를 허용할 수있다 또는 곤충의 먹이 증가에 따라, 또한 이들 박테리아가 처리되지 않은 식용을 목적으로 하는 곤충에 존재할 가능성을 배제할 수 없다.

◎ 미생물공정위생기준

활성 유산소 박테리아, 엔토박테리아과, 효모, 곰팡이의 농도는 종종 공정위생의 척도로 사용된다. 이러한 공정위생 기준은 생산 공정의 임계점이 적절히 관리되고 있는지 여부를 결정하기 위해 생산자가 사용한다. 고기 조제에 사용되는 원료에 대한 공정위생기준(버처 2010), 다진 고기(EC No. 2073/2005) 또는 익힌 갑각류 및 연체동물 조개류(Ec No. 2073/2005)를 곤충용으로 사용할 수 있다. 본 권고 보고서의 다음 부분에서는, 곤충에 대한 연구 결과를 육류 조제에 사용되는 원료의 공정위생 기준과 비교한다. 에어로빅 총생존 수와 고기 조제(난방 후)에 사용되는 원료의 기준으로 사용되는 엔토박테리아과 (*Enterobacteriaceae*)의 개수가 적용되며, 단, 해당 곤충이 실제로 판매되기 전에 가열될 경우. 표 2는 동물 유래 식품에 대해 명시된 미생물 공정 위생 기준을 설명한다.

표 14. Microbiological process hygiene criteria for meat and meat products

상품	위생법/법률	미생물	공정 위생 기준 (CFU/g)
육류 준비에 사용되는 원료	정육점을 위한 위생법 (정육점을 위한 위생법. Royal Dutch Butcher 's Association, 2010)	호기성 총생균수 ^a	$<10^4$
		호기성 총생균수 ^b	$<10^6$
		장내세균 ^a	$<10^2$
		장내세균 ^b	$<10^3$
다진고기 ^c	식품 미생물 기준 규정(EC No.2073/2005)	호기성 총생균수	$m^d = 5 \times 10^5$ $M^d = 5 \times 10^6$
		<i>E. coli</i> ^e	$m^d = 50$ $M^d = 500$
육류 준비 ^f	식품 미생물 기준 규정(EC No.2073/2005)	<i>E. coli</i> ^e	$m^d = 500$ $M^d = 5000$
익힌 갑각류와 연체동물의 껍질 및 껍질 벗겨낸 제품	식품 미생물 기준 규정(EC No.2073/2005)	<i>E. coli</i>	$m^d = 1$ $M^d = 10$
		응고효소 양성 포도상 구균	$m^d = 100$ $M^d = 1000$

^a 프로세스 단계: 가열 후 냉각.

^b 프로세스 단계: 가열 후 준비된 제품의 발표/판매

^c 잘게 다져 염분이 1% 미만인 뼈가 있는 고기.

^d 다섯 개의 서브샘플을 가져왔다. 모든 표본이 $\leq m$ 이면 결과는 적절한 것으로 간주된다. 결과는 5개의 하위표본 중 2개가 m 과 M 사이의 값을 갖는 경우에 허용된다. 기준은 생산 공정의 종료에 적용된다.

^e *E. coli* 은 여기서 배설물 오염의 지표로 사용된다..

^f 조각으로 다진 고기를 포함하여, 어떤 식품, 양념 또는 첨가물이 첨가되었거나, 고기의 내부 근육 구조를 수정하기에 충분하지 않은 과정을 거친 신선한 고기는 신선한 고기의 특성을 제거한다..

다진 육류 및 육류 준비에서 대장균의 공정 위생 기준은 대변 오염의 지표입니다. 일반적으로 대장균, 특히 대장균은 포유류와 조류에서 특히 흔하다. 곤충에서 발견되는 대장균 박테리아의 약 15%만이 위에서 언급한 동물들의 대장균에 필적할 수 있다. 따라서, 이것들은 곤충의 생산에서 입증된 위생 기준으로 사용될 수 없다. 갑각류와 연체동물 조개류에서 *E.coli*는 주로 노로바이러스 같은 병원성 약물의 지표로 곤충의 생산 과정에서 위험이 있다고 가정할 필요는 없다.

다곤충은 미생물 공정위생기준 외에 특정 병원균의 유무를 주기적으로 검사해야 한다. 이를 위해 다양한 식품에 대한 미생물학적 식품안전기준이 있다. 표 3은 곤충과 관련된 식품안전기준을 요약한다.

표 15. 관련 식품안전기준

상품	위생법/법률	미생물	식품 안전 기준
가금류 및 가금류 육류 제품으로 만든 다진 고기 및 요리	식품의 미생물 기준에 대한 규정 (EC No.2073/2005)	<i>Salmonella</i>	25그램에 없음 ^a
가금류 이외의 다른 종으로 만든 다진 고기 및 육류 요리	식품의 미생물 기준에 대한 규정 (EC No.2073/2005)	<i>Salmonella</i>	25그램에 없음 ^a
갑각류 요리 및 연체 동물 갑각류	식품의 미생물 기준에 대한 규정 (EC No.2073/2005)	<i>Salmonella</i>	25그램에 없음 ^a
<i>L. monocytogenes</i> 의 영양 배지 역할을 할 수 있는 바로 먹을 수 있는 음식	식품의 미생물 기준에 대한 규정 (EC No.2073/2005)	<i>Listeria monocytogenes</i>	<100 CFU/g or ml ^a
		<i>Bacillus cereus</i>	<10 ⁵ CFU/g or ml
		<i>Clostridium perfringens</i>	<10 ⁵ CFU/g or ml
		<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 ⁵ CFU/g or ml
		<i>Campylobacter</i>	25그램에 없음

^a 5 개의 서브 샘플을 가져와야 합니다. 미생물이 지정된 양의 제품에 없는 경우 결과는 적절한 것으로 간주됩니다. 이 기준은 유효 기간 동안 상용 제품에 적용됩니다.

^b 이 기준은 a) 미가공, 날 음식 및 음료에 적용되지 않는다. b) 살균 처리를 거치지 않았으며 정상적인 사용시 최종 사용자가 가열 한 후에 만 사람이 섭취하기에 적합한 가공 식품 및 음료

온혈동물과는 달리 대량으로 사육되는 곤충은 *Salmonella*와 *L. monocytogenes*의 상당수를 함유하고 있지 않을 것 같다. 만약 병원성 오염이 발생하면, 이것은 생산 환경으로부터의 감염의 결과일 가능성이 높으며, 관련된 실제 박테리아의 수는 미미할 것이다. 곤충은 식용 미생물 기준에 관한 규정(EC No. 2073/2005)에 따라 가금류 이외의 다진 고기에서 살모넬라균(10g에 섭취)과 바로 먹을 수 있는 식품의 *L. monocytogenes*에 대한 식품안전 기준에 대해 주기적으로 시험해야 하는 것이 논리적으로 보인다.

B. cereus, *C. perfringens*, *S. aureus*, *Campylobacter* spp.에 대한 식품첨가물(편의법)의 작성 및 처리량에도 명시된 기준도 마찬가지다. 52주라는 비교적 긴 유통기한을 감안할 때 동결건조 제품에서 자랄 수 있는 병원균의 수도 ‘최상의 이전’ 날짜에 결정해야 한다.

2010년, NVWA는 동결건조 외에 아무런 치료도 받지 않고, 사람이 섭취할 목적으로 회수된 55개의 곤충 제품(로커스트, 적은 식충, 식충, 식충 간식)의 미생물학적 상태에 대한 소규모 조사를 실시했다. 에어로빅 총생존 수와 *Enterobacteriaceae*와 *Bacillus cereus*의 농도는 표 16~18에 나타나 있다.

표 16. 호기성 박테리아: 각 농도 수준에서 샘플 수 및 샘플 비율 (%) (CFU/g)

Product	Number	<10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁶	10 ⁶ -10 ⁷	>10 ⁷
Locust	17	30%	41%	18%	12%
Lesser mealworm	17	24%	6%	53%	18%
Mealworm	17	12%	-	47%	41%
Mealworm snack	3	100%	-	-	-
Total	54	26%	15%	37%	22%

표 17. *Enterobacteriaceae*: 각 농도 수준에서 샘플 수 및 샘플 비율 (%) (CFU/g)

Product	Number	<10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁴ -10 ⁵	>10 ⁵
Locust	17	59%	18%	24%	-
Lesser mealworm	17	24%	6%	41%	29%
Mealworm	18	11%	17%	28%	44%
Mealworm snack	3	100%	-	-	-
Total	55	35%	13%	29%	23%

표 18. *B. cereus*: 각 농도 수준에서 샘플 수 및 샘플 비율 (%) (CFU/g)

Product	Number	<10 ²	10 ² -10 ³	10 ³ -10 ⁴
Locust	17	88%	12%	-
Lesser mealworm	17	88%	6%	6%
Mealworm	18	100%	-	-
Mealworm snack	3	100%	-	-
Total	55	93%	5%	2%

실험 대상 곤충 제품 (표 16) 중 59개가 육류 조제에 사용되는 원료에서 호기성 박테리아에 대한 공정위생 기준(10⁶ CFU)을 초과했고, 표본의 65%에서

Enterobacteriaceae (표 17)가 육류 조제에 사용되는 원료 기준(10^3 CFU/g)을 초과한 것으로 나타났다. 발견된 적은 수의 박테리아를 고려할 때, 이 밀웬 스탁은 아마도 열처리를 받았을 것이다. 이 소규모 조사에서는 특정 병원성 미생물(*Clostridium perfringens*, *Salmonella*, *Vibrio*)이 발견되지 않았다. 표본의 93%에서 포자를 형성하는 박테리아 *Bacillus cereus*의 농도는 100 CFU/g (표 18) 미만이었다.

Klunder *et al.* (2012)은 네덜란드에서 사육된 밀웬 (*Tenebrio molitor*)의 신선하고 열처리된 유충의 미생물학적 상태를 연구했다. 신선한 밀웬에서의 호기성 총 생존 수 및 장내 세균 및 포자 형성 박테리아의 농도는 동결 건조된 밀웬에서 NVWA 연구에 의해 발견된 것과 유사하였다.

표 19. 전체, 신선하거나 열처리된 거저리의 평균 미생물군 (Klunder *et al.* 2012)

Colony forming units (CFU/g)	Fresh	Cooked(10 min.)	Roasted(10 min.)
Total number of aerobic bacteria	5.0×10^7	<50	<50
<i>Enterobacteriaceae</i>	6.3×10^6	<10	160
Bacterial spores	130	<10	40

식충을 열처리에 맡기는 것은 호기성 박테리아, Enterobacteriaceae, 박테리아 포자의 수를 현저히 감소시켰다. 식충을 10분 동안 삶는 것이 구운 것보다 Enterobacteriaceae와 포자의 양을 줄이는 데 더 효과적이었다 (Klunder *et al.* 2012). Klunder와 동료들이 수행한 연구 (2012년)는 또한 연구한 신선한 곤충들이 호기성세균 총수 카운트는 10^6 CFU/g 이상, Enterobacteriaceae에 대해 10^3 CFU/g이상으로 제안된 공정위생 기준을 충족하지 못한다는 것을 보여준다. 그러나 열처리(끓이거나 굽는 것)의 사용은 공정위생 기준을 충족한다는 것을 보장했다

◎ 보관, 보관 기간 및 준비

네덜란드에서 소비용으로 공급되는 곤충은 생산 과정에서 일상적으로 가열되지 않고 냉동 건조만 된다. 포장 정보는 이들 제품의 유통기한이 52주임을 나타낸다. 그러나, 이 52주 기간 동안 실제로, 제품이 안전한지에 대한 알려진 연구는 없다.

5) 화학 및 영양 위험

밀웜의 성충은 복강에 방어 물질을 분비할 수 있는 특별한 땀샘을 가지고 있습니다. 이러한 방어적 분비물은 동물에 독성, 발암성 및 변이원성으로 기록된 벤조 퀴논을 함유한다. 생쥐의 경우 퀴논의 LD50은 50-300mg/kg 체중인 것으로 밝혀졌다. 국제 암 연구소 (IARC)는 1,4-벤조 퀴논을 '인체에 대한 발암성으로 분류할 수 없는' 그룹 3 물질로 분류했습니다. 우리가 아는 한, 퀴논을 포함하는 것은 성충 딱정벌레뿐이므로 현재 인간과 동물을 위한 음식으로 사용되는 유충에는 퀴논이 없습니다.

몇몇 연구가 곤충의 화학적 성분을 조사했다. 이것들은 주로 영양분에 초점을 맞춘다. Gravowsk 외 연구진(2010)은 애완동물 가게에서 판매되는 세 가지 곤충 종의 화학적 성분을 조사했다. 메뚜기 한 종(*Schistocera gregaria*)과 크리켓 한 종(*Acheta domesticus*)의 경우, 이들의 화학 성분은 인간의 소비에 아무런 장애가 되지 않는다는 결론이 내려졌다. 이 연구에서 독성이 있는 것으로 알려진 *Phymateus saxosus*는 독을 가진 세 번째 종이 아니라는 사실이 밝혀졌다.

곤충의 식단은 그 화학적 구성을 결정하며 곤충은 PCB와 다이옥신 같은 물질을 축적할 수 있다. 인공 영양제에는 영양소 외에도 안정성과 미각성, 영양가치를 높이기 위해 첨가된 물질이 들어 있다. 또한 미생물 오염을 퇴치하기 위해 항균제를 첨가할 수 있다. 네덜란드는 잔류 유기 폐기물을 곤충 성장 매개체로 사용하는 생산 라인을 개발하는 데 상당한 관심이 있다. 이러한 잔류 폐기물의 화학적 구성은 유해금속, 살충제 등의 존재로 인해 대량으로 사육되는 곤충의 화학적 오염이 발생할 수 있기 때문에 위험을 초래할 수 있다. 현재 네덜란드에서 사용되고 있는 생산 방법은 특히 GMP 인증을 받은 기업으로부터 사료와 영양제 배지의 성분을 얻는 경우, 인간의 소비를 위한 곤충이 그들의 식단이나 그들이 사육되는 환경을 통해 화학적으로 오염될 위험이 거의 없다.

아프리카 누에(*Anaphe venata*)의 구운 유충의 소비는 나이지리아 남서부의 계절적 운동실조증의 원인으로 의심되었다. 이 곤충들은 thiamine(비타민 B1)을 분해하는 티아민을 함유하고 있다는 것이 이제 밝혀졌다. 티아민 결핍과 함께 불균형한 식단은 운동실조증으로 이어질 수 있었다. 티아민은 열에 대한 내성이 매우 강하기 때문에 이러한 곤충을 안전한 식품원으로 전환하기 위해 효과적인 열처리를 사용하는 것이 중요하다는 것을 강조한다.

◎ 키틴

키틴 (N-acetyl-D-glucosamine)은 곤충 외골격에서 발견되며 보호 기능이 있

습니다. 건조 곤충에는 약 1 %의 키틴이 함유되어 있습니다. 그러나 다른 간행물은 사용된 분석 방법에 따라 키틴 함량이 훨씬 더 높거나 낮습니다. 소화할 수 없는 키틴질의 신체 부위가 장에 축적되어 부분적 또는 전체적으로 변비를 일으킬 수 있습니다. 이러한 이유로 메뚜기의 다리와 날개는 소비하기 전에 제거하는 것이 좋습니다.

2010년, 식이 제품, 영양 및 알레르기에 관한 EFSA 패널은 새로운 식품 성분으로서 키틴-글루칸(D-glucosamine, N-acetyl-D-glucosamine and glucose가 합쳐진)의 안전성에 대한 과학적 의견을 발표했습니다. *Aspergillus niger*의 세포벽에서 추출된 이 성분은 매일 섬유질 섭취를 늘리기 위한 것입니다. 의도된 키틴-글루칸 섭취량이 하루에 2~5그램에 달한다는 점을 고려할 때 공중 보건과 관련한 안전 문제는 없었습니다. 키틴-글루칸은 생성물의 90% 이상을 구성하고, 키틴 대 글루칸의 비는 60:40이다. 하루에 5그램의 키틴-글루칸을 초과하는 섭취량은 조사되지 않았습니다. EFSA의 과학적 의견에 근거한 독성 데이터는 감각류에서 추출한 키틴 연구에서 생성되었습니다. 우리가 아는 한, 곤충에서 추출한 키틴에 대해서는 그러한 연구가 수행되지 않았다. 글루코사민은 급성 및 만성 구강 독성이 낮으며, 이것이 유전 독성이거나 알레르기성임을 시사하는 증거는 없습니다. 어느 정도 확실하게, 이 권고 보고서에서 조사된 대량 육식 곤충이 얼마나 많은 키틴을 함유하고 있는지 말할 수는 없지만 건조 중량의 약 5-6%에 달한다는 증거가 있습니다. 이것은 하루 45그램의 냉동 건조된 전체 곤충을 소비하는 것이 공중 보건 측면에서 우려할만한 원인이 아님을 의미합니다.

◎ 알레르기성

새로운 단백질이나 새로운 식품의 다른 성분이 알레르기 반응을 일으킬 수 있는 가능성을 주의 깊게 검토해야 한다(97/618/EC). 이런 맥락에서 알레르기는 면역 글로불린 E(IgE)에 의해 매개되는 인간의 면역 체계에 의한 식품에 대한 반응으로 정의된다. 보다 친숙한 알레르기 반응은 벌레에 물렸거나 벌과 말벌에 쏘여서 생기는 것이다. 어떤 알레르기 반응은 곤충의 신체 부위나 곤충의 노폐물(알레르겐 접촉)과의 접촉에 기인하거나 또는 다른 것들은 분쇄된 시체, 흘린 껍질, 또는 분화(흡입된 알레르기성 알러지)로 구성된 먼지 입자를 흡입한 결과라고도 한다. 그런 알레르기의 증상은 습진, 피부염에서부터 천식, 과민성 쇼크까지 다양하다. 곤충 사육시설에서 일하는 것은 과민성이나 알레르기 반응을 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다. 벨라스(1999년)는 곤충 사육 시설

직원의 30%가 이런 종류의 건강 문제를 가지고 있다고 추정했다.

곤충 신체 부위를 흡입한 후 인간의 알레르기 또는 과민반응이 150종의 곤충에 대해 보고되었다. 불가리아에서는 호두 산업에 종사하는 사람들이 화랑곡나방(*Plodia interpunctella*)의 유충과 대변에 노출되어 습진, 피부염, 심한 가려움증을 일으켰다. 곤충을 사육하는 USDA 실험실이 9종의 진드기와 거미를 흡입했을 때 알레르기 반응을 일으킬 수 있는 물질의 근원으로 확인했다. 보호복과 마스크를 착용했음에도 불구하고 직원의 절반 이상이 곤충(혹은 곤충 신체 부위)에 알레르기가 생겼다. 나비목(Lepidoptera)과 함께 일하는 사람들 사이에서 수많은 천식 사례가 보고되었다. 반응은 메뚜기목(초과민반응 쇼크 사례 포함), 딱정벌레목, 파리목, 하루살이목 및 날도래목의 곤충들에게 보고되었다. 바퀴벌레 알레르기를 흡입한 결과 천식이 발병한 것과 관련이 있는 바퀴벌레 알레르기가 잘 설명되었다. 귀뚜라미에 대한 과민성도 설명되었고, 식충 역시 알레르기성 알러지겐의 공급원으로 확인되었다. 집먼지와 집먼지 진드기에 민감하게 반응하는 천식 환자들에게서 누에나방(*Bombyx mori*)과 갈따구(*Chioromus yoshimatsui*) 특유의 IgE 항체가 검출되었다. 이 연구는 이 두 곤충이 중요한 특정 알레르기 물질을 지니고 있고 교차 알레르기가 두 종 사이에서 발생한다는 것을 증명했다.

