

# 식용 곤충

식량 및 사료 안보 전망

## Edible insects

Future prospects for food and feed security



# 식용 곤충 : 식량 및 사료 안보 전망

FAO  
산림국  
보고서

171

공동 저자:

**Arnold van Huis**

**Joost Van**

**Itterbeeck Harmke**

**Klunder Esther**

**Mertens Afton**

**Halloran**

**Giulia Muir**

**Paul Vantomme**

이 책에 사용된 명칭이나 제시된 자료는 특정 국가, 영토, 도시, 지역 또는 관계 당국의 법적 상태나 개발 상태를 비롯하여 해당 경계 지역이나 국경 지역과 관련하여 국제연합식량농업기구(FAO)의 의견을 표현하는 것이 아니다. FAO는 이 책에 언급된 특정 제조업체의 생산품이나 회사명을 특허 여부와 관계없이 언급하지 않은 다른 유사 생산품이나 회사보다 우선하여 추천하거나 권장하지 않는다.

이 책에 제시된 견해는 FAO의 견해나 방침을 반영하지 않을 수도 있다.

ISBN 978-92-5-107595-1 (인쇄)

E-ISBN 978-92-5-107596-8 (PDF)

© FAO 2013

FAO는 이 책에서 소개하는 정보의 이용, 재생산, 배포를 장려한다.

이 책은 별도로 명시된 경우를 제외하고 개인 학습, 연구, 교육용 또는 비상업적 제품과 서비스용으로 복사, 다운로드, 인쇄할 수 있다.

단, 원문 저작권자인 FAO의 적절한 승인을 받아야 하고 FAO는 사용자의 견해, 제품, 서비스를 추천하지 않는다.

번역권 및 2차적 저작물 작성권, 재판매권 및 기타 상업적 이용권에 대한 모든 요청은 [www.fao.org/contact-us/licence-request](http://www.fao.org/contact-us/licence-request)를 이용하거나 [copyright@fao.org](mailto:copyright@fao.org)로 연락하여야 한다.

FAO 보고서는 FAO 웹사이트([www.fao.org/publications](http://www.fao.org/publications))에서 이용할 수 있으며 [publications-sales@fao.org](mailto:publications-sales@fao.org)를 통해 구입할 수 있다.

# 목차

서문 .....	ix
약어 .....	x
저자 머리말 .....	xi
감사의 글 .....	xii
요약 .....	xiii
<b>1. 소개 .....</b>	<b>1</b>
1.1 왜 곤충을 먹는가? .....	2
1.2 왜 FAO인가? .....	2
<b>2. 곤충의 역할 .....</b>	<b>5</b>
2.1 곤충이 인간과 자연에 주는 혜택 .....	5
2.2 세계 곤충 소비 현황 .....	9
2.3 중요한 식용 곤충류의 예 .....	20
2.4 중요한 곤충 산물 .....	29
<b>3. 곤충 소비와 관련된 문화, 종교 및 역사 .....</b>	<b>35</b>
3.1 왜 서구 사회는 곤충을 먹지 않는가? .....	35
3.2 왜 곤충은 식용으로 사육되지 않았을까? .....	37
3.3 곤충에 대한 부정적인 태도 .....	39
3.4 곤충 소비의 역사 .....	40
<b>4. 천연자원으로서의 식용 곤충 .....</b>	<b>45</b>
4.1 식용 곤충의 생태 .....	45
4.2 야생으로부터의 채집: 잠재적 위험과 해결 방법 .....	45
4.3 식용 곤충 자원의 보호와 관리 .....	48
4.4 식용 곤충 준사육 .....	51
4.5 해충 관리 .....	55
<b>5. 식량 및 사료용 곤충 사육의 환경적 기회 .....</b>	<b>59</b>
5.1 사료 전환 .....	60
5.2 유기 사이드 스트림 .....	60
5.3 온실가스와 암모니아 배출 .....	62
5.4 물 이용 .....	64
5.5 생애 분석 .....	64
5.6 동물 복지 .....	65
5.7 동물원성 감염의 위험 .....	65
5.8 하나의 건강(One Health) 개념 .....	66
<b>6. 식용 곤충의 영양학적 가치 .....</b>	<b>67</b>
6.1 영양 성분 .....	67
6.2 소고기와 곤충 비교: 거저리 사례 .....	74
6.3 식사의 일부로서의 곤충 .....	76
6.4 지속 가능한 음식 .....	79
6.5 긴급 구조 프로그램에서 식용 곤충 이용 .....	79