따라서 흡입할 때 다수의 곤충 중에서 나온 물질이 알레르기 반응을 일으킬 수 있다는 설득력 있는 증거가 있다. 이것은 곤충에 노출된 근로자들의 직업상의 위험이다. 적절한 환기가 이루어졌는지 확인하고 보호복과 마스크를 착용하는 것이 예방책이다. 예민한 사람은 정상적인 업무 활동을 중단해야 한다.

곤충을 먹거나 실수로 삼켜서 생기는 알레르기 반응에 대해서는 거의 알려져 있지 않다. 시리얼이나 과일 같은 다양한 음식에는 소량의 곤충 재료가 존재할 것이다. 이것은 사람들이 예민해질 위험이 있다는 것을 의미한다. 만약 그들이 더 많은 양의 곤충을 먹는다면, 이것은 노출에 따라 감작의 위험이 증가하기 때문에 결국 알레르기 반응을 일으킬 수 있다. 알레르겐은 높은 온도(예: 요리)와 위에서 발견되는 산성의 수준 모두에서 살아남을 수 있다. 소수의 피험자를 대상으로 한 연구는 갈색거저리(*Tenebrio malitor*)와 슈퍼밀웜 딱정벌레(*Zopobas morio*)의 애벌레를 먹은 후 사람들이 감작한다는 것을 보여주었다.

두 가지 유형의 알레르기 항원간에 교차 반응성이 발생할 수 있습니다. 이는 하나의 알레르겐에 반응하여 생성된 IgE 항체가 다른 알레르겐에 결합하여 알레르기 반응을 일으킬 수 있음을 의미합니다. 결과적으로 새우, 게, 랍스터, 오

정어, 달팽이 및 굴과 같은 갑각류와 연체동물을 섭취하면 민감한 사람에게 알레르기 반응을 일으킬 수 있습니다. 가장 중요한 알레르기 항원은 근육 단백질 tropomyosin입니다. 이 단백질은 곤충(바퀴벌레) 및 갑각류 및 연체동물, 거미류(집먼지진드기) 및 연체동물과 같은 다른 무척추동물에서도 발견되었습니다. 집먼지진드기에 알레르기가 있던 몇몇 사람들은 해산물에서 나오는 tropomyosin에도 민감해졌다. 이 관찰은 해산물 알레르기가 있는 사람들이 식용곤충을 섭취한 후에 알레르기 반응을 경험할 수 있음을 시사합니다.

곤충 단백질에 대한 알레르기 반응의 위험성은 Wageningen UR(대학&연구 센터)이 수행한 SUPRO2 프로젝트와 네덜란드 응용과학연구기구(TNO)와 대학 의료센터 Utrecht(UMCU)의 공동 프로젝트에서 조사되었다. 1차 알레르기 반응 외에도 갑각류나 집진드기에 알레르기가 있는 사람에게서 더 많은 교차반응이 발생할 수 있는지 확인하기 위한 시험이 진행되고 있다. 초기 결과는 갑각류나 진드기 알레르기를 가진 사람들의 항체들이 다른 것들 중에서 식충에서 나온 tropomyosin에도 반응한다는 것을 보여준다.

3.1.5.5. Conclusions

1) 일반

- 이 권고 보고서는 현재 네덜란드에서 사람이 소비하기 위해 양육중인 곤충 : 밀웜 딱정벌레(*Tenebrio molitor*), lesser 밀웜 딱정벌레(*Alphitobius diaperinus*) 및 유럽 철새 메뚜기(*Locusta migratoria*)로 제한됩니다.
- 거저리 딱정벌레과 작은 거저리 딱정벌레의 유충은 미지근한 물로 깨끗이 행구고 냉동 및 냉동 건조한 다음 50g 상자에 포장합니다. 장이 제거된 성체 메뚜기는 동결 건조됩니다. 메뚜기는 28g 병에 담겨 있습니다.

2) 미생물 및 기생충 위험

- 위생 상태 및 비교적 건조한 영양 배지에서 사육 된 곤충이 곰팡이 또는 효모 또는 바이러스 또는 기생충 병원체로 오염되어 공중 보건에 위험을 초래할 수 있다는 증거는 없습니다. 그러나 병원성 미생물은 생산 환경이나 곤충 사료에 존재할 수 있으며, 그렇다면 곤충 사육에 사용되는 비교적 높은 온도로 인해 번식할 수 있습니다.
- 따라서, 이들 박테리아가 식용으로 하는 처리되지 않은 곤충에도 존재한다는 가능성을 배제할 수 없다.

- 육류 조제에 사용되는 원료에 대해서도 동일한 공정위생기준을 곤충에 적용할 수 있다.
- 규모 연구 결과에 따르면 신선한 곤충에서 호기성 총 생존 가능 횡수와 Enterobacteriaceae의 최대 허용 농도가 이러한 공정 위생 기준을 초과하는 것으로 나타났습니다. 두 종류의 포자 형성 박테리아인 *Clostridium perfringens*와 *Bacillus cereus*에 대한 실험을 통해 전자는 곤충에 존재하지 않는 반면 후자의 농도는 식품안전기준을 준수하는 것으로 나타났습니다.
- 대량의 식용 곤충에 10분의 열처리를 실시한 결과, 호기성의 총 생존 가능 수와 Enterobacteriaceae의 농도는 제안된 공정 위생 기준에 부합하는 값으로 떨어졌습니다.
- 포장정보에 따르면 이들 제품의 유통기한이 52주인 것으로 나타났다. 그러나, 이 52주 기간 동안 실제로, 제품이 안전한지에 대한 알려진 연구는 없다.

3) 화학적 및 영양 위험

- 밀웜의 성충 형태인 딱정벌레는 독성 퀴논을 함유할 수 있습니다. 그러나 이러한 물질은 식용을 위해 사육되는 밀웜에는 존재하지 않습니다. 현재의 생산 방법을 고려할 때, 이 곤충들은 식이요법이나 사육 환경을 통해 독성 물질에 노출되지 않을 것입니다.
- 네덜란드에서 사육된 키틴(N-acetyl-D-glucosamine) 곤충이 얼마나 많이 함유되어 있는지는 확실하지 않습니다. 관련된 키틴의 비율 (5-10%)에 따라, 약 45%의 냉동 건조 곤충의 일일 섭취량은 공중 보건과 관련하여 안전 문제를 포함하지 않습니다. 섭취량이 많을수록 위험을 재평가해야 합니다.
- 곤충 전체나 곤충 단백질 섭취로 인한 알레르기에 대한 연구는 아직 거의 이루어지지 않았습니다. 식용곤충의 준비가 알레르기에 미치는 영향에 대한 연구는 아직 수행되지 않았습니다. 곤충을 먹은 후에 민감한 사람들이 감작과 알레르기 반응 (심한 알레르기 반응 포함)을 경험할 가능성을 배제할 수 없습니다.
- 곤충 사육 시설 직원의 잠재적인 직업상 위험은 곤충 (또는 곤충 부위)에

노출된 결과 과민증 또는 알레르기 반응을 일으킬 수 있다는 것입니다.

3.1.6. 식용 곤충 부문 벨기에-네덜란드에 관련된 회사 개요

표 20. 벨기에 및 네덜란드 기업 list

나라	회사	사육	가공	식용	사료용
네덜란드	Bestico	○	○		○
네덜란드	Bugalicious		○	○	
베를린	Bugood Food	○	○	○	
베를린	Bugs world solution food		○	○	
네덜란드	Bugzz		○	○	
네덜란드	Coppens		○		○
베를린	De Smedt Insects	○			○
네덜란드	Delibugs		○	○	
베를린	Eco Vene		○	○	
베를린	Goffard Sisters		○	○	
네덜란드	GoodBugFood		○	○	○
베를린	Green Kow		○	○	
프랑스	Jimini's		○	○	
네덜란드	Joy Bugs	○	○	○	○
베를린	Kingsect	○			○
베를린	Kriket		○	○	
베를린	Lambers-Seghers		○		○
베를린	Little Food	○	○	○	
네덜란드	Locusta	○		○	○
네덜란드	Meertens	○		○	○
베를린	Millibeter	○			○
베를린	MiniFOOD		○	○	
네덜란드	Nostimos BV	○			○
베를린	Nusect	○		○	○
베를린	Protein Farm	○			○
네덜란드	Proteinsect	○		○	○
네덜란드	Proti-Farm	○	○	○	○
네덜란드	Protix	○	○	○	○
베를린	Sixlegs	○		○	○
베를린	Squama	○			○
네덜란드	Star Food Holland	○			○
네덜란드	Tasty Bugs	○	○	○	○
네덜란드	Tinyfoods		○	○	
베를린	Tor Royal	○	○	○	
네덜란드	Trovet		○		○
네덜란드	Van de Ven	○		○	○
네덜란드	Van Grinsven	○			○
네덜란드	Vivara		○		○
네덜란드	Wadudu	○		○	○
네덜란드	Wurmpie Wurmpie		○	○	
네덜란드	Zoveelmeer insecten	○			○

3.1.7. 프랑스

ANSES, 2014. Opinion on "the use of insects as food and feed and the review of scientific knowledge on the health risks related to the consumption of insects"

3.1.7.1. 일반 컨텍스트

3.1.7.1.1. 업계가 지지하는 관점

자원의 부족 증가, 농경지의 감소, 그리고 유럽의 동물 사료에 대한 단백질 의존도가 강하다는 맥락에서, 많은 동물 사료 제조업자들은 단백질의 공급원으로서의 곤충의 가치에 대해 점점 더 관심을 보여왔다. 그들은 유기물 -폐기물과 농산물과 식품 산업의 부산물- 을 후방 곤충에 사용하는 것이 여러 가지 이유로 가치가 있을 수 있다고 생각한다: (1) 고부가가치 제품(매니저, 주방 또는 농식품 산업 폐기물)의 개발, (2) 대량의 폐기물의 감소(예: 생분해성 폐기물을 퇴비 벌레를 이용한 천연 비료로 변형시킴). 그들은 파리목의 여러 종들이 짧은 기간 내에 다양한 유형의 유기 폐기물을 줄이는 데 도움을 줄 것으로 예상하고 있다 (반 휴이스, 2013). 업계에 따르면, 수산물 양식업과 양계농업의 사료로서 곤충의 사용은 향후 수십 년 내에 더욱 널리 퍼질 것으로 예상된다. 가축의 전통적인 사료 생산은 더욱 강화되어야 한다. 그들은 자원 부족의 증가와 이러한 자원들의 보다 효율적인 사용에 대한 필요성에 직면하여, 특히 새로운 단백질 공급원의 사용으로 다양화될 시기가 왔다고 생각한다.

3.1.7.1.2. 최신 개발: 이 주제에 관한 연구 프로젝트

특정 국제 기관 및 제조업체 사이에서 현재 인기를 고려하여 이 주제에 대한 과학적 지식을 향상시키기 위해 프랑스 및 EU 연구 프로젝트가 수행되었습니다.

1) ANR-바람직한 프로젝트: 보다 지속 가능한 농식품 시스템에 기여하기 위한 곤충 바이오리파이너리의 설계

이 프로젝트는 동물 사료에 적합한 저평가 단백질 부산물의 곤충에 의한 생물 전환을 위한 정유소를 개발하는 것을 목표로 합니다. 2013년에 시작되어 48개월 동안 계속될 것입니다. 몇몇 공공 기관 (INRA 연구소 5 개, CNRS, CEA, ITAP)과 민간 파트너 (Ynsect, IPV Foods)가 이 프로젝트에 참여하고 있습니다. ANSES는 다른 공공 기관, 전문 지식 클러스터, 소비자 단체 및 생산 부문 대표와 함께 ANR이 자금을 지원하듯이 프로젝트의 자문위원회의 회원입니다. 식용곤충인 *Tenebrio molitor*와 black soldier fly인 *Hermetia*

*illucens*가 선택되었다. 연구 주제는 지속 가능한 음식, 특히 건강 및 영양 측면의 과제에 중점을 둡니다.

2) PROteINSECT-FERA(Food and Environment Research Agency) 프로젝트: "단백질의 지속 가능한 공급원으로서의 곤충" 또는 곤충의 착취로 인해 동물 사료와 인간의 영양을 위한 지속 가능한 대체 단백질이 공급될 수 있는 방법.

유럽위원회가 후원하는 이 3년간의 프로젝트는 유럽, 아프리카, 아시아의 공공 및 민간 파트너들과 함께 하는 국제 컨소시엄에 기반을 두고 있다. 두 종의 파리, 즉 black soldier fly, *Hermetia illucens*, 그리고 집파리인 *Musca domestica*가 유기 폐기물을 비료로 재활용하기 위해 생산에 이용되고 있다. 동물 사료용 단백질인 키틴과 바이오디젤 생산을 위한 지질 외에 곤충의 바이오매스에서 추출할 수 있다. 연구 주제 중에서 다음과 관련된 문제가 다루어졌다.

- 곤충의 산업 생산, 동물 사료의 가공 및 시험;
- 품질 및 안전 측면의 평가(중금속, 다이옥신, PCB 및 PAH와 같은 환경오염물질; 병원체 및 부패제; 살충제 및 수의약품과 같은 화학 잔류물; 알레르기 항원);
- 수명주기 분석 (주로 환경적 측면, 때로는 경제적, 사회적 측면).

3.1.7.2. CES의 분석 및 결론

3.1.7.2.1. 일반사항

1) 세계에서 인간의 곤충 섭취

◎ 의도적인 소비

현재 전세계 130개국에서 약 3,071개의 종족이 2,086종의 곤충을 소비하고 있다. 열대 지역, 아프리카, 아시아, 호주 및 남아메리카의 국가에서는 전통적으로 농촌 지역에서 개발된 "entomophagy"가 야생에서 수확된 곤충에서 매우 저렴하고 풍부한 단백질 공급원을 발견했습니다. 그런 다음 여러 나라의 빈번한 도시, 종종 가장 가난한 도시 인구에 도착했습니다. 식용곤충의 수집은 여전히 농촌 지역에서 지속되지만, 주로 교외 지역에 위치한 식용곤충의 대량생산산업에 영향을 미쳤습니다. 초기에 적당한 규모의 농장에서 개발된 이 식용곤충의 생산과 양육은 이제 전문 회사, 특히 태국과 아시아의 다른 국가에서 이루어집니다.

가장 일반적으로 소비되는 곤충은 다음과 같습니다.

- 유충 또는 성충의 메뚜기목 (귀뚜라미, 메뚜기, 여치) 및 벌목 (벌, 말벌, 개미),
- 딱정벌레목 애벌레 (바구미와 통혼 딱정벌레),
- 나비목 (나비와 나방)의 유충과 번데기,
- 흰개미목 (흰개미) 또는 수생 반시목 (물장군)의 일부 성충.

프랑스의 곤충 소비에 대한 정확한 데이터는 없지만 아마도 한계가 있습니다. 이 분야의 다양한 플레이어의 목표는 미래에 기본식이요법에 곤충을 포함시키는 것이지만, 현재 일부 소비자가 주로 새로운 감각을 경험하고 싶어하는 틈새시장입니다.

◎ 의도하지 않은 섭취

시리얼, 건조 야채, 콩류, 식물 단백질 물질과 관련된 코덱스 알리멘타리우스 표준은 밀가루나 곡물에 살아있는 곤충 전체가 있는 것을 금지하지만, 표본의 질량에 의해 곤충 조각의 최대 0.1%를 승인한다. 또한 이러한 현실을 감안하여 미국 식품의약국(FDA)은 이러한 유형의 결함에 대한 허용오차를 규정하였는데, 이는 일부 식품에서는 자연스럽고 불가피한 것이다. 이런 점에서 네덜란드 바그닝겐 대학의 곤충학자 마르셀 디케는 특히 밀가루(빵, 파스타, 비스킷 등), 초콜릿과 과일 주스, 야채 등을 포함한 제조된 제품에서 우리의 비자발적인 연간 곤충 파편 섭취량을 500g에서 1kg 사이로 추정했다.

2) 산업적용

그럼에도 불구하고 농작물 해충으로 간주되는 몇몇 곤충들은 전세계적으로 가치가 있다. 예를 들어, 양생술은 누에를 착취하는데, 누에고치를 돌리기 위해 사용되는 실크의 생산 단계까지 뽕잎을 먹고 사는 누에나방(*Bombyx mori*)의 애벌레다. 누에나방은 기술과 음식의 잠재력 때문에 극심한 가축화를 겪어 왔다. 중국 등 여러 나라가 비단을 입수하고 번데기를 인간 사료와 동물 사료용으로 착취하기 위해 생산에 투자했다. 1987년 이후, 1987년 이래 태국 보건부는 영양실조 아동에게 처방된 식품 조제법에 *Bombyx mori* 번데기의 혼입을 승인했습니다. 인도, 일본, 스리랑카, 중국에서는 *B. mori*의 번데기뿐만 아니라 그 생산에서 나온 잔류물이 물고기와 가금류를 먹이는 데 사용된다.

성공적으로 길들여진 또 다른 곤충은 꿀벌인 *Apis mellifera*이다. 선진국에서는 꿀을 생산하기 위해 양봉이 시행되지만 밀랍, 꽃가루, 프로폴리스, 로얄젤

리, 벌독(침에 관련된 심한 알레르기를 치료하기 위해 사용됨)도 시행된다. 열대 국가에서는 꿀 외에도 꿀벌 종 (애벌레 및 번데기)을 소비합니다.

착색 E120은 농식품 및 화장품 산업에서 널리 사용됩니다. 그것은 cochineal (*Dactylopius coccus*)에서 나옵니다. 이 곤충은 곤충 포식자로부터 보호하기 위해 카르민산을 생성합니다. 카르민산은 이 곤충의 몸과 알에서 추출되어 유럽 규정에 의해 착색으로 인정되고 요구르트, 제과 및 소다와 같은 다양한 식품 제형에 사용되는 붉은색 염료, 크림슨을 만듭니다

식용곤충의 수익성있는 생산을 위해 특정 기준이 전문가에 의해 선택되었습니다. 선택은 영양소에 관심이 있는 종에 따라 결정되며 인간 소비자가보다 쉽게 수용할 수 있는 특성을 선호합니다. 또한 규모, 사회적 행동 (식인성 감소), 취급자의 안전, 전염병 위험에 대한 민감성, 번식 및 생존 가능성, 영양적 이점, 저장 및 시장 가능성에 따라 선택될 수 있습니다. 일반적으로 그들은 대상 곤충이 생존율이 높은 알을 많이 낳고, 개체의 수확을 용이하게 하기 위해 번데기의 최대 동기화와 함께 빠르게 발전하며, 저렴한 사료와 함께 높은 사료 변환율을 가지고 질병에 취약하지 않고, 환원된 공간에서 살 수 있을 것으로 기대하고 있다. 다른 동물 또는 식물성 단백질에 비해 양질의 단백질을 생산한다.

나비목의 애벌레는 이 단계에서 날개가 없고 뛰지 않기 때문에 자주 사용되며, 식물 바이오매스를 효율적으로 동물 바이오매스로 변환시킨다. 메뚜기목 (귀뚜라미, 메뚜기, 여치)도 영양소가 풍부하고 지리적으로 이용할 수 있기 때문에 사용된다. 예를 들어, 메뚜기, *Oxya fuscovitata*에서 1kg의 바이오매스가 84마리의 각각으로부터 29일에서 35일 사이에 생산되었다.

3) 영양적 측면 고려

이 연구에 대한 소수의 간행물은 식용곤충의 영양 가치를 강조하지만, 이러한 연구는 매우 제한된 수의 종에만 관련되어 있습니다. 따라서 이러한 결과는 필요한 예방 조치로 간주해야 합니다. 일부 종은 특히 칼로리가 높고 단백질, 지질, 미네랄 및 비타민이 풍부하며 일반적으로 인간의 요구에 맞게 균형 잡힌 아미노산 구성을 가지고있는 것으로 보인다. 이와는 대조적으로 곤충은 일부 곤충 종에서 총 질량의 최대 10%를 가진 탄수화물이 적은 것으로 묘사된다. 다양한 국가에서 소비되는 주요 곤충 종의 영양성분과 에너지 함량은 최근 두 권의 간행물에 제시되어 있다. 제공된 값은 건조한 물질에 기초한다. 연구한 곤충들은 전체적으로 그리고 항상 그들의 날카로운 외골격으로 분석

되었다. 100g의 곤충을 100g의 육류(신선한 무게)와 비교한 연구에서는 유사한 에너지 함량(특히 지방이 풍부한 돼지고기 고기 일부 절단은 제외)이 보고되었다.