<b>7. 동물 사료로서의 곤충 .....</b>	<b>89</b>
7.1 개요 .....	89
7.2 가금류 및 어류 사료로 곤충 이용 .....	90
7.3 사료로 사용되는 주요 곤충류 .....	93
<b>8. 곤충 양식 .....</b>	<b>97</b>
8.1 정의와 개념 .....	97
8.2 곤충 양식 .....	97
8.3 인간 소비를 위한 곤충 사육 .....	99
8.4 사료를 위한 곤충 사육 .....	101
8.5 곤충 양식에 대한 제언 .....	101
<b>9. 식용 및 사료용 곤충 가공 .....</b>	<b>105</b>
9.1 다양한 제품 소비 방법 .....	105
9.2 산업 규모 가공 .....	108
<b>10. 식품 안전 및 보존 .....</b>	<b>115</b>
10.1 보존 및 저장 .....	115
10.2 곤충의 특징, 식품 안전 및 항균성 화합물 .....	117
10.3 알레르기 .....	121
<b>11. 생계에 도움이 되는 식용 곤충 .....</b>	<b>123</b>
11.1 소형 가축 부문의 식용 곤충 .....	123
11.2 지역 식생활 개선 .....	124
11.3 자연 자원에 대한 접근성 및 토지 점유권 .....	125
11.4 여성의 참여 .....	126
<b>12. 경제: 현금 소득, 사업 개발, 시장 및 무역 .....</b>	<b>129</b>
12.1 현금 소득 .....	129
12.2 사업 개발 .....	131
12.3 곤충 제품 시장 개발 .....	133
12.4 시장 전략 .....	135
12.5 무역 .....	136
<b>13. 식품 및 사료로서의 곤충 홍보 .....</b>	<b>139</b>
13.1 혐오 요소 .....	139
13.2 전통 지식 활용 .....	145
13.3 이해 당사자들의 역할 .....	147
<b>14. 식량 안보를 위한 곤충 사용을 규제하는 법적 프레임워크 .....</b>	<b>151</b>
14.1 주요 장벽 .....	152
14.2 법적 프레임워크 및 표준화 .....	154
<b>15. 성공으로 가는 길 .....</b>	<b>159</b>
<b>참고 문헌 .....</b>	<b>161</b>
<b>추천 문헌 .....</b>	<b>184</b>

## 글 상자

1.1 곤충이란 무엇인가?	1
2.1 갈색 버벌구의 급증	5
2.2 잘 알려진 곤충의 생산물과 그 혜택	6
2.3 문화적 곤충 소비의 예	7
2.4 곤충의 국가별 다양성의 예: 중앙아프리카 공화국의 식용 곤충류	10
2.5 소리를 이용한 유충채집	11
2.6 마게이 벌레( <i>Maguey worm</i> )	12
2.7 전 세계 양봉 현황	13
2.8 아후아후틀, 멕시코 캐비어	15
2.9 멕시코 로스 레예스 메트존틀라 푸에블라 지방 포폴로카 족의 야생 음식 섭취	19
2.10 콩고 민주 공화국, <i>Yansi</i> 의 격언	21
2.11 붉은 야자 바구미	22
2.12 케냐의 전통 지식과 신기술이 결합된 흰개미 채집	24
2.13 정전으로 피해를 입은 우간다 식용 메뚜기 산업	28
2.14 코치닐 염료 사용에 대한 논란	30
2.15 꿀 생산량 향상을 위한 개각충의 이용	31
3.1 하늘 새우 메뚜기와 바다 귀뚜라미	36
3.2 말리와 미국의 예	38
3.3 곤충 소비와 현대의 기독교	40
3.4 여러 세기의 식용 곤충	41
4.1 라오스	46
4.2 아시아 및 태평양 지역의 야생 채집: 과거, 현재, 미래	46
4.3 모파인 애벌레와 다른 아프리카 애벌레들	47
4.4 브라질의 곤충과 생물다양성	50
4.5 산불 관리와 이동 사육이 애벌레 개체군에 미치는 영향	53
4.6 왕풍덩이의 사례: 농해충에서 벌미, 보호 논쟁의 대상으로	55
5.1 <i>Ecodiptera</i> 프로젝트	61
6.1 생물다양성을 위한 <i>FAO/INFOODS</i> 의 식품 성분 데이터베이스	67
6.2 단백질 및 아미노산("식품화학")	68
6.3 지방산	71
6.4 꿀벌레큰나방 애벌레	71
6.5 <i>Don Bugito</i> : 창의적이고 전통적인 멕시코의 이동 주방	77
6.6 <i>WinFood</i> : 전통 음식을 효율적으로 이용하여 아동 영양실조 완화	80
7.1 <i>International Feed Industry Federation</i> 과 <i>FAO</i> : 새롭고 안전한 단백질을 찾아	89