단백질 함량은 특정 고기의 단백질 함량과 같거나 더 높을 수 있다. Rumpold와 Schluter(2013a)에 따르면, 단백질은 종에 따라 건조중량의 45~75g/100g 사이에 있는 곤충의 건조 물질의 주요 성분을 나타낸다. 같은 저자에 따르면 곤충의 단백질 구성과 아미노산 함량은 종마다 크게 다르다. 고기의 경우는 드물게 나타나는 메티오닌 성분이 곤충에게 부족한 것도 보인다. 동물 사료의 테스트는 곤충 단백질의 소화성과 아미노산으로의 전환 효율성 측면에서 품질을 규정하는 것이 가능해야 한다.

중국의 한 연구는 곤충의 지질 함량이 고려된 종과 식단에 따라 건조중량 7~77g/100g 사이 매우 다양하다는 것을 보여준다. 지질 함량은 성충보다 유충과 번데기에서 더 높을 수 있다. 지질 함량이 가장 높은 곤충은 보통 Isoptera(흰개미)목과 Lepidoptera(나비와 나방)목이다. 가금류와 어류에 비해 곤충은 다불포화지방산(PUFA)을 더 많이 함유할 수 있다. 이에 비해 쇠고기와 돼지고기는 PUFA가 매우 적지만 훨씬 더 많은 단포화 지방산(MUFA)을 함유하고 있다. 또한 콜레스테롤 구성은 곤충의 식단에 따라 다르다. 사실, 그들은 그들 자신의 스테롤을 생산할 수 없는데, 이것은 그들이 그들의 음식으로부터 그것들을 얻도록 요구한다. 독일 연구에서 얻은 결과는 일반적으로 인간의 하루 칼슘과 칼륨 요구량이 식용곤충 100g의 섭취에 의해 충족되지 않음을 나타낸다. 나트륨 함량이 적은 것에 대해서는, 특정한 곤충을 저염 식단에 사용할 수 있다고 생각할 수 있다. 마지막으로, 구리, 철, 마그네슘, 망간, 셀레늄, 아연, 인의 요구는 특정 곤충 종의 하루에 100g의 소비로 충족될 수 있었다. 곤충에 철과 아연의 존재는 특히 흥미롭다. 왜냐하면 이 두 미네랄은 종종 개발도상국의 영양 결핍의 원인이 되기 때문이다. 또한 미네랄 함량은 곤충 종, 그 발달 단계와 그 식단에 따라 다양하다. 비타민 조성에 관한 자료는 거의 없지만 이것들은 매우 높은 가변성을 보여주는 것 같다. 그럼에도 불구하고, 매우 조심스럽게 선택된 몇몇 곤충들은 인간이 필요로 하는 비타민을 제공할 수 있는 것처럼 보인다. 또한 비타민이 풍부한 기관에서 이러한 곤충을 사육하면 곤충의 비타민 함량이 증가할 수 있다. 위에서 지정한 바와 같이 식용곤충의 영양성분은 일반적으로 다양한 변형을 받는다. 기후, 식품, 서식지 및 조리방법(예: 곤충을 굽거나 삶아 먹는지)과 같은 외부 요인 및 분석 방법도 고려해야 한다. 이러한 변이를 완화하기 위해 곤충을 인간의 식단에 포함

시키려면(특히 특정 신진대사에 장애가 있는 사람들의 식습관), 정량화, 사육 관행 및 심지어 식이요법 구성을 다루는 표준을 개발하여 농민들이 이용할 수 있도록 해야 한다.

4) 환경 문제 고려

곤충 사육의 환경 영향에 대한 연구는 거의 없습니다. 지속 가능한 새로운 곤충 분야의 개발은 경제적, 사회적 측면과 동일한 방식으로 환경 발자국을 고려해야 합니다. 이것은 현재 진행중인 ANR의 "DESIRABLE" 프로젝트의 목표 중 하나이며 *Hermetia illucens*와 *Tenebrio molitor*의 두 종을 연구하고 있습니다. Oonincx와 de Boer (2012)의 연구는 수명주기 평가 (LCA)를 통해 네덜란드에 본사를 둔 *Tenebrio molitor* 농장의 생태 발자국을 정량화하고자 했습니다. LCA의 목표는 생산주기와 관련된 모든 프로세스 (식품, 비료, 에너지 등의 제조 및 운송)를 분석하여 시스템의 환경 영향을 평가하는 것입니다. ISO 14040 및 ISO 14044 표준에 의해 관리된다. 시설 내 운영과 관련된 세 가지 매개변수를 분석하여 가축 사육과 동물 사료용 콩 생산: "지구 온난화 잠재성"(GWP), "석유 에너지 사용"(EU) 및 "토지 사용"(LU)과 비교하였다. 저자에 따르면, 연구된 세 가지 매개변수 중 두 가지 (GWP 및 LU)에 대해 *Tenebrio molitor*의 생산은 콩 재배보다 환경친화적이지 않지만 기존의 동물 생산보다 더 나은 것으로 보입니다. 이 분석은 소와 같은 동물에게는 이용되지만 다른 유형의 생산에는 별로 쓰이지 않는 토지의 질적 특성을 고려하지 않는다는 점에 유의해야 한다. 계산된 EU는 소와 *T. molitor*와 거의 동일할 것이며 돼지 및 가금류는 낮은 EU를 요구한다(데이터 부족으로 분류되지 않았다). 이것은 곤충이 변온적(즉, 냉혈동물: 체온을 스스로 조절할 수 없다는 것)이라는 사실에 의해 설명될 수 있습니다. 그러므로 그들의 발전은 사육조건과 그들의 열적 쾌적 지역에 달려있다. *T. molitor*의 경우, 최적 조건은 약 28°C와 70% 상대습도에서 확인되며, 이는 예를 들어 서유럽의 농장에 대한 높은 에너지 소비를 의미한다. 또한, 이 곤충들은 전통적인 축산 농장의 온혈 동물들에 비해 사료 변환율(FCR)이 높다. 따라서, 선택된 단계에서 체중 증가, 성장 기간, 사료 소비 및 환경 영향 측면에서 농장의 효율성은 시설의 온도를 엄격하게 통제해야 한다. 이것은 전통적인 농장보다 더 높은 에너지 소비로 이어질 수 있다. 온실가스 생산 측면에서의 환경 영향도 고려해야 한다. 인간 활동에 의해 생성된 총 배출량에서 CH₄의 35-40%, N₂O의 65% 및 NH₃의 64% 사이의 CO₂의 약 9%는 기존의 동물 생산에서 유래할 수 있다. 전 세

계적으로 소고기와 우유 생산은 각각 41%와 20%가 농장에서 생산되는 총 배출량의 대부분을 차지한다. 한편, 돼지 또는 가금류 생산에 의한 배출물(고기 및 달걀)은 농가에서 생산되는 총 배출량의 9%와 8%를 각각 차지한다. 지금까지, 한 연구만이 전통적인 소와 돼지 농장과 다섯 종의 곤충들 사이의 온실가스 및 암모니아 생산을 비교했다. 이 연구 결과는 곤충 농장이 일반적으로 온실가스를 적게 배출한다는 것을 보여준다. 곤충 중에서 오직 바퀴벌레, 흰개미, 딱정벌레만이 메탄가스를 생산하는 것으로 보인다. 다른 것들은 소화관에 메탄생성 박테리아가 부족하다. 따라서 적절한 종의 선택은 이러한 배출량을 줄일 수 있다. De Vries and de Boer(2010년)에 따르면 CO₂와 N₂O의 생산은 주로 사료의 제조 과정과 운송과 관련이 있다. 이 곤충들이 낮은 식량 수요를 가지고 있다고 가정하면, 그들이 생산하는 가스의 양은 돼지나 소 농장에서 생산하는 가스보다 더 적을 수 있다. 그러나 이 연구는 단지 3일 동안 수행된 것이며, 곤충 발육의 특정한 애벌레 단계와 님프 단계만을 포함하였기 때문에 두 가지 주요한 한계가 있다. 물은 농업 관행이 환경에 미치는 영향을 측정할 때 고려해야 할 또 다른 천연자원이다. FAO에 따르면 농업은 이미 지하수, 강, 호수에서 추출한 물의 70%까지 소비하고 있다. 이 비율은 2000~2030년 사이에 14% 증가해 식량 수요 증가에 부응할 것으로 예상된다. 일부 저자에 따르면, 대부분의 곤충 농장은 사료에 포함된 것 이외의 물의 추가 투입이 필요하지 않습니다.

3.1.8. HACCP

식용 및 사료로서 곤충을 사용하여 제품화하기 위해서는 다양한 절차들이 관련되며 이러한 사항에 따라 식용곤충을 위한 공장화를 위한 HACCP 제도의 도입이 필요하다고 여기고 있다.

3.1.8.1. Constraints of HACCP Application on Edible Insect for Food and Feed (2017)

FAO (Food and Agriculture Organization)에 따르면 약 25억 명의 사람들이 세계에서 정기적으로 곤충을 먹습니다. 식용곤충의 대부분은 산림 서식지에서 수집되지만 많은 국가에서 대량 사육 시스템의 혁신이 시작되었습니다.

곤충과 그 제품의 가공 및 보관은 식품안전성을 보장하기 위해 다른 전통 음식 또는 사료 품목과 동일한 건강 및 위생 규정을 따라야합니다. 생물학적 구성으로 인해 미생물 안전성, 독성, 기호성 및 무기 화합물의 존재와 같은 몇 가지 문제를 고려해야 합니다.

이 검토는 식용곤충의 생산 및 변형과 관련된 잠재적 위험을 식별하기 위한 것입니다. 생산 및 변형의 사전 요구사항을 고려하여 통제에 대한 예방 조치가 제시됩니다. HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points) 계획은 곤충 변형의 연구 사례로 설명되며 구현과 관련된 모든 제약 조건에 대해 논의됩니다.

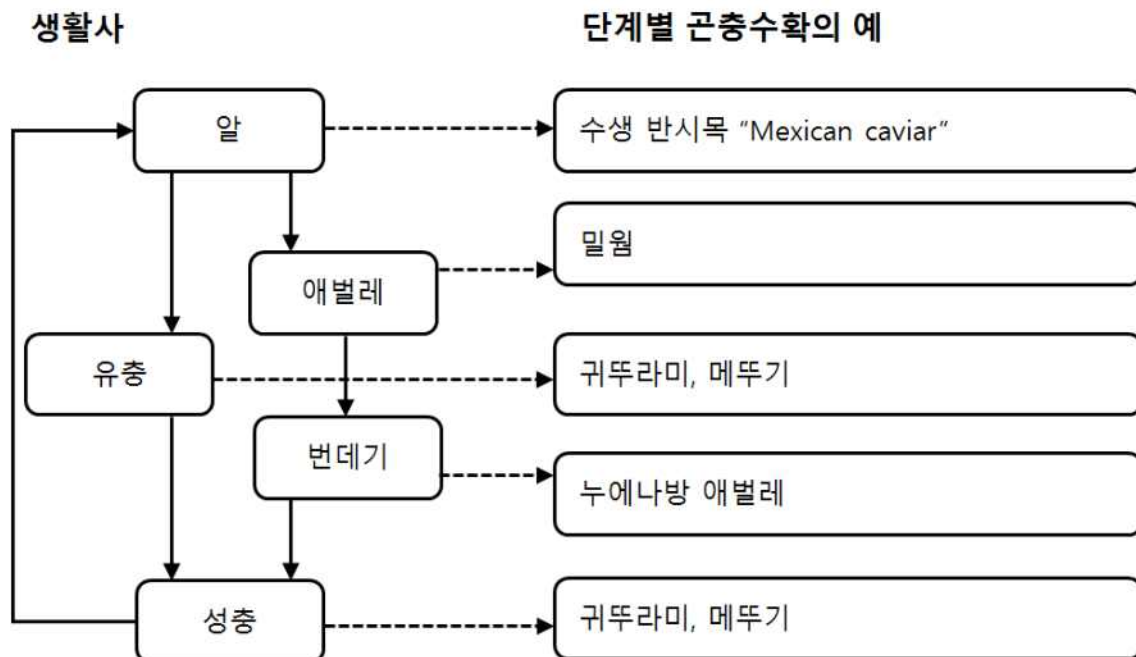


그림 7. 식용 곤충의 수명주기 단계 및 특정 단계에서 생성된 음식으로 사용된 예.

HACCP 계획의 구현 : 식용 곤충 부문 개발의 핵심

1)전제 조건 : 좋은 농사 관행 및 곤충 제품 가공을 위한 좋은 관행

2)식용곤충 가공을 위한 HACCP 모델

표 21. 보고 된 원료/성분과 관련된 생물학적 위험의 식별, 주요 원인 및 예방 조치.

곤충종	잠재적 위험	원인	예방조치
<i>Tenebrio molitor</i> (yellow meal beetle)	<i>Salmonella</i> , <i>E. coli</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>E. faecium</i> , <i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>C. septicum</i> , <i>C. difficile</i> , <i>C. sporogenes</i> , <i>Listeria</i> spp.	양육 조건, 농업 관행, 취급	PRP
<i>Schistocerca gregaria</i> (desert locust)			
<i>Bombyx mori</i> (silkworm)			
<i>Acheta domesticus</i> (cricket)			
<i>Locusta migratoria</i> (whole locust),			
<i>Locusta migratoria</i> (migratory locust)	Vesicular stomatitis virus		
<i>Imbrasia belina</i> / <i>Gonimbrasia belina</i> , (mopani worm, emperor moth) <i>Atta laevigata</i> (leafcutter ants)	<i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Aspergillus sclerotiorum</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Cladosporium</i> , and <i>Phycomycetes</i>		
Aquatic insects	Cercaria and metacercaria		
Insect larva	Nematodes		
	<i>Dicrocoelium dendriticum</i> ; Plagiorchis		
<i>Acheta domesticus</i> (small crickets)	Antibiotic-resistant genes	농업 관행, 부적절한 항생제 사용, 생물보안실패	PRP
<i>Locusta migratoria</i> (locusts)	E.g., tet(M) tet(O) tet(S) tet(K), erm(B), blaZ		
<i>Hyboschema contractum</i> (Rhino beetles)			
Gryllotalpidae (molecrickets)			
Edible insects in general	프리온의 기계적 혹은 생물학적 벡터	재설치 조건, 농업 관행, 취급	PRP

표 22. 보고된 원자재/성분과 관련된 화학적 위험, 주요 원인 및 예방 조치 식별.

곤충종	잠재적인 위험	원인	예방 조치
<i>Oecophylla smaragdina</i> (Hymenoptera: Formicidae); <i>Odontotermes</i> sp. (Isoptera:Termitidae); <i>Coptotermes gestroi</i> (soldier termites, Rhinotermitidae); <i>Cirina forda</i> (Lepidoptera:Saturniidae)	반영양학적 요소: phytic acid, oxalates. hydrocyanic acid, taanins, thiaminase	종특이적	라벨링
<i>Bombyx mori</i> (silkworm pupae); <i>Ophiocordyceps sinensis</i> (caterpillar fungus), <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> (red palm weevil), <i>Tenebrio molitor</i> (yellow meal beetle) <i>Locusta migratoria</i> (locust)	알레르겐: myosin, troponin, α-amylase, tropomyosin, arginine Kinase, hemocyanine, Hexamerine, Arginine kinase, chitinase, glutathion S-transferase, triose, phosphate isomerase, trypsin, Chitin, pollen, Histamine		
<i>Lytta vesicatoria</i> (Spanish fly), Tenebrionidae (darkling beetles) moth species (Zygaena)	독성물질: cantharidin, a monoterpene (2,6-dimethyl-4,10-dioxatricyclo-[5.2.1.0 ^{2,6}]decane-3,5-dione), quinones, and alkanes cyanogenic glycosides		식용곤충의 PRP 선택
All edible insects	진균독: Aflatoxins, Beauvericin; Enniatin A; Enniatin A1	양육 조건, 농업 관행	PRP
<i>Tenebrio molitor</i> (yellow meal beetle)	살충제: (ex. clopyralid, benzoquinones), persistent organic pollutants	농업 관행, 부적절한 살충제 사용	
All edible insects	Dioxins, polychlorinated non-ortho and mono-ortho biphenyls (dioxin like PCBs), organochlorine compounds(OCPs), poly-brominated diphenyl ethers (PBDEs),		
All edible insects	중금속: cadmium, lead, arsenic, zinc, copper	농업 관행, 부적절한 항생제 사용 및 생물보안 실패	
<i>Bombyx mori</i> (silkworms) <i>M. domestica</i>	수의학 약물 잔류물 (ex. chloramphenicol, 4,4'-dinitrocarbanilide (nicarbazin))		

표 23. 곤충 처리, 주요 원인 및 예방 조치에 잠재적으로 사용되는 처리 작업과 관련된 잠재적 위험 식별.

처리 단계	잠재적인 위험	원인	예방 조치
원료 접수	모든 식용곤충에 대해 언급된 모든 위험	온도에 실패; 구매시 안전 사양이 없는 경우	공급 업체 선정 및 관리, 구매 안전 기준 정의, 수신 온도
조미료 (허브 및 향신료) 및 첨가제의 접수	생물학적: 병원성 미생물: <i>Salmonella</i>, <i>S. aureus</i>, <i>L. monocytogenes</i>, <i>E. coli</i>(VTEC) <i>Clostridium perfringens</i> spores; <i>Aspergillus flavus</i>. 화학적: 살충제(aldrin, linden, etion), 제초제, 다이옥신, 중금속 (selenium), 독성 용량에 대한 법적 요구사항, 미생물 독소 (Aflatoxins). 물리적: 토양, 돌, 나무 및 플라스틱 조각.		
냉동 (도축)	생물학적: 원료에 존재하는 병원성 미생물 증식. 화학적: 없음. 물리적: 없음.	온도, 부적절한 위생 및 장비 유지보수 실패	정확한 온도 및 시간, 장비의 예방 유지 보수 계획
표백	생물학적: 온도/시간 오류로 인해 원료에 병원성 미생물이 존재하지 않음. 화학적: 중금속. 물리적: 없음.	장비의 부적절한 유지보수, 잘못된 온도 오차, 표백 시간, 부적절한 물	정확한 온도 및 시간, 장비의 예방 유지 보수 계획, 음용수
끓이기	생물학적: 원료에 병원성 미생물의 비활성. 화학적: 중금속. 물리적: 없음.	장비의 부적절한 유지보수, 잘못된 온도 오차 및 끓이는 시간, 부적절한 물	
빠른 냉각	생물학적: 병원성 미생물(포자 발아) 및 성장 (<i>C. perfringens</i> 와 다른 병원성 Bacillaceae, <i>L. monocytogenes</i>, <i>Salmonella</i>). 화학적: 중금속. 물리적: 없음.	온도에 이상이 발생함, 장기간 냉각, 부적절한 위생 및 장비 유지 관리, 부적절한 물	교정된 온도와 냉각 시간, GHP, 음용수, 장비 및 시설의 위생 프로그램, 장비 및 시설의 예방 정비 계획

처리 단계	잠재적인 위험	원인	예방 조치
냉장 보관	생물학적: 원료에 병원성 미생물 증식이 존재함 화학적: Histamine, Micotoxins: Aflatoxins, Beauvericin; Enniatin A; Enniatin A1 물리학적: 없음.	온도, 잘못된 상대 습도, 부적절한 위생 관리 및 장비 유지 관리, 장기간 보관시 실패	교정온도 및 상대습도, GHP, 장비 및 시설의 위생 프로그램, 장비 및 시설의 예방 정비 계획
다지기	생물학적: 병원성 미생물 증식/오염. 화학적: 물에서 나오는 중금속. 물리적: 금속 입자.		GHP, 음용수, 장비 및 시설의 위생 프로그램, 장비 및 시설의 예방 유지 보수 계획
동결 건조	생물학적: 원료에 병원성 미생물 증식이 존재함. 화학적: 없음. 물리적: 없음.	장비의 부적절한 유지 보수, 잘못된 상대습도, 실패시 감소	수정된 풍속 및 상대습도, 장비 및 건물의 예방 유지 보수 계획
빵기	생물학적: 천식 미생물 증식 화학적: None 물리적: 금속 입자	장비의 위생 및 유지 관리에 대한 부적절한 관행, 오랜 연삭 가공에 대한 부적절한 관행	장비 및 시설에 대한 예방적 유지관리 계획
완제품 포장 및 라벨링	생물학적: 병원성 미생물 오염 (Aspergillus fumigatus, Aspergillus sclerotiorum, Penicillium, Fusarium; L. monocytogenes; Salmonella) 화학적: 포장 이송 오염물질: ink, bisphenol A와 phthalates, 라벨에서 알레르겐이 식별되지 않음 물리적: 금속	부적합한 포장재, 알레르기성 물질, 부적절한 밀봉, 잘못된 라벨링	공급업체 선정 및 관리, GHP, GMP, 양호한 셸링 제어, 실시간 금속 검출, 장비 예방 정비 계획, 올바른 라벨링, GMP
최종산물 저장	생물학적: 병원성 미생물 재오염 및 성장. <i>Aspergillus fumigatus</i>, <i>Aspergillus sclerotiorum</i>, <i>Penicillium</i>속, <i>Fusarium</i>속. 화학적: Tiramine, Histamine, Micotoxins: Aflatoxins, Beauvericin; Enniatin A; Enniatin A1. 물리적: 없음.	보관 상태가 온도/습도에 실패함 장기 저장, GHP 및 GMP에서 실패	GHP, GMP 정확한 시간/온도/습도, 선반 수명 검증

3.2. 북미

3.2.1. 북미의 10대 식용 곤충

일부 위험한 곤충이 있기는 하지만 지구상에는 안심하고 먹을 수 있는 곤충이 엄청나게 많다는 사실에 많은 사람은 충격을 받는다. 특히 열대 우림에는 북미보다 곤충의 종류가 훨씬 많다. 곤충학자들은 110만 종의 곤충에 이름을 붙였으며 그중 1,700종은 먹을 수 있는 곤충이라고 분류하였다. 일반적으로 곤충을 섭취하면 고기를 먹는 것보다 건강에 더 좋다. 만일 당신이 6온스의 귀뚜라미를 섭취하게 되면 같은 양의 쇠고기를 먹는 것보다 포화지방 섭취량을 60%나 줄일 수 있고 비타민B-12는 2배나 많이 섭취할 수 있다.

북미에서 쉽게 찾을 수 있고 안전하게 먹을 수 있는 대표적인 10가지의 곤충을 알아보려고 한다. 맨 먼저 귀뚜라미(Ceickets)와 여치(Grasshoppers)를 들 수 있다. 이들 곤충은 몸집에 비해 단백질과 칼슘을 많이 포함하고 있다. 100g당 단백질 함량이 20.6%나 된다. 두 번째로 메뚜기는 때로 몰려다니면서 농작물에 엄청난 피해를 주지만 주변에서 쉽게 구할 수 있다. 세 번째로, 나방이나 나비 유충과 같은 애벌레(Caterpillars)가 있다. 애벌레는 지방이 적으면서 단백질, 철분, 비타민 B가 풍부하다. 네 번째로 개미류가 있다. 개미(Ants) 중에는 사람을 물어 문제를 일으키는 것도 있지만 팬에 볶아서 먹거나 끓여서 먹으면 야생에서 거뜬하게 식사문제를 해결할 수 있다. 다섯 번째로 왕풍뎅이(June Bugs)를 꼽을 수 있다. 왕풍뎅이는 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 딱정벌레의 일반적인 종류로 행동이 느려 쉽게 잡을 수 있으며 불에 구워 먹으면 훌륭한 스낵이 된다. 여섯 번째로 흰개미류(Termites)로 나무둥치나 죽은 나무에서 쉽게 발견할 수 있다. 흰개미류는 단백질 함량이 높다. 일곱 번째로, 지네(Centipedes) 종류가 있다. 지네는 노래기(Millipedes)와 비슷하게 생겼으나 노래기보다 몸집이 크고 발 수가 훨씬 적다. 노래기는 독이 있어 식용으로 이용할 수 없다. 여덟 번째로 딱정벌레(Mealworms)를 꼽을 수 있다. 딱정벌레 유충은 영양이 풍부하며 북미에만 1,400여 종류가 있다. 아홉 번째로 전갈류(Scorpions)로 미국 남부의 사막에 산다. 불에 구워 먹으면 맛이 일품이다. 열 번째로 벌(Bees) 종류이다. 따뜻한 봄이 되면 우리 주변에서 쉽게 발견할 수 있다.

3.2.2. 미국, 물고기 사료로 곤충허가

미국 사료관리협회는 사료회사인 Enterra가 신청한 Black Soldier Fly (BSF) 유충을 이용한 연어류 사료를 승인하였다. 이는 미국에서 곤충 유래의 사료제품을 양어에 사용할 수 있도록 승인한 첫 번째 사례이다. 사료의 주원료인 BSF 유충은

음식찌꺼기를 이용하여 사육된 것이다. Enterra는 지금까지 건조된 BSF에 대해서만 판매허가를 받았으니 이번에 BSF 성분을 함유하는 사료제품의 판매를 추가로 허가받은 것이다. BSF는 열대나 온대 지방에서 자연상태로 발견되기는 하지만 아직 인공사육 방법이 개발되지는 못하였다가 Enterra가 통제된 환경에서 사육에 성공함으로써 상품화가 가능해졌다.

한편 Enterra는 캐나다 식품검사처(CFIA)로부터 건조된 BSF 유충을 티라피아 및 가금류의 사료 성분으로 판매할 수 있도록 승인받았다. CFIA는 동일 제품에 대해 2016년에는 닭의 한 품종인 브로일러 사료로 승인하였으며 2017년에는 연어류의 사료로 사용할 수 있도록 승인한 바 있다. 이에 따라 Enterra는 BSF 유충을 이용한 사료 제조시설을 캐나다 내 확대할 계획이다.

3.2.3. 곤충산업 관련 정책

미국에는 전체적인 법이 그렇듯이 식용곤충에 대한 연방, 주, 지방정부의 규정이 따로 존재한다. 연방 차원에서는 단일 규정이 적용되지만 주나 지방정부의 경우 각 주마다 규정을 다르게 적용한다. 연방차원에서 식품으로 사용되는 식품의약청(FDA)의 감독을 받게 되어 있다. 고기, 가금육, 계란 등 만이 농무부(USDA) 식품안전검사국(FSIS)의 규정을 적용받을 뿐 나머지 식품에 대해서는 FDA의 규정을 적용받도록 되어 있다. 곤충과 가장 흡사한 새우나 게 등 해조류도 FDA의 규정을 적용받는다. 곤충 요리에 대해서는 특별히 규정한 문서가 없기 때문에 FDA가 해산물에 대해 마련한 지침을 준용할 수 있다. 그러나 곤충의 사육과 관련해서는 농무부 동식물건강검사처(USDA APHIS)의 감독을 받도록 되어 있다. 예를 들면, 현재 미국에는 없는 새로운 종의 곤충을 구입하고자 할 때는 APHIS와 접촉해야 한다.

FDA의 식품·의약품·화장품법 321조 (f)항에 의하면 식품이란 (1)사람이나 동물이 먹거나 마실 수 있는 물질 (2)씹는 껌 (3)그러한 물질을 구성하는 데 사용되는 물질이라고 정의함에 따라, 먹을 수 있는 곤충은 식품으로 간주할 수 있다. 그러나 FDA 식품·의약품·화장품법 321조 (a)항에 따라 독성이나 비위생적인 물질을 포함한 식품은 불량식품으로 간주한다. 식품을 담는 용기의 일부 또는 전부가 독성 또는 유해한 물질로 구성되어 있어도 안된다.

식품의 안정성은 매우 중요하다. 「GRAS」라는 약자는 일반적으로 안전하다고 인식되는 물질을 의미하며 구체적으로 식품첨가물에 FDA의 합격증이라고 할 수 있다. 곤충이 식품원료로 사용될 경우 FDA으로부터 안전원료(GRAS)임을 인증받아야 한다. 연방 식품의약품 및 화장품법 201조 (s)항 및 409조에 의하면 식품에

인위적으로 첨가하는 물질을 식품첨가물이라고 한다. 사용하고자 하는 식품첨가물이 전문가들이 일반적으로 인정하는 물질이 아니거나, 이용하고자 하는 조건에서 안전하다고 밝혀져 있지 않거나 식품첨가물의 정의에서 제외되어 있을 경우 FDA의 승인을 받아야 한다. 식품에 이용되는 곤충이라고 하더라도 경우에 따라서는 인체에 해를 미칠 수 있기 때문에 그 물질이 확정적으로 안전원료로 인정할 수 있는지 아니면 식품 쓰레기인지 구분하는 절차가 필요하다. 엄격히 통제된 상황에서 안전하게 사육된 딱정벌레 유충(mealworm)은 식품으로 사용할 수 있지만 그렇지 않은 경우 중금속, 농약, 병원균 등에 의해 오염되어 식품으로 사용할 수 없다.

- 곤충에 대한 FDA의 규제 부조화

FDA가 식품으로 사용된 곤충이 FDCA의 규정에 따라 곤충이 “식품”이며 일부는 “오물”로 분류하여 이를 구분할 수 있는 원칙적인 방법을 제공해야 한다는 주장

3.2.3.1. Cricket Soup: A Critical Examination of the Regulation of Insects as Food(2017)

1) 곤충과 식품 조절

FDA는 식품 맥락에서 곤충과 곤충에서 유래한 제품을 광범위하게 규제하고 있지만, FDA의 규정은 식품이 아닌 다른 어떤 것으로서 곤충에 초점을 맞추고 있다. 본 파트는 FDA가 FDCA를 위반하여 식품이 변질될 수 있는 결함 또는 “filth(오물)”로서 곤충을 광범위하게 규제하는 것에 대한 개요를 제공한다. 그 다음 FDA가 인간의 음식에 곤충이나 곤충에서 유래한 제품을 의도적으로 첨가하는 문제를 다루었지만 곤충이나 곤충에서 유래한 제품을 “식품”으로 규제하지는 않았던 두 가지 사례를 논의한다. FDA가 곤충을 식품으로 구체적으로 인식하고 곤충을 오물로 구별할 필요가 있다고 주장한다. FDCA는 관련 부분에서 “식품”을 “사람을 위한 음식이나 음료에 사용되는 기사”와 “그런 기사의 구성요소에 사용되는 기사”로 정의한다. FDCA는 음식의 간음 또는 혼동을 야기하는 것을 금지한다. 따라서, 식품의 결함이나 식품 또는 식품 성분으로 사용되는 곤충은 FDA의 관할에 속한다.

A. “오염”으로서 곤충

FDA가 인간의 음식에서 곤충에 대한 규제에 부여한 많은 대중의 관심은 FDCA에 따라 음식물이 섞이게 할 수 있는 결함으로 곤충에 초점을 맞추거나

음식에서 "오염"에 집중되어 왔다. FDCA의 섹션 402(a)(3)은 "음식이 불결하거나 부패한 물질의 전체 또는 일부를 구성하거나 다른 방법으로 식품에 부적합한 경우 식품이 혼입된 것으로 간주한다"고 규정하고 있다. FDCA 402절의 "filth(오염)"에 대한 언급이 곤충과 곤충의 파편을 포함하고 있다는 많은 법원이 FDA 시행 조치에서 열렸다. 법원은 또한 식품 시설에 곤충의 존재는 오염의 합리적인 확률을 만들어내고 FDCA 제402(a)(4)절에 따라 불순물이 섞인 식품을 만드는 비위생적 조건이라고 판결했다. 이 절은 식품이 다음과 같은 비위생적 조건하에서 제조, 포장 또는 보관된 경우 제402(a)(4)절은 "오물 오염을 방지하도록 설계되어 있다."

제402조(a)에 따른 권한에 따라 공포된 FDA의 현재 모범 제조 관행(cGMP) 규정은 "안전하고 위생적인 식품 공급을 보장"하기 위한 기준을 확립한다. cGMP 규정은 식품 공장 및 식품 시설의 현장에서 해충을 통제하는 것에 대한 수많은 언급을 포함하고 있다. 예를 들어, 규정은 "공장의 어떤 지역에서도 해충을 허용하지 않는다"와 "처리 구역에서 해충을 배제하고 해충에 의한 시설의 식품 오염으로부터 보호하기 위해 효과적인 조치를 취해야 한다"고 규정하고 있다. "해충"은 곤충을 포함하도록 특별히 정의된다. 음식의 곤충은 매우 심각한 건강상의 위험을 나타낼 수 있다. 예를 들어, 곤충은 살모넬라균의 벡터로 알려져 있고, 살모넬라는 미국에서 매년 백만 가지의 식인성 질병을 일으키는 것으로 추정된다.

또한, "규제 문제에 대한 FDA의 정책을 설명하는 FDA의 준수 정책 가이드"에는 곤충에 대한 수많은 언급이 포함되어 있다. 그리고 FDCA와 이러한 정책과 일관되게 FDA는 식품에 곤충이 존재하거나 시설에서 곤충을 배제하지 않아 법 위반을 주장하는 기업들에게 경고문을 보냈다.

그러나 FDA는 음식에서 곤충을 완전히 피하는 것은 실현가능하지 않다는 것을 인정했다. 이에 따라 FDA는 다수의 식품에서 인간의 건강에 아무런 위험을 주지 않는 자연적이거나 피할 수 없는 결함인 곤충과 곤충의 오물에 대한 결함 작용 수준을 확립했다. 이러한 결함 조치 수준의 한 예로 FDA는 "100그램의 하위 샘플 6개를 검사할 때 평균이 100그램당 60개 이상의 곤충 조각이거나 1개 하위 샘플이 90개 이상의 곤충 조각들을 포함하는 경우, FDCA의 402조(a)(3)에 따라 초콜릿과 초콜릿 주류가 섞여있다고 고려하여 시행될 수 있다. 결점 조치 수준 이하의 곤충은 시행으로 이어지지 않을 수 있지만 FDA는 여전히 "결함"으로 분류하고 있다.

B. 식품에 추가된 (육식성) 곤충

1988년 봄, 미국 법무부는 해충 곤충을 방제하기 위해 육식성 및 기생 곤충이 포함된 Arrowhead Mills의 곡물에 대한 집행 조치를 취했습니다. FDA는 처음에 포함된 곤충의 존재로 인해 음식이 훼손되었다는 입장을 취했다. 푸드케미칼뉴스는 1988년 7월 18일 FDA가 농부인 말콤 A에게 보낸 편지를 보도했다. Maedgen, Jr.는 FDA가 "해충을 통제하기 위해 의도적으로 음식에 '유익한' 곤충을 첨가하는 행위", "간단히 한 가지 불순물을 다른 것으로 대체하거나, 불순물이 성질을 바꾸는 행위"를 고려했다고 밝혔다. 이러한 입장은 FDA가 Arrowhead Mills의 곡물에 있는 곤충들이 앞에서 논의했던 곤충들과 달리 의도적으로 음식에 첨가되었다는 사실에도 불구하고, 곤충을 오물로 분류한 것과 일치하는 것으로 보인다.

FDA는 식품첨가제 청원을 통해 "곤충이 의도한 사용 조건에서 안전하고 효과적"이라는 것을 입증하기 위해 Maedgen이 부담했으며, 식품에 포식성 곤충을 추가하는 것은 "환경보호청(EPA)의 승인 또는 FDA의 승인된 식품첨가제 청원서를 받은 농약 허용이 없는 경우 불법"이라고 선언했다.

1991년 1월, USDA와 FDA의 "협력 및 동시성"과 함께 EPA는 허용치 요구사항으로부터 "저장된 생 곡물의 해충을 방제하기 위해 사용되는 기생충 및 육식성 곤충"을 면제하는 규칙을 제안했습니다. 최종 규칙은 식용곤충을 식품에 첨가하는 것을 허용하지만, 곤충을 "식품"으로 규제하지 않으며, 식품이 전체 또는 전체로 구성되는 것으로 간주되는 FDCA의 402조 (a)(3)에 여전히 적용됨을 제공합니다. "모든 더러운 것 ... 물질 "또는" 다른 식으로 부적합한 음식 "은 불순하다. 최종 규칙의 서문은 가공 중에 음식에서 기생충 부분이 일반적으로 제거될 것이라고 기대하고 있다.

C. 곤충유래 색소

Cochineal 추출물 및 카민은 건조되고 분쇄된 암컷 곤충의 몸체로부터 제조된 Cochineal로부터 제조되며, 다양한 식품을 착색하는데 사용된다. FDA는 식품에 사용하기 전에 FDCA를 명시(즉, 승인)해야 하는 색소 첨가제로 이러한 제품을 구체적으로 규제했습니다.

FDA는 1960년대 색상 첨가 수정안을 제정한 후 1960년대 초에 식품에 사용을 위해 카민 및 Cochineal 추출물을 임시로 상장했습니다. 미국과 다른 곳에서. 1960년대 후반, 식약청은 카민 추출물과 Cochineal 추출물을 식품 사용에 안전하고 적합한 것으로 영구적으로 열거해 줄 것을 요청하는 청원서에 따라, 첨가

물이 "살모넬라 미생물을 모두 파괴하기 위해 저온 살균되거나 다른 방법으로 처리되어야 한다"고 규정하면서, 이러한 물질을 색 식품에 사용하는 것을 승인했다.

1998년에 CSPI는 FDA에 "모든 식품의 중간 목록"에 이름을 붙여 색깔에 민감하다는 것을 아는 사람들을 보호하기 위해 Cochineal 추출물과 카민 목록을 만들 것을 요청했다. 당시 FDA는 "색상이 첨가됨"과 같은 일반적인 문구가 있는 식품 라벨에 인증 제외 색상 첨가제였기 때문에, 식품 라벨에 Cochineal 추출물과 카민 표시를 요구하지 않았다.

2006년, CSPI의 "Cochineal 추출물과 카민 함유 식품에 대한 "아나필락시스를 포함한 심각한 알레르기 반응의 보고"- 청원에 대응하여, FDA는 식품 라벨이 색 첨가물을 함유한 제품에서 Cochineal 추출물과 카민 함유 식품을 포함하도록 규정 개정을 제안했다. 2009년에 확정된 규정은 알레르기 가진 소비자들이 이러한 색 첨가물을 함유한 제품을 피할 수 있도록 Cochineal 추출물이나 카민 성분이 함유된 식품의 성분명인 "Cochineal 추출물" 또는 "카민"에 의해 색 첨가물의 존재를 선언하도록 요구하고 있다. 그러나 FDA는 "Cochineal 추출물과 카민 추출물의 기원은 색 첨가물 규정에서 명확히 설명된다" "소비자들이 이러한 색 첨가물을 포함한 제품을 피하고자 한다면, 이러한 제품들을 성분 리스트를 읽으면서 다음과 같이 식별할 수 있을 것이다"라고 말하면서 이러한 색 첨가물의 동물이나 곤충의 원산지 라벨을 요구하기를 거부했다.