7.2 비식용 어류 .....	90
7.3 현재 어떤 곤충이 가축 사료로 이용되니까?.....	91
7.4 닭고기 소비로 인한 약물내성이 높은 <i>ESBL</i> 균주 감염.....	91
7.5 오하이오 주에서 민물 참새우 생산에 대한 지속 가능성 향상 .....	94
8.1 이충 생산 시스템(섬유 및 식품): 누에의 예 .....	97
8.2 생물학적 방제 및 자연 수분(화분매개).....	98
8.3 우주에서의 곤충 단백질 .....	100
8.4 네덜란드 내 귀뚜라미 사육의 문제점 .....	102
9.1 흰개미: 동아프리카 및 서아프리카의 가공 기술 .....	107
9.2 환경 경제학 .....	111
9.3 식용 곤충의 응용 .....	112
연결 고리로서의 곤충: 생태에 의해 설계되는 순환 경제 .....	112
10.1 모파인 애벌레의 식용 가공 .....	116
10.2 남부 아프리카의 노린재 ( <i>Nezara robusta</i> ) .....	119
10.3 호주에서의 보공나방 .....	120
10.4 알레르기-위생 가설 .....	122
11.1 뉴기니 섬의 영양과 생계의 중요한 원천인 붉은 야자 바구미 ( <i>Rynchophorus ferrugineus</i> ) .....	125
11.2 캄보디아 거미 .....	126
11.3 식용 곤충 소비와 토착민 .....	127
12.1 모파인 애벌레의 채집, 가공 및 거래 .....	130
12.2 태국 도매 시장 .....	131
12.3 거리 음식 사업을 시작하기 전의 타당성 조사 .....	131
12.4 네덜란드의 곤충 사육자 협회 .....	132
12.5 FAO 다양화 소책자 18, 길거리 음식 및 간식 판매 .....	134
12.6 이주를 통한 민족 음식: 아프리카에서 프랑스와 벨기에로의 애벌레 수출 .....	137
12.7 일본의 말벌 무역 .....	137
13.1 어떻게 하면 곤충을 혐오하는 사람들이 곤충의 맛을 이해하고 받아들일 수 있을까?.....	139
13.2 식용 곤충 요리책 .....	140
13.3 지속 가능한 개발을 위한 교육에 효과적인 접근 방법 .....	141
13.4 식용 곤충 뉴스레터.....	142
13.5 식용 곤충의 식단 내 사용에 대한 개도국 간 국제 지식 공유 .....	146
13.6 북유럽 식품 연구소( <i>Nordic Food Lab</i> ).....	148
13.7 <i>Konchu Ryori Kenkyukai</i> .....	149
14.1 FAOLEX .....	151
14.2 유럽연합(EU) 내 시장 설립에 대한 장벽 .....	153
14.3 국제식품규격( <i>Codex Alimentarius</i> ) .....	154
14.4 EU 집행위원회의 신소재 식품 정의 .....	156