색 첨가물에 대한 규제 요건은 식품에 대한 규제 요건과 다르지만, FDA가 카민 및 Cochineal 추출물의 규정에서 다른 몇 가지 문제는 식품의 성분으로서 곤충의 규제에서 발생할 수 있다. 이러한 문제들은 제품의 동물이나 곤충 기원에 대한 정보에 대한 가능한 미생물 오염, 알레르기 유발 및 소비자 요구를 포함한다.

2) 식품 및 식품 성분으로 곤충 규정

FDA가 기존의 법과 규제 과정을 이용하여 곤충을 식품으로 어떻게 규제할 수 있는지를 고려한다. 그것은 곤충과 관련된 몇 가지 중요한 이슈와 도전을 인간의 식량과 그들의 규제로 강조한다. FDA가 FDCA의 규정에 의해 식품으로 사용되는 곤충이 "식품"이라는 규정을 명확히 제공하고 곤충을 "오물"로, 곤충을 "식품"으로 구별하는 원칙적인 방법을 제공해야 한다고 주장한다. 그것은 FDA가 곤충을 음식으로, 곤충을 오물로 구별할 수 있는 한 가지 가능한 방법은 의도를 사용하는 것임을 시사한다. 오물로써 곤충에 대한 실질적인 규제에 비추어

FDA의 식품으로서의 곤충에 대한 규제 부조화는 곤충에 대한 문화적 이해를 반영하고 강화시킬 수 있다. FDA는 곤충이 음식이 될 수 있다는 것을 법적으로 인식함으로써 곤충을 둘러싼 문화적 장벽을 음식으로 잠식하고 곤충을 음식으로 더욱 탐구하고 발전시키는 문을 여는 데 도움을 줄 수 있을 것이다.

A. 오물로서의 곤충

한 가지 가능성은 식품 또는 식품의 구성요소로 사용되는 곤충이 "오물"이고, 식품에 첨가되면 FDCA의 402조 (a)에 따라 식품이 혼입되는 것이 되며, 301조에 따라 금지된다. 이러한 접근방식은 FDA가 해충을 통제하기 위해 곡물에 의도적으로 첨가된 포식 곤충을 오물로 광범위하게 규제하는 것과 일치할 것이다. 실제로, 1989년 3월 FDA 직원 두 명이 <식용곤충 뉴스레터>에 기고한 기사는 "한 때 FDA 내에서 의도적으로 음식에 첨가된 곤충(메스칼 또는 테킬라)이 오물일 수도 있다는 우려가 있었다"고 밝히고 있다. 이러한 예는 곤충의 분류가 음식에 의도적으로 첨가되었는지 여부에 달려있지 않다는 것을 암시한다. 그러나 식용곤충 뉴스레터 기사는 "법에 대한 좀 더 친절하고 온화한 해석이 우세했고, 결국 곤충 유충이 의도적으로 첨가되었기 때문에 이 유충이 제품의 일부가 되어 정신 이상에 해당하지 않는다는 결론이 내려졌다"고 지적한다. 그러나 그러한 해석은 기관에게 구속력이 없을 수 있으며 기관이 법에 대한 이전의 해석으로 되돌아갈 위험이 있다.

B. 식품의 성분으로서의 곤충

또 다른 가능성은 FDCA에서 식품 또는 식품 성분으로 사용되는 곤충이 식품에 사용되는 광범위한 정의에 따라 "식품"이 될 수 있으며, 여기에는 "식품에 사용되는 입자"와 "식품의 성분으로 사용되는 입자"가 포함된다. 현재 FDA는 적어도 비공식적으로 FDCA에 따라 곤충을 음식으로 사용하거나 식품의 구성요소를 "식품"으로 받아들인 것으로 보인다. 예를 들어 FDA의 조지 지오브로 박사의 연설을 통해 슬라이드 데크에 기술된 "Entomophagy 질의에 대한 FDA의 표준 응답"은 FDCA에 따르면 "곤충/곤충이 식품 또는 식품의 구성요소로 사용될 경우 식품으로 간주된다"고 표시한다. 음식이나 음식의 구성요소로 사용되는 곤충을 인식하는 정책은 1989년 3월 식품 곤충 뉴스레터 기사와 일치한다. "식품이 의도적으로 가공되고 포장된 곤충으로 구성되어 있다는 사실 식품이 상업적 유통에서 미국 소비자에게 자동으로 금지되지 않기 때문입니다." FDA가 정책의 문제로서 식품이나 식품 성분으로 사용되는 모든 곤충을 불량

식품으로 간주하지 않는다는 것은 FDA의 1993년 경고문과도 일치한다. 그 서한은 그 제품이 적절한 신분 기준을 포함하지 않았다는 이유로 FDCA를 위반하여 잘못 낙인찍혔다고 주장했다. ("지렁이가 있는 인공 테킬라 향이 나는 캔디" 또는 "지렁이 유충"). 편지에는 벌레나 밀웜이 포함되어 있거나 벌레나 밀웜이 함유된 제품이 혼입되었다는 주장은 눈에 띄지 않았다.

만약 곤충이 음식이라면, 그들은 일반적으로 음식에 대한 규제 프레임워크를 따를 것이다. 실제로, 이것은 몇몇 FDA 직원들이 비공식적으로 의사소통한 것과 일치한다. 예를 들어, 1989년 3월 식품 곤충 뉴스레터 기사에는 "수입 곤충의 의도된 사용이 식품이라면, 그러한 제품은 식품이 규제되는 FDCA의 모든 관련 섹션에 해당될 것이다."라고 명시되어 있다. 따라서, 식품으로서의 곤충은 FDCA의 불량식품에 관한 금지의 대상이 될 것이다. FDA는 국민건강 보호와 선진화라는 사명감과 일관되게 '식품'이라는 용어를 폭넓게 해석해 왔으며, 혼입으로 인해 식품에 맞지 않는 품목을 포함하고 있다.

3.3. 중국

3.3.1. 살충제, 비료 대신 곤충 활용

산둥농업대학 새농촌개발연구소는 작물의 쪼과 같은 농업 유기물 쓰레기에 잠복한 해충 알을 경작지에 퍼뜨려 해충을 발생시키고 작물을 병들게 한다. 이를 방지하기 위해 화학 살충제와 비료를 과다 사용하게 되면 이는 다시 토양의 영양소 불균형을 초래해 토지의 회복력을 저하시키는 악순환을 초래하게 된다. 이에 따라 살충제와 비료를 줄이는 문제는 정부, 농민, 환경 보호 단체의 공통된 관심사인데 작은 곤충이 이 큰 문제를 해결할 수 있다. 생태 식물 보호에 활용되는 곤충은 크게 천적 곤충과 환경 곤충으로 분류할 수 있는데 흰점박이꽃무지, 갈색거저리, 아메리카 동애등애, 이질바퀴 등이 그 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. 작은 곤충은 산업 문명의 부작용을 없애고 자연의 자기정화 능력을 활성화시키며 환경 오염을 예방하고 식품건강을 보호해 준다.

3.3.2. 해충 방제에 천적 곤충 활용

한여름이 되면 공원의 꽃과 나무들은 해충 방제의 중요한 시기에 접어든다. 베이징은 천적 곤충을 풀어 해충을 방제하는 방식을 주로 사용하고 있는데 이 방식을 적용하는 역사공원과 도시공원이 점차 늘어나고 있다. 역사가 오래된 고목이 많은 도시공원에서 거의 6억5천만 마리의 자연 천적 곤충을 풀어 해충 방제에 나섰다. 지난 8월, 베이징 경관과학기술 아카데미는 오래된 고목에 서식하는 마른 해충 방제를 위한 고목뿌리와 줄기에 풀어놓을 “마른가지벌레와 벌(Swelling leg bee)” 2종의 천적 곤충을 시험관 튜브에 공개했다. 나무의 줄기에 숨겨진 유충은 자라면서 뿌리와 가지를 쪼먹는다, 이로 인해 나무가 크게 자라면 약해지고 바람에 부러지기 쉽게 된다. 벌은 딱정벌레의 유충 산란관을 관통하고 비밀스런 독을 쏘아 딱정벌레의 유충을 마비시킨다. 베이징시는 올해 전체 공원에 마른가지벌레와 벌, 무당벌레 등 10종의 천적 곤충을 풀어 놓았다. 이와 함께 나무가 잘 자랄 수 있도록 여러 지역의 나무에 흰 나방, 전갈, 건조 해충의 피해를 조절할 수 있는 흰나방 트랩을 설치했다. 천단 공원은 베이징에서 가장 오래된 나무가 있는 공원이다. 살아있는 문화 유산이라 알려진 수천년된 나무를 포함, 모두 3,562그루의 고목들이 있다. 해충 방제 기술은 이들 나무를 해충으로부터 지켜 준다.

3.3.3. 갈색거저리

고품질의 단백질 사료인 갈색거저리는 수출 잠재력이 크다. 사료 단백질 첨가물에 대한 전세계 수요는 연간 8억 톤을 초과하고 있으나 실제 공급은 시장 수요의

50%에 그치고 있기 때문이다. 현재 산시성 허핑구 평화 마을의 87개 가난한 가구가 갈색거저리 산업에 종사하고 있다. 이들은 직접 갈색거저리를 기르거나 갈색거저리 수출회사에 근무 혹은 투자를 통해 이 산업과 관계를 맺고 있다. 갈색거저리 수출하는 Kangxilai Biotechnology Trade Co.는 매일 300톤이 갈색거저리를 가공하고 있으며 매년 100만 위안의 수입을 올리고 있다. 산시성에서 갈색거저리의 가공 및 생산을 통해 수출자격을 갖춘 회사는 이 회사가 유일하다. 주요 수출대상국은 영국이다. 갈색거저리 가공 수출은 지역경제 활성화와 가난한 지역 주민의 빈곤퇴치에 기여할 것으로 보인다.

또한 중국 연구진에 따르면 곤충은 폴리에틸렌 및 폴리스티렌과 같은 플라스틱 원료를 분해할 수 있으며 이는 전세계 플라스틱 오염 문제를 해결할 수 있는 획기적인 방법이 될 것으로 기대를 모으고 있다. 베이징 항공우주대학의 양준 교수가 주도하는 연구팀은 갈색거저리가 7종의 폴리에틸렌 폐기물을 분해할 수 있다는 사실을 발견했으며 2세대 갈색거저리 애벌레에 밀 겹질과 폴리에틸렌을 공급하면 분해 비율을 더욱 높일 수 있다. 연구팀은 2014년 왁스 곤충이 폴리에틸렌 플라스틱을 먹는다는 사실을 발견했으며 장내 미생물도 폴리에틸렌을 분해할 수 있다고 밝혔다.

3.3.4. 곤충산업 관련 정책

중국의 곤충산업은 오랜 역사를 보유하고 있으며, 식용, 약용, 사료용, 환경 보호용 등으로 점차 확대되는 추세이다. 곤충 활용 사례가 증가하고 있지만, 관련 정책은 아직 마련되지 않은 상황이다. 그러나 곤충은 중국 농업 발전에 원동력이 될 수 있는 미래 자원이기 때문에 국제 움직임에 따라 곤충 산업화 정책이 중국에서도 마련될 것으로 보인다.

그리고 중국내에서 주로 이용되는 곤충에 대한 독성 평가 등의 연구는 진행되고 있는 것으로 확인되었다.

3.3.4.1. Toxicological characteristics of edible insects in China: A historical review(2018)

식용곤충은 중요한 영양소와 건강 증진 성분이 포함된 이상적인 식품 공급원입니다. 산업 곤충 양식의 급속한 발전으로 곤충 유래 식품은 참신하고 새로운 식품 산업입니다. 식용곤충은 전통적으로 다양한 지역 사회에서 소비되어 왔으며 오늘날 사회에서 지속적으로 관련성을 얻고 있습니다. 그러나 현재 활용률이 낮습니다. 식용곤충에 관한 많은 문헌이 있지만, 이들 문헌은 주로 영양가의 식용

곤충에 중점을 둔다. 식용곤충의 독성 평가 데이터는 특히 현재 유효한 새로운 국가 표준에 대해 포괄적으로 남아 있습니다. 많은 데이터와 결론이 정확하게 지정/보고되지 않았습니다. 따라서, 문헌 검토를 수행하고 중국의 식용곤충에 대한 독성학적 평가에 관한 데이터를 요약하였다. 이 검토에서는 먼저 안전 독성 평가에 대한 연구 진행 상황을 설명하고 중국에서 34개의 식용곤충 종 개발에 관한 참고 자료를 제공합니다. 이 데이터는 식품 중독자, 농학자, 농민 등으로 구성된 다학제팀이 수행할 수 있는 미래의 독성 평가 전략 개발을 위한 플랫폼이 될 수 있으며 식용곤충의 수용 가능성을 향상시킵니다.

표 24 중국 식용곤충의 독성 데이터.

종명	일반명	식용 단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌
<i>Bombyx mori</i>	Silkworm (누에나방)	애벌레	채액	KM mice	10	-	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음, 유의하지 않음	Duan <i>et al.</i> , 2000
			번데기 채액	KM mice	10	-	(MTD)와 뼈	> 10	취의 미세핵	
			분쇄가루	KM mice	0.68-17	-	골수 세포 미세 핵 시험	17		
		번데기	암컷 나방	ICR mice	83	7일	급성 독성 시험	> 83	마우스나 랫의 죽음도 없고 장기에 이상도 없다.	Gu, 2009
			분말	SD rats	34.4	7일	(MTD)	> 34.4		
			단백질	KM mice	15.0	14일	급성 독성 시험	15	급성 독성 없음	Zhou and Han, 2006
			번데기 (PSP)	TA97, TA98, TA100, TA102	200-5000 μg/plate	-	Ames 테스트	-	유전독성 없음	
				KM mice	0.50-5.00	5일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				KM mice	0.50-3.00	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				SD rats	0.30-1.50	30일		10		
			Tasar 애벌레 분말	ICR mice	20.0	14일	급성 독성 시험	> 20.0	급성 독성 없음	Tian <i>et al.</i> , 2012
			암컷 tasar 나방	KM mice	20.0g	14일	급성 독성 시험	> 15.0	급성 독성 없음	Lv <i>et al.</i> , 2016
			powder	TA97, TA98, TA100, TA102	16-5000 μg/plate	-	Ames test	-	No genotoxicity	
<i>Antheraea pernyi</i>	Chinese (oak) tussar moth (중국(오크) 투사나방)	벚긴 tasar 번데기		KM mice	2.5-10.0	두 번, 24시간 간격	골수세포 미소핵 검사	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	Lv <i>et al.</i> , 2014
				KM mice	2.5-10.0	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				Wistar rats	1.5-6.0	90일	90일 먹이주기 연구	-	아급성 독성 없음	
				KM mice	2.15-21.5	7일	급성 독성 시험	> 21.5	급성 독성 없음	
			protein powder	TA97, TA98, TA100	1-1000 μg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Zhang <i>et al.</i> , 1991
				KM mice	0.625-5	once	골수세포 미소핵 검사	> 5	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice	1.25-5	-	정자 기형 검사	> 5	정자 기형 없음	Liu <i>et al.</i> , 1992
				SD rats	1%-10% diet	90일	90일 먹이주기 연구	-	아급성 독성 없음	
		수컷 나방 기능성 식품		Aged Wistar rats	각 쥐당 5g	6주	급성 독성 시험, 골수 세포 미세 핵 시험 및 정자 기형 시험	> 10	생쥐 미세핵 또는 정자 기형 시험에서 급성 독성, 유전독성 없음, 유의미함	Zhao and Liu, 1995
			Tasar moth	KM mice	0.25 ml/10g	14일	급성 독성 시험	> 15.0	급성 독성 없음	Zhou <i>et al.</i> , 2004
			번데기 - <i>Ligustri lucidum</i> (Oleaceae) 복합캡슐	Wistar rats	0.30-1.5	30일	30일 먹이주기 연구	> 15.0	아급성 독성 없음	

종명	일반명	식용단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌
<i>Philosamia cynthia</i>	Castor silkworm	번데기	<i>P. cynthia</i> 번데기	mice	18	7일	급성 독성 시험	> 18	급성 독성 없음	Yan <i>et al.</i> , 1996
				KM mice	16	14d	급성 독성 시험, (MTD)	> 16	급성 독성 없음	Li et al., 2017
<i>Philosamia cynthia ricini</i>	Cassava Silkworm	번데기	<i>P. cynthia ricini</i> 번데기	<i>Vicia faba</i> 뿌리 글 세포	0.1-0.5 g/mL	-	세포 미세 핵 시험	-	250mg/mL 이상의 용량에서 미세 핵 비율이 유의하게 증가.	
				KM mice	0.04-10	-	골수 세포 소핵 시험	-	수컷 및 암컷 마우스 골수 미세 핵 비율은 각각 5g kg ⁻¹ ·bw ⁻¹ 및 2.5g kg ⁻¹ ·bw ⁻¹ 보다 높은 용량에서 유의하게 증가	
				KM mice	0.04-10	-	정자 기형 검사	-	수컷 생쥐의 정자 수치가 5g kg ⁻¹ ·bw ⁻¹ 에서 유의하게 증가	
<i>Dendrolim us punctatus</i>	Pine caterpillar	애벌레	애벌레에서 추출한 단백질	mice	4.005-12.0	Once	급성 독성 시험	> 12.05	급성 독성 없음	Liu and Wei, 2008
				Wistar rats	10	-	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				TA97, TA98, TA100, TA102	5-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Wen <i>et al.</i> , 1996
				KM mice	0.652-2.5	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				SD rats	4-8	30일	30일 먹이주기 연구	> 8.0	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	Yi et al., 2007
				Wistar rats	2.15-21.5	14일	Acute toxicity test	> 10	급성 독성 없음	
<i>Aglossa dimidiata</i>	"산 也"또는 "라오 應"곤충 차	애벌레 추출물	애벌레 추출물 (Sanye Insect Tea)	TA97, TA98, TA100, TA102	50-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Wen <i>et al.</i> , 2004
				KM mice	0.652-2.5	5일	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice	4.3-21.5	5일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				KM mice	5.0	14일	급성 독성 시험	> 5.0	급성 독성 없음	
				TA97, TA98, TA100, TA102	8-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	
				애벌레 추출물 (구이저우 흰색 곤충차)		-				Yang and Yi, 2010
<i>Pyrallis farinalis</i>	"Baicha" insect tea	Larval excreta	애벌레추출물 (<i>Pyrallis</i> <i>Parinalis-Litsea</i> <i>Coreana</i> 곤충차)	KM mice	1-4	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice	30	14일	급성 독성 시험	> 30	급성 독성 없음	
				KM mice	2.5-10	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	Wang <i>et al.</i> , 2017a

종명	일반명	식용단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌			
<i>Bombyx mori</i> or <i>Antheraea pernyi</i>	North caterpillar fungus	곤충과 균류의 복합체 (<i>Cordyceps militaris</i> 기생 변태기)	<i>Cordyceps militaris</i>	KM mice	20	14일	급성 독성 시험	> 20.0	급성 독성 없음	Che, 2003			
				Wistar rats	0.63-2.5	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음				
				Wistar rats	0.3-1.25	20일	기형발생물질 연구	-	기형성 없음				
				ICR mice	1-10	14일	급성 독성 시험	> 10.2	급성 독성 없음				
				TA97, TA98, TA100, TA102	8-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Gao <i>et al.</i> , 2012			
				ICR mice	1.6-6.7	2일	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음				
				ICR mice	1.68-6.7	5일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음				
				Wistar rats	1.13-4.5	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음				
				SD rats	2-8	91일	90일 먹이주기 연구	-	어린 쥐의 성장과 발달에 대한 억제 효과 및 고용량의 신장 손상	Xie <i>et al.</i> , 2007			
				KM mice	1-10	14일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	Gong <i>et al.</i> , 2003			
				SD rats	1-10	14d	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음				
				TA97, TA98, TA100, TA102	8-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음				
				KM mice	2.5-10	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음				
				KM mice	2.5-10	5일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음				
				SD rats	1-4	30일	30일 먹이주기 연구	-	아만성 독성 없음				
				KM mice	10	14d	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음				
				Wistar rats	10	14d	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음				
				TA97, TA98, TA100, TA102	8.8-5500 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음				
				KM mice	0.833-3.333	2번	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	Pan <i>et al.</i> , 2009			
				KM mice	0.833-3.333	2번	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음				
				'Xinjiang' caterpillar fungus			Wistar rats	0.833-3.333	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	Che <i>et al.</i> , 2014
							SD rats	20	14일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	
							ICR mice	20	14일	급성 독성 시험	> 2	급성 독성 없음	
							SD rats	0.5-2	13주	만성 독성 연구	-	고농도에서 신장 이상을 유발할 수 있음	
							TA98, TA100, TA102, TA1535, TA1537	312.5-5000 µg/plate	-	Ames test	-	고용량의 유전 독성	

종명	일반명	식용단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌
<i>Tenebrio molitor</i>	Breadworms	애벌레	Larvae of <i>T. molitor</i> <i>T. molitor</i> 애벌레 동결건조 분말	KM mice	0.39-25	7일	급성 독성 시험	> 25g/kg	급성 독성 없음	Yang <i>et al.</i> , 1999
				KM mice	-	30일	30일 먹이주기 연구	-	Cyclophosphamide에 의해 유발된 항유전 독성	
				SD rats	0.3-3	28일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	Han <i>et al.</i> , 2014
				TA98, TA100, TA1535, TA1537	8-5000 µg/plate	-	-	-	유전독성 없음	
<i>Massicus raddei</i>	Hachong	애벌레	Hanxia 가루 <i>M. raddei</i> 분말	SD rats	1.25-10 g/kg	90일	90일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	Zhou <i>et al.</i> , 1996
				KM mice	12.5-100% diet	28d	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	Song, 2012
				KM mice	1.25-5% diet	한번	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
<i>Anoplophora sp.</i>	Longhorned beetle	애벌레	Mysore thorn borer	ICR mice	-	60일	각 우리/일 당 1개 <i>Massicus raddei</i>	-	유전적 또는 만성적 독성 없음	
<i>Palembus dermestoides</i>	Nine dragon worms	애벌레	<i>P. dermestoides</i> extracts	Wistar rats	156.25 mg/ml	21일	급성 독성 시험	> 5g/kg	급성 독성 없음	Zhang, 2013
<i>Holotrichia diomphalia</i>	Northeast black grub	애벌레	<i>H. diomphalia</i> extracts	KM mice	225.2 mg/ml	7일	급성 독성 시험	-	물 추출물과 에테르 추출물은 항염증 효과가 더 좋음.	Xu, 2008
				KM mice	225.2 mg/ml	-				
				ICR mice	20	14일	급성 독성 시험	> 20.0	급성 독성 없음	Liu, 2014
<i>Oxya chinensis</i>	Chinese rice grasshopper	성충, 약충	<i>O. chinensis</i> extracts	KM mice	3-77	14일	급성 독성 시험	46.43-51.14	유충 추출물은 항독성 및 항산화 효과가 현저한 저독성 한약에 속함	Jin <i>et al.</i> , 2007
				ICR mice	0.1-0.5	4주	30일 먹이주기 연구	-	혈중 지질 감소	Liu and Duan, 2007
				ICR mice	0.05-0.2	4주	30일 먹이주기 연구	-	항산화 활동	
				SD rats	-	네 번, 2h마다	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				ICR mice	-	두 번, 2h마다	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
<i>Ericerus pela Chavannes</i>	White wax insect	Adult, nymphae	<i>E. pela</i> Chavannes eggs	TA97, TA98, TA100, TA102	78-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Feng, 2005
				ICR mice	1.25-5	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				ICR mice	1.25-5 g/kg	-	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				SD rats	0.31-5 g/kg	-	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	
<i>Cryptotym pana atrata</i>	Black cicadas	Nymphae	<i>C. atrata</i> Fabricius 애벌레 분말	SD rats	2.5-10 g/kg	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				KM mice	3% diet	4주	30일 먹이주기 연구	-	혈액 지질 감소 및 혈당 후 수치 감소	Sun <i>et al.</i> , 2009

종명	일반명	식용단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌
<i>Apis cerana</i>	Asian honey bee	유충, 꿀	프로폴리스 추출물	TA97, TA98, TA100, TA102	5-5000 µg/plate	-	급성 독성 시험	-	유전독성 없음	Li <i>et al.</i> , 2011
				KM mice	2.5-10	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice ICR mice	2.5-10 10	35일 7일	정자 기형 검사 급성 독성 시험	- > 10	정자 기형 없음 급성 독성 없음	
				TA97a, TA98, TA100,TA102	100-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	
			로얄제리 혼합물 캡슐	ICR mice	2.5-10	두 번, 24시간 간격	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	Yan <i>et al.</i> , 2005
				ICR mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				ICR mice	1.35-2.7	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				SD rats KM mice	- -	14일 14일	급성 독성 시험 급성 독성 시험	> 10 > 10	급성 독성 없음 급성 독성 없음	
			프로폴리스 건강식품	SD rats	1.12-4.5	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	Fu <i>et al.</i> , 2004
				TA97, TA98, TA100,TA102	8-5000 µg/plate	48h	Ames test	-	유전독성 없음	
				KM mice	2.5-10	-	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice	2.5-10	-	정자 기형 검사	-	유전독성 없음	
			Bee milk soft capsule	KM mice	21.5	14일	급성 독성 시험	> 21.5	급성 독성 없음	Wang <i>et al.</i> , 2009
				SD rats	21.5	14일	급성 독성 시험	> 21.5	급성 독성 없음	
				TA97, TA98, TA100,TA102	8-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	
				KM mice	0.064-8	2d	골수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
<i>Formica sanguinea</i>	blood-red ant	성충, 애벌레, 알	<i>F. sanguinea</i> powder	KM mice	0.32-8	-	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	Li <i>et al.</i> , 1996
				ICR mice	10	7일	급성 독성 시험	> 22.5	급성 독성 없음	
				SD rats	0.5, 2.5	90일	90일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				SD rats	0.5, 2.5	180일	만성 독성 연구	-		

종명	일반명	식용단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌
<i>Polyrhachis dives</i>	Black thorn ants	Adult, larvae, Eggs	Ant powder	KM mice	-	-	급성 독성 시험	> 21.5	급성 독성 없음	Wang <i>et al.</i> , 2006
				-	1000-4000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	
				KM mice	5-20	-	꿀수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice	5-20	-	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				SD rats	0.42-1.67	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
			Ant powder	KM mice	4.64-46.4 2-50000 µg/plate	48h	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	Li <i>et al.</i> , 1995a, 1995b, 1995c
				-	-	-	Ames test	-	전독성 없음	
				KM mice	0.5-5	-	꿀수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				KM mice	0.5-5	-	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				Wistar rats	1.875-7.5	-	최기형성 연구	> 10 g/kg	최기형성 없음	
<i>Periplaneta americana</i>	American cockroach	성충, 약충	<i>P. americana</i> powder	Wistar rats	0.5625-2.25	14주	90일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	Cai <i>et al.</i> , 1995
				Wistar rats	1-7	6개월	만성 독성 시험	-	만성 독성 없음	
				mice	66.7	한번	급성 독성 시험	> 66.7	급성 독성 없음	
				ICR mice	10	7일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				SD rats	10	7일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
			<i>P. americana</i> powder	SD rats	2.5-10	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	Zhou, 2008
				SD rats	2.5-10	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				SD rats	2.5-10	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				SD rats	2.5-10	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
				SD rats	2.5-10	30일	30일 먹이주기 연구	-	중대한 혈액학적, 클리닉 화학적 및 조직병리학적 변화 없음	
<i>Opisthoptera orientalis</i>	Termite, white ant	성충, 약충	Water, alcohol, ether extracts	KM mice	16-31.25	14일	급성 독성 시험	> 3 g/kg	급성 독성 없음, 체중 모두 증가	Li <i>et al.</i> , 2013a
				KM mice	0.39-25	7일	급성 독성 시험	> 10g/kg	급성 독성 없음	
				NIH mice	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				SD rats	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				SD rats	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
			homogenate liquid Ethanol extracts	TA97, TA98, TA100,TA102	625-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Wu and Wang, 1999
				NIH mice	5-5	두 번, 24시간 간격	꿀수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
<i>Macrotermes barneyi</i>	Termite, white ant	성충, 약충	<i>M. barneyi</i> and <i>O. formosanus</i> body	KM mice	0.39-25	7일	급성 독성 시험	> 10g/kg	급성 독성 없음	Song <i>et al.</i> , 1995
				NIH mice	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				SD rats	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				SD rats	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
				SD rats	-	10일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
			homogenate liquid Ethanol extracts	TA97, TA98, TA100,TA102	625-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Wu and Wang, 1999
				NIH mice	5-5	두 번, 24시간 간격	꿀수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
<i>Odontotermes formosanus</i>	Termite, white ant	성충, 약충	homogenate liquid Ethanol extracts	TA97, TA98, TA100,TA102	625-5000 µg/plate	-	Ames test	-	유전독성 없음	Wu and Wang, 1999
				NIH mice	5-5	두 번, 24시간 간격	꿀수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생쥐 소핵 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				NIH mice	2.5-10	35일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
			Preparation copond	KM mice	0.2	7일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	Wang <i>et al.</i> , 1995
				KM mice	0.2	7일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	
				KM mice	0.2	7일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	
				KM mice	0.2	7일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	
				KM mice	0.2	7일	급성 독성 시험	-	급성 독성 없음	

종명	일반명	식용단계 /사용 부위	샘플	동물/strains	복용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	지속 기간	검사종류	허용량 (g·kg ⁻¹ ·bw ⁻¹)	결과	참고문헌
<i>Eupolyphaga sinensis</i>	Chinese ground beetle	성충, 약충	Alkaloids from <i>E. sinensis</i>	KM mice	0.17613-0.43	-	급성 독성 시험	> 0.17613	중간 독성 등급	Tian, 2006
			<i>E. sinensis</i> powder	SD rats	10 g/kg	14일	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	Chen <i>et al.</i> , 2007
				KM mice	8.3-33	2주	급성 독성 시험	> 10	급성 독성 없음	
<i>Musca domestica</i>	Housefly	에벌레	<i>M. domestica</i> larvae powder	KM mice	2.8-11	두 번, 24시간 간격	꿀수 세포 소핵 시험	-	유의미한 생취 소핵 없음	Li, 2010
				KM mice	2.8-11	5일	정자 기형 검사	-	정자 기형 없음	
				SD rats	13%-40%	21일	최기형성 연구	-	최기형성 없음	
				SD rats	14.5%-40%	106일	만성 독성 연구	-	만성 독성 없음	
			Flyblow chitosan	KM mice	2.7	14일	급성 독성 시험 (MTD)	> 2.7	급성 독성 없음	Qin <i>et al.</i> , 2009
				KM mice	0.9	14일	급성 독성 시험	> 0.9	급성 독성 없음	

- Means no data or not described in the references.

3.4. 아프리카

3.4.1. 개요

Icipe는 1970년에 설립되었으며, 가난하고 유용한 절지동물에 대한 관리 도구와 전략을 개발하고 확장하면서 자연 자원 기반을 보존함으로써 빈곤을 완화하고 식량 안보를 보장하며 열대 지방 사람들의 전반적인 건강 상태를 개선하는 것을 목표로 설립되었습니다.

Icipe의 주요 전략은 아프리카가 직면 한 새로운 개발 과제에 주의를 기울이고 곤충 과학을 사용하여 그러한 문제에 대응할 수 있는 기회를 찾는 것입니다. 이에 따라 이 센터는 식품, 사료 및 기타 용도 연구 안전을 위해 전 세계적으로 출현하는 곤충의 리더로 자리 매김했습니다. 세 가지 상호 연결된 문제(식품 및 영양 안보, 동물 사료 및 환경)로 인해 이 주제는 전 세계 과학계, 기부자 및 일반 대중의 상상력을 사로 잡았습니다.

◎ 오늘날 곤충들이 주는 아프리카 음식의 안전성에 대한 기여

인간의 건강과 식량 안보는 곤충에 의해 여러 면에서 영향을 받는다. 아프리카 전역의 농작물의 주요 해충으로서, 그들은 농작물 생산성에 상당한 제약을 가하여 식량 안보에 영향을 미친다. 최근 가을 군벌의 침공이 대표적인 예다. 이러한 해충, 특히 고부가가치 원예 작물에 대한 지속 가능한 관리 옵션이 없을 때 재배자들은 그들의 통제를 위해 살충제에 많이 의존하고 있는데, 이것은 식품안전위협과 환경 오염으로 해석된다.

아프리카, 아시아 및 라틴 아메리카에서 곤충은 전통적으로 주요 영양소, 특히 단백질 및 미량 영양소를 제공하는 식품으로 소비됩니다. 곤충은 이 지역의 영양 부족에 대한 해결책을 제공할 수 있습니다. 왜냐하면 곤충은 빠르게 번식하고 인간의 발달에 필수적인 단백질, 미네랄 및 비타민의 귀중한 원천이기 때문입니다. 최근의 관찰에 따르면 식용곤충은 뛰어난 단백질 품질을 가지고 있습니다. 시리얼 및 콩과 식물 기반식이로 제한되는 몇 가지 필수 아미노산, 특히 라이신, 트레오닌 및 메티오닌도 식용곤충에 적절한 양으로 존재합니다. 기존의 공급원에 비해 식용곤충에는 아연이 풍부합니다. 예를 들어, 100g의 쇠고기에는 12.5mg의 아연만 포함되어 있습니다. 같은 양의 palm weevils에는 26.5 mg이 들어 있습니다.

곤충 소비 촉진은 특히 5세 미만 아동과 생식기 여성의 식품 안전과 건강에 직접적으로 개선될 것이다. 단백질-에너지 영양실조는 어린 아이들에게 매우 널리 퍼져있다. 게다가, 특히 철분, 아연, 요오드, 비타민과 같은 극미량의 결핍은 임신부와 취학 전 아동들 사이에서 놀라울 정도로 높다. 식용곤충은 단백질과 필수

수 아미노산의 풍부한 공급원으로서 식품과 영양 격차를 메우는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

또한 가금류, 어류 및 돼지 산업은 아프리카를 포함한 많은 개발 도상국에서 가장 빠르게 성장하는 농업 사업이지만, 가용성이 낮고 사료 및 단백질 첨가제 비용이 높다는 것 (대두, 생선 기름, 어분, 종자 및 기타 곡물 포함)이 그들의 잠재력을 뒷받침합니다. 사료 비용은 가금류, 어류 및 돼지 생산 비용의 60-70%를 차지하는 것으로 추정됩니다. 또한 사람이 콩과 다른 곡물을 섭취하기 때문에 사료 생산에서 단백질 공급원으로 어분, 콩 및 곡물에 의존하는 것이 지속 불가능해지고 있습니다. 또한 경작을 위한 농지가 줄어들고 있습니다. 그리고 남획으로 인해 어분과 어유의 원료인 작은 원양 물고기가 감소하고 있다. 따라서 곤충은 단백질 함량과 아미노산 프로파일로 인해 가축 사료 대신 사용할 수 있습니다.

3.4.2. African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security(2015)

우리의 조사에 따르면 아프리카에서 470 종 이상의 곤충이 섭취되는 것으로 나타났습니다. 중앙 아프리카 지역은 식충성 문화를 갖는 가장 중요한 핫스팟으로 남아 있습니다. 대륙에서 주로 먹는 곤충은 Lepidoptera, Orthoptera 및 Coleoptera 목이 지배적입니다. 아프리카 전역에서 소비되는 대부분의 곤충에서 공통성이 관찰되었으며 관련 R4D 활동에 대한 기회를 제공했습니다. 식용곤충을 사용하기 위한 R4D 의제와 경로는 사회 경제학 및 마케팅 연구가 문화적 배경, 소득 및 신념에 따라 공동체의 인식 문제를 해결해야 한다고 제안합니다. 곤충 기반 제품의 지속적인 가용성을 보장하면서 고갈과 생태적 교란을 방지하기 위해 비용 효율적인 양육, 수확 및 가공 기술이 필요합니다. 토착 보고서에 따르면 일부 식용곤충에는 의학적 특성이있다. 따라서 가치 사슬을 따라 주요 식용곤충의 영양 및 생물 활성 화학적 특성을 파악하고 질병, 알레르기 및 독성 및 화학적 위험과 같은 식품 안전 문제를 조사해야 합니다. 동물 사료 및 비료로의 폐기물 전환을 위한 곤충의 사용은 오염물질 부하 및 병원체 발생에 관한 우려를 고려하여 기질을 신중하게 선택해야한다. 이러한 연구 요구와 기회에 대응하여, International Centre of Insect Physiology and Ecology(ICIPE)는 최근 R4D를 지향하고 최종 사용에 대한 채택과 영향을 초래하는 활동에 초점을 맞춘, 비전 및 전략 2013-2020 문서의 달성을 지향하는 잘 정의된 작업 패키지를 작성했다. 이것으로 식품, 사료 및 기타 사용 관련 곤충 프로그램을 설립과 농업 및 가축 확장 서비스와의 광범위한

보완적 연계와 유엔 식량농업기구, 국제농업연구컨설팅그룹 및 선진연구기관, 비정부기구 및 민간부문의 파트너십을 구축하고자 한다.

1) 아프리카 식용곤충의 현재 인벤토리

아프리카 식용곤충 목록 작성의 중요성이 높아지면서 icipe는 SurveyMonkey를 사용하여 온라인 플랫폼에 내장된 설문지를 개발하여 설문 조사에 착수했습니다. 이 링크는 아프리카 54 개국의 500 명 이상의 곤충학자, 실무자 및 학생들과 공유되었습니다. 또한 집중적인 데이터 마이닝은 조사의 진실성을 지원하기 위해 icipe의 유명한 곤충 과학에 관련된 아프리카 지역 대학원 프로그램 및 아프리카 곤충 과학자 협회를 통해 개인 인터뷰와 함께 수행되었습니다.

설문 조사는 2013년 12월에서 2014년 6월 사이에 수행되었습니다. 500 명의 인터뷰 대상자 중 333명이 아프리카 외부에 있는 응답자의 12%와 아프리카의 여러 조직의 88%가 온라인 설문에 응답했습니다. 응답자 중 75%가 연구원, 15% 학생 및 10%가 민간 부문에서 발생했습니다. 전체 응답자 중 88%가 아프리카의 식량 안보에 기여하는 식용곤충의 역할에 익숙하다고 응답했습니다.

2) 아프리카 전역의 주요 식용곤충 그룹 및 소비 핫스팟

조사 데이터에 따르면 아프리카에는 470 종의 식용 곤충이 존재하는 것으로 나타났습니다. 주문 당 식용곤충의 비율이 그림 8에 나와 있습니다. 나비목, 메뚜기목, 딱정벌레목 등의 순으로 가장 많이 나타났다. 중앙 아프리카 지역에서만 약 256개의 식용 종을 보유하고있어 아프리카에서 가장 중요한 생물 다양성 핫스팟이되고 그 다음에 남아프리카 (164 종)와 동 아프리카 (100 종)가 뒤 따릅니다. 서 아프리카에서는 총 91 종이 발견되었습니다. 북아프리카에서는 8 종만이 기록되었다.

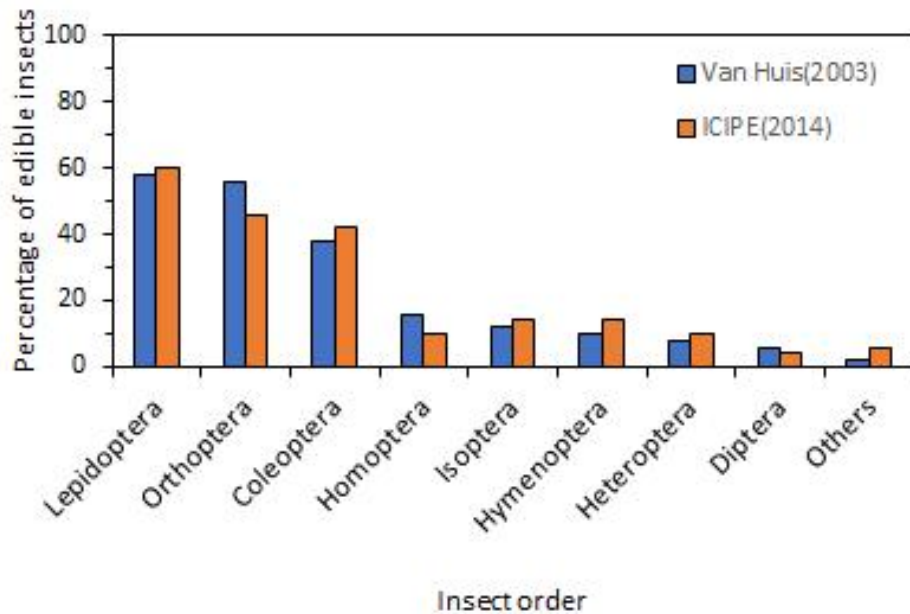


그림 8 주요 분류군에서의 아프리카 식용 곤충 대표현황.

표 25. 아프리카에서 가장 많이 소비되는 곤충 종의 점검표. 설문 조사에서 해당 종이 보고된 아프리카의 국가 및 지역 수에 따라 결정된 식용성

목	종명	기록된 국가
나비목	<i>Bunaea alcinoë</i> (Stoll)	Democratic Republic of Congo(DRC), Zambia, South Africa, Cameroon, Congo, Central African Republic (CA republic), Zimbabwe, Nigeria, Tanzania
	<i>Anaphe panda</i> (Boisduval)	DRC, Zambia, Cameroon, Congo, CA Republic, Zimbabwe, Nigeria, Tanzania
	<i>Cirina forda</i> (Westwood)	DRC, Zambia, South Africa, Botswana, Burkina Faso, Nigeria, Mozambique, Namibia, Ghana, Togo, Chad
	<i>Dactyloceras lucina</i> (Drury)	DRC, Zambia, South Africa, Cameroon, Congo, Angola, Gabon, Sierra Leone, Sao Tomé, Equatorial Guinea
	<i>Platysphinx stigmatica</i> Mabille	DRC, Zambia, Congo, CA republic, Sierra Leone, Sao Tomé, Equatorial Guinea, Rwanda, Burundi
	<i>Cirina butyrospermi</i> Vuillot	DRC, Zambia, South Africa, Zimbabwe, Burkina Faso, Nigeria, Mali, Ghana
	<i>Epanaphe carteri</i> Walsingham	DRC, Zambia, Angola, Gabon, Sierra Leone, Sao Tomé, Equatorial Guinea
	<i>Imbrasias belina</i> (Westwood)	DRC, Zambia, South Africa, Zimbabwe, Botswana, Malawi
	<i>Gynanisa ata</i> Strand	DRC, Zambia, Malawi, South Sudan
	<i>Eumeta cervina</i> Druce	DRC, Cameroon, Congo, CA Republic, Angola, Gabon, Sierra Leone, Sao Tomé, Equatorial Guinea, Rwanda, Burundi, Liberia
	<i>Imbrasias ertli</i> Rebel	Zambia, South Africa, Cameroon, Congo, CA Republic, Zimbabwe, Botswana, Angola
	<i>Anaphe venata</i> Butler	Zambia, Nigeria, Côte d'Ivoire, Sierra Leone, Guinea, Liberia, Guinea Bissau
	<i>Imbrasias epimethea</i> (Drury)	DRC, Zambia, South Africa, Cameroon, Congo, CA Republic, Zimbabwe
	<i>Urota sinope</i> (Westwood)	DRC, South Africa, Zimbabwe, Botswana, Gabon, Mozambique, Namibia

목	종명	기록된 국가
메뚜기목	<i>Schistocerca gregaria</i> (Forskål)	Zambia, South Africa, Cameroon, Congo, Botswana, Tanzania, Sudan, Uganda, Ethiopia, Kenya, Sierra Leone, Morocco, Guinea, Lesotho, Mauritania, Somalia, Eritrea, Guinea Bissau
	<i>Acanthacris ruficornis</i> (Fabricius)	DRC, Zambia, South Africa, Cameroon, Congo, CA Republic, Zimbabwe, Burkina Faso, Malawi, Mali, Niger, Togo, Benin
	<i>Brachytrupes membranaceus</i> (Drury)	Zambia, Cameroon, Congo, CA Republic, Zimbabwe, Burkina Faso, Nigeria, Tanzania, Angola, Togo, Benin
	<i>Nomadacris septemfasciata</i> (Serville)	Zambia, South Africa, Congo, Zimbabwe, Botswana, Nigeria, Tanzania, Malawi, Uganda, Mozambique
	<i>Ruspolia differens</i> (Serville)	DRC, Zambia, South Africa, Cameroon, Zimbabwe, Kenya, Uganda, Tanzania, Malawi
	<i>Zonocerus variegatus</i> (Linnaeus)	DRC, Cameroon, Congo, CA Republic, Nigeria, Côte d'Ivoire, Sao Tomé, Guinea, Ghana, Liberia, Guinea Bissau
	<i>Locusta migratoria migratorioides</i> (Reich & Fairmaire)	Zambia, Cameroon, Congo, Zimbabwe, Sudan, South Sudan
	<i>Locustana pardalina</i> Walker	Zambia, South Africa, Zimbabwe, Botswana, Malawi, Libya
	<i>Gastrimargus africanus</i> (Saussure)	Cameroon, Congo, Niger, Lesotho, Liberia
	<i>Phymateus viridipes brunneri</i> Bolivar	Zambia, South Africa, Congo, Zimbabwe, Botswana, Mozambique, Namibia
	<i>Gryllus bimaculatus</i> De Geer	Guinea Bissau, Sierra Leone, Guinea, Liberia, Benin, Togo, Nigeria, DRC, Kenya, South, Sudan, Zambia
	<i>Anacridium melanorhodon melanorhodon</i> (Walker)	Cameroon, Sudan, Niger
	<i>Paracinema tricolor</i> (Thunberg)	Cameroon, Malawi, Lesotho
딱정벌레목	<i>Acheta</i> spp.	Zambia, Zimbabwe, Kenya
	<i>Oryctes owariensis</i> Palisot de Beauvois	DRC, South Africa, Congo, Ivory Coast, Sierra Leone, Guinea, Ghana, Equatorial Guinea, Guinea Bissau
	<i>Rhynchophorus phoenicis</i> (Fabricius)	DRC, Cameroon, Congo, CA Republic, Nigeria, Angola, Ivory Coast, Niger, Sao Tomé, Guinea, Togo, Liberia, Benin, Guinea Bissau
흰개미목	<i>Oryctes boas</i> (Fabricius)	Nigeria, Ivory Coast, Sierra Leone, Guinea, Liberia, Guinea Bissau DRC, Congo, South Africa, Botswana, Namibia
	<i>Macrotermes</i> spp.	DRC, Zambia, Zimbabwe, Nigeria, Tanzania, Malawi, Senegal, Uganda, Côte d'Ivoire, Guinea, Ghana, Togo, Burundi, Benin
	<i>Macrotermes bellicosus</i> (Smeathman)	DRC, Cameroon, Congo, CA Republic, Nigeria, Côte d'Ivoire, Kenya, Sao Tomé, Guinea, Togo, Liberia, Guinea Bissau, Burundi
	<i>Macrotermes subhyalinus</i> (Rambur)	Zambia, Angola, Kenya, Togo, Burundi
	<i>Macrotermes falciger</i> (Gerstaecker)	Zambia, Zimbabwe, Burkina Faso, Burundi, Benin
벌목	<i>Macrotermes natalensis</i> (Haviland)	DRC, Cameroon, Congo, CA Republic, Nigeria, Burundi, South Africa, Zimbabwe, Nigeria, Malawi
	<i>Apis mellifera mellifera</i> Linnaeus	DRC, Zambia, Botswana, Nigeria, Tanzania, Senegal, Sierra Leone, Ghana, South Sudan, Togo, Lesotho, Benin
	<i>Apis mellifera adansonii</i> Latreille	DRC, Zambia, CA Republic, Nigeria, Tanzania, Sierra Leone, Ghana, Benin
	<i>Carebara vidua</i> Smith	DRC, Zambia, South Africa, Zimbabwe, Botswana, Malawi, Sudan, Kenya, South Sudan
반시목	<i>Carebara lignata</i> Westwood	Zambia, South Africa, Zimbabwe, Botswana, Sudan, Mozambique, Namibia, South Sudan
	<i>Encosternum delegorguei</i> Spinola	South Africa, Swaziland, Mozambique, Malawi Zimbabwe, Botswana, Namibia

3) 식량 및 사료로 곤충을 지속적으로 사용하기 위한 경로

아프리카의 식량 안보 문제는 식용곤충을 사용하여 다른 각도에서 다룰 수 있습니다. 곤충은 생계를 개선하기 위해 사용될 수 있지만 아프리카에서 지속 가능한 사용을 위한 주요 이해 관계자 및 관련 이해 관계자의 역할을 식별해야 합니다. 그림 9에서 제안된 모델은 식용곤충 및 연구 기관 및 민간 기관, 정책 입안자 및 비정부기구(NGO)를 포함한 기타 이해 관계자들을 통한 아프리카의 식량 안보로 가는 경로를 설명합니다.

◎ 사회 경제학과 마케팅

일반적으로, 식량 안보와 지속가능성을 다루기 위한 혁신은 주로 농업 생산과 기술 효율성에 초점을 맞추고 있지만, 식품 안보의 사회적 측면 또한 중요합니다. 행동 변화에 대한 연구는 음식과 사료 대안으로 식용곤충의 역할을 평가하는 데 우선권이 주어져야 한다. 개발도상국의 시골지역과 도시지역 모두에서 소비자들은 지속 가능할 수 있도록 그들의 문화와 생활방식의 변화 단계에 맞는 음식 선택을 확장해야 한다. 식용곤충이 아직 활용되지 않는 국가 및 지역사회에서 곤충에 대한 소비자의 인식을 해명하여 식용곤충의 채택에 영향을 미칠 수 있는 요소를 문서화하는 연구를 실시하는 것이 중요하다. 식용곤충의 상업화는 아프리카의 많은 가정에 상당한 소득을 제공한다. 그러나, 잘 이해되지 않고 잘 조직되지 않은 시장 사슬은 아프리카의 농부들이 그들의 식용곤충 사업으로 다양화하려고 시도할 때 직면하는 시장 제약조건은 문서화되어야 할 필요가 있다.

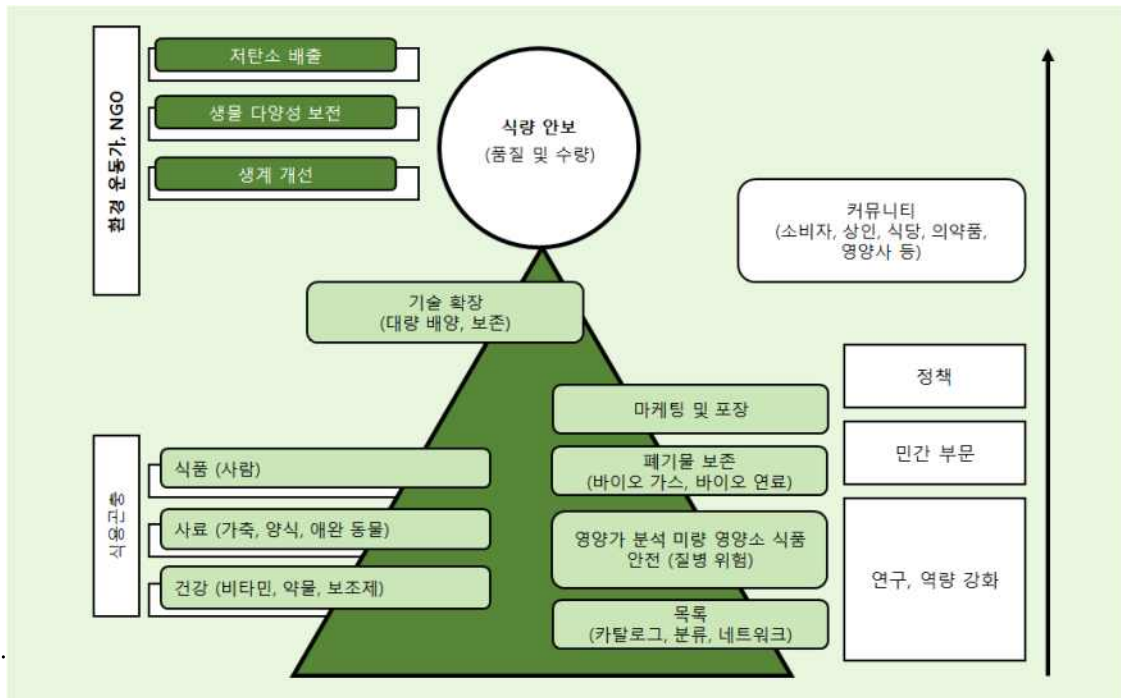


그림 9 식량 및 사료로 곤충을 지속적으로 사용하기 위한 경로

◎ 대량 사육, 수확 기술 및 기술 고도화

곤충을 대량으로 식량과 사료용으로 활용하는 것은 중요한 전제조건이다. 곤충은 다른 동물과 같이 조직 구성 및 에너지 요구사항 만족을 위해 외인성 영양소가 필요합니다. 대부분의 곤충들에게 필수적인 영양소는 아미노산, 비타민, 당분, 미네랄, 성장인자를 포함하고 있는데, 이것은 대상종에 대해 세심하게 평가되어야 한다. 이러한 영양 요구 조건을 충족시키기 위해 많은 종류의 성분들이 인공 식단에 이용되고 사용된다. 성인의 먹이 공급, 짝짓기, 배란을 강화시키는 조건을 아는 것도 교미 군락을 성공적으로 확립하는 데 매우 중요한데, 이것은 사육할 대상 종에 대해 세심하게 평가되어야 한다. 현재, 제한된 귀뚜라미 농장을 제외하고, 아프리카의 식용곤충 활용의 대부분은 야생 채집을 통해 이루어진다. 시간이 지남에 따라, 야생 채집은 특정 식용곤충종들의 멸종과 그 개체군의 고갈에 기여할 수 있다. 남 아프리카, 보츠와나, 말라위, DRC에서 과잉이용이 기록되었다. Ramos-Elorduy(2005)는 이미 과잉이용으로 인해 멸종하기 쉬운 일부 식용곤충의 목록을 제공했다.

일부 국가에서는 농업 공동체가 종종 라피아 나무 전체를 자르고 야자 바구미 유충을 자르고 모으는 데 의지했다. 케냐와 탄자니아에서 곤충 양식 사업과 가축 사육에 대한 역량 강화 프로그램이 현재 진행 중이지만, 각각 Kipepeo Butterfly 프로젝트와 Amani Butterfly 프로젝트, 말라위, 잠비아, 짐

바브웨의 양봉과 애벌레 계획, 특히 생물 다양성 핫스팟에서 비용 효율적이고 친환경적인 대량 사육 및 수확 기술은 생태적 교란을 피하고 동시에 양질의 곤충을 음식과 사료으로 지속적인 공급을 위해 필요합니다. 오늘날의 현대 과학은 귀중한 전통 지식과 음식 문화와 결합하여 아프리카 전역의 대량 양육 기술을 확장하는 것을 목표로하는 혁신에 크게 기여할 수 있습니다. 식용 곤충 대량 사육, 수확 기술 및 업스케일링에 대한 연구 개발은 다음 축을 중심으로 해야한다. (1)전통적인 식용곤충의 비교를 가능하게 하기 위해 광범위한 곤충종의 수명주기 평가, (2)비용 효율적인 개발을 위한 사육시 급식 및 식이요법 (3)생산 비용을 다른 사료나 식품 공급원에 버금가는 수준으로 줄이기 위한 기계화, 자동화, 처리 및 물류 혁신의 증가, (4)곤충 농업 시스템의 군집 붕괴를 피하기 위한 탄력적 및 유전적 다양성 유지. 그리고 업스케일링을 위해 식이요법 성분, 장비, 공간, 노동력 및 기술에 대한 최적화된 방법과 지침도 개발되어야 한다.

◎ 영양 및 생체활성 화학 성분

곤충은 인간과 동물이 필요로 하는 영양소(지방, 단백질, 비타민, 섬유질, 미네랄)의 함량이 높은 영양소가 풍부하고 건강한 식품원이다. 단, 발달단계, 서식지, 식단에 따라 종간 및 종내 식용 곤충의 영양 성분은 매우 다양하다. 일부 곤충 종의 영양 성분은 여러 국가에서 조사되었다. 인도, 미국, 멕시코, 태국, 아프리카에서 소비되고 표 25에 나열된 것과 유사한 세부 연구들은 아직 조사되지 않았다. 마찬가지로, 일부 종들이 일부 약효를 가지고 있다고 보고되고 있음에도 불구하고 식용 곤충의 생물학적 활성 화합물에 대한 보고를 시도하는 연구는 비교적 드물다. 그러나, 이들 구성품들중 어떤 것도 특성화되지 않았으며, 익히지 않았거나 조리되지 않은 곤충들뿐만 아니라 계절에 따른 변화, 그들의 원천과 소비에 대한 안전은 확립되지 않았다. 곤충을 식품, 사료 및 약용으로 지속 가능한 사용으로 가는 연구 안전과 경로를 충족시키기 위해, 이 지식을 검증하기 위한 과학적 자료가 요구된다. 첫 번째 단계로, 다른 식이 조건하에서 다른 곤충 종들의 섭취를 위한 영양 성분, 생물학적 활성 화합물, 그리고 안전성에 대해 광범위하게 조사할 필요가 있다.

◎ 질병위험 및 식품안전

곤충은 영양분과 수분이 풍부하여 미생물 생존과 성장에 유리한 환경을 제공하고 있고, 원생동물, 곰팡이, 박테리아, 바이러스 등 다양한 병원체가 보고되

었다.

식용곤충의 잠재적 병원균은 농장에서 식탁까지의 식품 체인(생산, 가공, 유통, 판매, 취급 및 소비) 전체에 따라 평가되어야 한다. 곤충이 가축사육에서 관찰된 바와 같이 병원균의 저장고 역할을 할 수 있기 때문에 밀도가 높은 집중적인 곤충 사육은 건강 문제와 관련이 있을 것으로 예상된다. 그러나 곤충은 종래의 가축보다 분류학적으로 인간과 훨씬 거리가 멀기 때문에 인간에게 전염 위험은 더 낮아질 가능성이 높다. 질병 외에도 식품 안전 문제에는 알레르기, 독성학, 화학적 위험도 포함된다. 키틴의 섭취가 증가하면 천식 증상과 알레르기를 일으킬 수 있으므로 다른 곤충에 대한 조사가 필요하다. 곤충 사육의 관점에서, 많은 미생물은 곤충을 공격하여 곤충의 병원, 곰팡이, 원생동물, 바이러스를 포함한 식품안전을 개선한다. 위에 열거한 대상 곤충을 사육하는 동안 군집 붕괴의 주범인 주요 병원균을 확인하고 문서화해야 하며, 질병이 없는 문화를 보장하기 위해 개발된 오염에 대한 품질관리를 보장하는 방법을 개발해야 한다. 중금속과 살충제는 곤충 사육에 사용되는 기질에 축적될 수 있으며, 먹이 사슬을 통해 곤충, 가금류, 물고기 및 사람에게 옮겨질 경우 위험이 되므로 적절히 분석해야 한다.

◎ 처리, 보관 및 포장

많은 식량과 마찬가지로 공급망을 따라 식용곤충도 부적절한 처리와 부적절한 포장 및 보관과 같은 다양한 수확 후 문제에 노출될 것이다. 수확 후 처리는 여전히 건강한 삶을 유지하기 위해 안전한 영양식품을 제공하는 것을 주된 목표로 하고 있지만, 다른 측면, 특히 생산자와 판매자의 부의 창출은 손실 감소를 통해 점점 더 중요해졌다. 식용곤충들은 필요한 저장 수명을 위해 그것들을 보호하기 위해 특별한 처리와 포장을 필요로 할 것이다. 준비와 조리 시간을 줄이는 식품을 찾는 소비자가 늘고 있는 가운데 식품과 사료 가공업체와 유통업체들은 제품 유통기한을 연장할 가능성을 모색하고 있다. 포장은 수확물이 공급망을 통해 소비자 또는 사료의 최종 사용자에게 이동함에 따라 곤충을 식품과 사료로서 억제하고 보호하는 중요한 역할을 한다. 도시화와 중산층 소득의 증가로 새로운 소비자 요구와 식품과 사료에 곤충을 사용할 때 다루어야 하는 필수 업무로서 분류, 등급, 처리, 포장, 유통, 부가가치 및 소매로 구성된 확장된 가치 사슬이 추진되었다. 게다가, 신흥 식품 시장의 중요한 특성은 식품 공급망 전체에 걸쳐 추적 가능해야 하는 식품 품질과 안전에 대한 요구와, 수확 후 시스템을 통해 생산물을 추적할 때 취급자가 추적

할 수 있도록 도와주는 제품 포장 및 라벨링이 필수적이다.

◎ 법률 및 규제 조치

곤충을 식품과 사료로서 이용하는 데 있어 하나의 주요한 잠재적인 장벽은 식품과 사료 가치 사슬을 따라 곤충의 생산, 사용 및 거래를 관장하는 정밀하고 곤충을 포함하는 법률, 표준, 라벨 및 기타 규제 기구의 부족이다. 지금까지 곤충을 식량이나 사료로 편입시키고 코텍스와 같은 국제표준으로 공급하는 것에 관한 국제대화는 비교적 거의 없었다. 실제로 코텍스에는 곤충을 식품과 사료로 사용하는 것을 구체적으로 언급하는 기준이 없다. 대신 곤충을 제외해야 할 불순물이라고만 부른다. 곤충을 음식으로 사용하는 표준을 개발하려는 유일한 시도는 Lao People's Democratic Republic of House crickets의 지역 무역에 대한 것이었지만, 당시 무역 수준이 보증하기에 충분하지 않아서 제안은 비준되지 않았습니다. 그럼에도 불구하고, Codex Alimentarius Commission (Codex, 2010)은 곤충에 대한 표준을 식품과 사료로서 개발하고 채택하는 것이 식용곤충 기반 제품의 품질과 결과적으로 식품 안전의 수준을 높이는 데 도움이 될 것이며, 지속적인 대화가 필요하다는 점에 주목했다. 그러므로, 이 분야의 발전을 지원하고 장려하기 위해서는 정보를 기록하고 국가 및 국가 발전의 길을 닦기 위한 목적으로 곤충의 현재 상태를 식품 및 사료로서 검토하고 관련 정부 당국 및 이해당사자들과의 타당성 연구, 전문가 인터뷰 및 상담을 통해 곤충을 먹이와 먹이로 사용하기 위한 지역적 기준을 채택할 필요가 있다.

3.5. 동남아시아

3.5.1. 라오스

3.5.1.1. Edible insects in Lao PDR: building on tradition to enhance food security(2014)

라오스 인민민주공화국(라오PDR)은 캄보디아, 중국, 미얀마, 태국, 베트남과 국경을 접하고 있다. 5월부터 10월까지의 장마가 특징인 열대 몬순 기후로, 11월부터 2월까지의 서늘한 건조한 계절이며, 3월부터 4월까지의 덥고 건조한 계절이다. 600만 주민의 3분의 2 이상이 덜 발달된 농촌 지역에 살고 있으며 인구의 4분의 1 이상이 하루에 약 1.5달러의 국가 빈곤선 이하로 살고 있다(WFP 2007). 농업은 쌀 경작에 의해 지배된다. 농업적으로 자급자족하는 국가임에도 불구하고, 식량 부족은 주로 산악 지역에 있는 다양한 지역에 주기적으로 존재한다. 1960년대와 1970년대 베트남 전쟁에서 발생한 폭발되지 않은 대포의 존재로 인해 토지의 상당 부분이 경작되지 않은 채 남아있다. 홍수와 가뭄은 매년 농업 활동에 부정적인 영향을 미친다. 가정용 또는 판매를 위해 곤충을 채집하는 것은 라오 PDR의 전통적인 활동으로, 1년 내내 최소 50종의 곤충을 잡아먹는다. 가장 선호되고 자주 소비되는 곤충은 (1) 위버 개미 유충과 번데기, (2) 짧은 꼬리 귀뚜라미, (3) 귀뚜라미(집과 일반 귀뚜라미), (4) 메뚜기, (5) 매미 등이다. 대부분의 식용곤충은 야생에서 잡히거나 농작물을 수확하거나 농경지와 인근 숲에서 일하다가 잡힌다(Yhoun-aree and Viwatpanich 2005).

숲은 라오PDR(Sisouphanthong and Taillard 2000)의 지리적 질량의 47% 이상을 차지하고 있다. 비록 산림자원이 인근 국가들보다 더 광범위하지만, 다양한 종의 동식물들이 멸종위기에 처해 있거나 위협받고 있다(Strigler와 Le Bihan 2001). 식용곤충을 포함한 비목립제품(NWFP)은 인구의 80%가 사는 많은 농촌 마을의 화폐소득의 50%를 제공한다. 생계 유지를 위한 NWFP의 현지 사용은 국민총생산(Fopes and Dechaenux 2000)의 20~30%로 추정된다. 곤충은 일반적으로 라오족에 의해 ‘숲의 산물’로 간주된다. 실제로, 보통 스키머 유충, 거대한 물벌레 또는 메뚜기와 같은 곤충들은 주로 숲과 가까운 숲의 개울, 습지, 논에서 잡힌다.

몇몇 지방의 심각한 영양실조로 인해 라오스 PDR에서는 식생활 개선이 절실히 필요하다. 영양실조의 비율은 동남아시아에서 가장 높다; 라오아의 40 퍼센트는 심각하게 영양실조에 시달리고 있다. 단백질과 에너지 결핍은 흔하며, 비타민 A, 철분, 요오드, 비타민 B1과 같은 미량의 섭취에 의해 악화된다(WFP 2007).

식용곤충은 다량의 단백질, 지방산, 비타민, 미네랄을 제공하며 기존의 단백질원에 대한 유망한 대안이다. 라오스 PDR의 대부분의 사람들이 최소한 가끔 곤충을 소비하기 때문에(Barennes 2010), 곤충 소비를 촉진하는 것이 영양실조와 싸우고, 식량 불안을 완화시키며, 국내에서 새로운 수입원을 창출하는 데 도움이 될 수 있다고 믿을 만한 충분한 이유가 있다. 게다가 대부분의 라오스 소비자들은 식용곤충을 ‘saep laai laai’(맛있다)로 간주하고 있어 선호식품으로 선택되고 있다. 이러한 맥락 안에서 FAO는 3년간 “노아 PDR 프로젝트(TCP/LAO/3301)에서 지속 가능한 곤충 농사와 수확을 위한 지속가능한 식량 확보 및 가계 소득 창출”을 통해 영양향상을 위한 목적으로 라오스 정부를 지원하였다. 이 프로젝트는 2010년 4월에 시작되어 2013년 4월에 마무리되었다. 이 프로젝트는 라오스 식단에 사용되는 곤충의 기존 역할을 강화하고, 수확, 준비 및 수확 후 처리 관행의 지속가능성, 안전성 및 효율성을 높이고, 전국적으로 곤충 소비를 더욱 활성화하고, 식용곤충 농업을 촉진하는 것을 목표로 했다.

표 26. 라오스, Xiengkhouan 지방, Nam Meung 현장에서의 곤충 이용 가능성

곤충종			월											
English	Lao	Scientific	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grasshoppers	Tak Tane	<i>Locusta migratoria</i>												
		<i>Euconocephalus</i> sp.												
		<i>Mecopoda elongate</i>												
Termites	Mak Phua	<i>Macrotermes</i> spp.												
Termites	Mak Khon	<i>Odontotermes</i> spp.												
Bamboo caterpillar	To Mir	<i>Omphisa fuscidenttalis</i>												
		Hampson												
Wasps	ToKhea(yellow)	<i>Vespa</i> spp.												
Wasps	To Dun(black)	<i>Vespa</i> spp.												
Dragonflies	Meing Naa Gam	Order Odonata												
Mole Cricket	Mieng Xone	<i>Gryllotalpa africana</i>												
		Palisot &De Beauvois												
Short-tailed Cricket	Chi Nai	<i>Brachytrupes portentousus</i>												
		Lichtenstein												
Stink bug(1)	Mieng khieng	<i>Tessaratoma quadrata</i>												
		Distant												
Cockchfer (beetles)	Mieng Chi Noun	<i>Holotrichia</i> sp.												
Horned beetle	Mieng Kham	<i>Xylotrupes gideon</i> L.												
cicadas	Chak Chan	<i>Cicadidra</i> spp.												
giant water bug(2)	Mieng Daa	<i>Lethocerus indicus</i>												
		Lepeletier & Serville												

(1) Mieng khieng are collected all the year but it is easier to collect during the months of May and June

(2) Giant water bugs are collected all the year. According to the villagers, the collection is nevertheless easier during the dry season since the water level is lower. Source: Mergaert and Sosamphan (2010)

4. 결론

식용곤충은 식품으로 사용 가능한 다른 식품군들 보다 단백질의 함량이 높으며, 동일한 식량과 물에 더 많은 생산량을 기대할 수 있어 미래의 식량대책으로 여겨지고 있는 주요 영양섭취원으로서 현재 세계 각국에서 다양한 곤충을 이용하고자 하고 있다. 역사적으로는 성경, 코란 등에서도 확인할 수 있듯이 아주 오랜 옛날부터 곤충을 섭취했던 기록을 확인할 수 있으나 20세기경까지는 주로 동남아, 중국, 아프리카, 남미 지역등에서 주로 식용해 왔다, FAO(2013)에 따르면 가장 많이 이용하는 국가가 중국, 태국, 일본, 남아프리카 공화국, 멕시코 등으로 확인되었다.

이러한 곤충의 산업에 활용에서는 다양한 문제점이 대두되었다. 이전까지는 대부분의 나라들이 곤충을 일반적인 식품이나 사료로 인식하지 않아서 이를 규제하거나 허용할 수 있는 규정이 거의 없었다. 그리고 이들이 가지고 있는 식품으로서의 다양한 문제점 역시 제대로 연구되어지지 않은 상황이라 그 규정의 마련이 더 힘든 상황이었다. 게다가 식용 및 사료용 곤충 사육 농장에 대한 규제나 법률 역시 대부분 존재하지 않은 상황이라 많은 문제점을 가지고 있었다, 게다가 미국 식품의약국(FDA)의 식품결합조치수준에서 곤충의 조각의 허용비율은 존재하나 식용에 대한 규정을 존재하지 않고 있었다. 게다가 식용곤충 소비에 대한 소비자의 인식 부족 역시 큰 문제라고 할 수 있다. 아직 대부분의 사람들에게는 곤충이 혐오적으로 다가 올 수 밖에 없기 때문이다. 따라서 이러한 문제들이 해결이 되어야 곤충 산업의 활성화가 가능할 것이다.

현재 우리나라에서도 이러한 곤충을 다양한 산업에 활용하기 위해서 각 부처 및 기관에서도 많은 노력을 펼치고 있다. 국내의 곤충산업은 식용 및 사료용 뿐만 아니라 학습·애완용, 화분매개용, 천적곤충, 그리고 곤충에서의 유용물질을 통한 의약품 생산 등의 분야에서도 활용 분야가 발전하고 있다. 「곤충산업 육성 및 지원에 관한 법률 시행령」의 개정으로 사료용 곤충의 기준이 마련되었고, 곤충의 사육 기준도 식용곤충에서 곤충으로 확대되어 사료용 곤충에 대해서까지 그 기준이 마련되었다. 게다가 14종의 곤충이 가축에 포함되었으며, 중금속 등 식품의 기준 역시 합리적으로 완화하고자 하고 있다. 그리고 식용으로 활용가능한 대상종 역시 점차 증대되어 현재 8종이 가능한 상태가 되었다.

유럽의 다양한 국가에서는 FAO의 발표를 통해 다양한 기업들이 곤충을 이용한 산업에 활용을 하고 있으며, 최근 노블푸드(Novel food) 법령을 개정하면서 일부 곤충을 식품원료로 인정하고 유통과 판매를 허용하고자 하고 있다.

미국에서도 엄격히 통제된 상황에서 사육된 밀웜의 경우 식품으로 사용이 가능하고 인정하고 있다.

중국 등 다른 나라의 경우, 아직 명확한 법적 규제나 규정이 없는 상황이나, 곤충 산업에 오랜 역사를 보유하고 있고, 활용 사례가 증가하는 것으로 보아 그 대책이 곧 마련될 것으로 예상된다.

마지막으로 이러한 곤충의 식품으로서의 활용을 위해서는 무엇보다 사람들의 곤충에 인식이 가장 큰 장애물이 될 것으로 예상되므로 이를 해결하기 위한 다양한 방안들이 제시가 되어야 할 것이다.

현재 국내에서는 식용곤충을 활용한 다양한 식품들이 생산되고 있고, 이러한 식용 곤충을 조리할 수 있도록 하는 다양한 레시피들을 제공하는 등 다양한 방면으로 인식을 바꾸고자 많은 노력을 쏟고 있다, 그리고 다양한 매체에서 곤충을 활용한 프로테인바나 시리얼 등의 이용에 대해 알리고 있어 이러한 인식의 장벽이 허물어 지기를 기대한다.

5. 참고문헌

- Dries Vandeweyer (2018) microbiological quality of raw edible insects and impact of processing and preservation
- Entomospeed (2018) Overzicht van bedrijven betrokken in de eetbare insecten sector regio België - Nederland Marktverkenning in het kader van Entomospeed
- Netherlands Food, & Consumer Product Safety Authority. (2014).Advisory report on the risks associated with the consumption of mass-reared insects. NVWA/BuRO/2014/2372https://www.nvwa.nl/txmpub/files/?p_file_id=220747
- 4.
- Alemu, M.H., Olsen, S.B., Vedel, S.E., Pambo, K.O., and Owino, V.O. (2015) IFRO_Working Paper_2015; consumer acceptance and willingness to pay for edible insects as food in Kenya: the case of white winged termites
- ANSES. (2015) Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety
- Banjo, A.D., Lawal, O.A., and SONGONUGA, E.A. (2006) the nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *Full length Research Paper*
- Boyd, M.C. (2017) Cricket Soup: A Critical Examination of the Regulation of Insects as Food. *YALE LAW & POLICY REVIEW*
- Bullington, R. Edible Insects: UT Austin and Texas' Future Role in Sustainable Agriculture. *Sustainability on the UT Campus: A Symposium*
- Chain, F.A.f.t.s.o.t.F. (2014) circular concerning the breeding and marketing of insects and insect-based food for human consumption
- Chain, F.A.f.t.s.o.t.F. (2018) circular letter concerning the breeding and marketing of insects and insect-based food for human consumption
- Cloutier, J. (2015) Edible insects in Africa
- Evira. (2018) insects as food
- Feng, Y., Chen, X.M., Zhao, M., He, Z., Sun, L., Wang, C.Y., and Ding, W.F. (2018) Edible insects in China: Utilization and prospects. *Insect Sci* **25**: 184-198.
- Gao, Y., Wang, D., Xu, M.L., Shi, S.S., and Xiong, J.F. (2018) Toxicological characteristics of edible insects in China: A historical review. *Food Chem*

- Toxicol* **119**: 237–251.
- Hanboonsong, Y., Jamjanya, T., and Durst, P.B. (2013) Six-legged livestock: edible insect farming, collecting and marketing in Thailand. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*: 57.
- Hanmoonsong, Y., and Durst, P.B. (2014) Edible insects in LAO PDR: Building on tradition to enhance food security. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*: 55.
- Huis, A.v., Itterbeeck, J.V., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., and Vantomme, P. (2013) Edible insects, Future prospects for food and feed security. *FAO FORESTRY PAPER*
- IPIFF. (2019) Guide on Good Hygiene Practices
- Kelemu, S., Niassy, S., Torto, B., Fiaboe, K., Affognon, H., Tonnang, H., Maniania, N.K., and Ekesi, S. (2015) African edible insects for food and feed: inventory, diversity, commonalities and contribution to food security. *Journal of Insects as Food and Feed* **1**: 103–119.
- Kelemu, S., Prideaux, C., Ng'ang'a, L., Osogo, D., Njui, A., and Mwash, B. (2016) annual_report_2015. *icipe*
- Kelemu, S., Prideaux, C., Ng'ang'a, L., Osogo, D., Njui, A., and Mwash, B. (2017) AnnualReport2016. *icipe*
- Kelemu, S., Prideaux, C., Ng'ang'a, L., Osogo, D., Njui, A., and Mwash, B. (2018) Annual_Report2017. *icipe*
- Kelemu, S., Prideaux, C., Ng'ang'a, L., Osogo, D., Njui, A., and Mwash, B. (2019) Annual_Report2018. *icipe*
- Kim, T.K., Yong, H.I., Kim, Y.B., Kim, H.W., and Choi, Y.S. (2019) Edible Insects as a Protein Source: A Review of Public Perception, Processing Technology, and Research Trends. *Food Sci Anim Resour* **39**: 521–540.
- Melgar Lalanne, G., Hernández Álvarez, A.J., and Salinas Castro, A. (2019) Edible Insects Processing: Traditional and Innovative Technologies. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **18**: 1166–1191.
- research, w.u.a. (2016) Edible insects, innovative protein source for a transition in the food landscape
- Tang, C., Yang, D., Liao, H., Sun, H., Liu, C., Wei, L., and Li, F. (2019) Edible insects as a food source: a review. *Food Production, Processing and*

Nutrition 1

twobirds.com. Bird & Bird & Edible Insects Regulation of Edible Insects Across Europe

wageningen_university_and_research. (2019)

insects_for_africa_developing_business_opportunit-for insects in animal feed in eastern africa

윤은영, 황재삼 (2016) 곤충 식품 개발 현황 및 전망. *Food science and industry*

국립농업과학원. (2016) 창업을 위한 식용곤충요리

김민아. (2017) 식용곤충시장과 소비자보호방안 연구. *Korea Consumer Agency*

김민욱 등. (2019) 식용 곤충에 이어 사료용 곤충도 사유기준 마련. *농림축산식품부*

농림축산식품부. (2017) 식용곤충을 활용한 프리미엄 반려동물 간식 수출연구사업단
기획지원 최종보고서

어명근, 홍. (2017) 세계농업(World Agriculture). *Korean Rural Economic Institute*

이승빈. (2015) 우물밖 개구리. *농림수산식품기술기획평가원*

글로벌농정 인사이트. (2018) 해외 곤충산업 현황. *농림수산식품교육문화정보원*

탐사보고서, 동.이.글.프.프. (2018) 지속가능한 영양을 기반으로 한 4차 산업혁명 시
대의 미래식량 식용곤충의 상용화 방안 연구

발행처	빠빠용의 사람들
발행일	2020년 2월
발행인	빠빠용의 사람들
전 화	070-4645-3700
주 소	서울시 중구 동호로 191
저 자	조용훈, 한연수, 박기범, 황희주, 김용욱, 류정표
ISBN	
정 가	비매품



제3차년도
수출전략기술개발사업

식용곤충 기반 반려동물간식 수출연구사업단

(식용곤충 및 곤충 산업에 대한 국제적 동향보고서)