## 그림

2.1 국가별 식용 곤충종의 개수 .....	9
2.2 세계적으로 소비되는 곤충 목별 개수 .....	10
2.3 콩고 민주 공화국 톰바 호수 지역의 15개월간(최고) 월별 강수량 및 월별 생선, 애벌레, 사냥감을 먹은 식사 횟수 .....	16
2.4 멕시코 로스 레예스 메트존틀라 푸에블라 지방의 포폴로카족의 식용 곤충, 야생 식물, 자급 농작물의 시기별 가용성 .....	20
4.1 목별 곤충 분포, 브라질 .....	50
4.2 베짜기개미( <i>Oecophylla</i> ) 종의 지리적 분포 .....	57
5.1 일반 육류와 귀뚜라미의 생산 효율성 .....	60
5.2 동물 사료 공급 사슬에서 곤충 이용 .....	61
5.3 가축 먹이 공급 사슬에 따른 상대적 GHG 발생 비율 .....	62
5.4 세 가지 곤충류, 돼지 및 육우의 kg당 온실가스 및 암모니아 생산량 .....	63
5.5 거저리, 우유, 돼지고기 및 소고기에서 단백질 1 kg 생산으로 인한 온실가스 발생량(지구온난화지수), 에너지 이용 및 토지 이용 .....	64
7.1 어유와 어분의 국제 도매 시장 가격, 함부르크까지의 운송료와 보험료 포함 .....	90
7.2 우간다 양어업자의 여러 종류 사료 사용 비율 .....	92
9.1 <i>Agriprotein</i> 의 파리 단백질 생산 과정 .....	109
9.2 <i>Agriprotein</i> 의 가치/생산 사슬 .....	110
9.3 빠진 고리로서의 곤충: 생태계에 의해 설계되는 순환 경제 .....	113

## 표

2.1 중앙아프리카의 애벌레 채집량 .....	17
2.2 라오스의 월별 식용 곤충 가용성 .....	17
2.3 태국의 월별 식용 곤충 가용성 .....	18
2.4 멕시코 로스 레예스 메트존틀라 푸에블라 지방의 포폴로카 족이 이용하는 곤충 및 곤충 산물 .....	19
4.1 전 세계 또는 지역 농경 생태계에서 중요 해충으로 간주되지만 대체 관리 전략을 통해 통제하고 식용으로 널리 사용할 수 있는 식용 곤충 .....	56
5.1 축산업계가 온실가스 배출에 미치는 영향 .....	62
6.1 지역별로 다르게 가공된 곤충 종의 에너지 함량 예 .....	68
6.2 곤충 목별 조단백질 함량 .....	69
6.3 곤충, 파충류, 어류, 포유류의 평균 단백질 함량 비교 .....	69
6.4 얼룩 메뚜기의 후속 변태 단계에 따른 곤충 단백질의 차이, 얼룩 메뚜기( <i>Zonocerus variegatus</i> ), 나이지리아, 오군 주 .....	70
6.5 카메룬에서 소비되는 여러 식용 곤충의 지방 함량과 임의로 선택된 지방산 .....	72



6.6	일일 필수 미네랄 권장 섭취량과 모파인 애벌레( <i>Imbrasia belina</i> ) 함량 비교...	73
6.7	선택한 갈색거저리( <i>Tenebrio molitor</i> )와 소고기에 대해 수분 함량을 제외한 고형물 함량의 비율로 대략적인 평균치 분석 .....	75
6.8	<i>Tenebrio molitor</i> 및 소고기의 평균 아미노산 함량 (다른 설명이 없는 한 g/고형물 함량 kg으로 표시).....	75
6.9	<i>Tenebrio molitor</i> 와 소고기의 고형물 함량 기준 지방산 함량 .....	76
6.10	인구 100명 정도의 <i>Lapu</i> (콜롬비아 바우페스의 <i>Rio Papuri</i> )의 <i>Tukanoan</i> 마을에서 연간 무척추동물 소비 .....	78
6.11	세계 4개 토착민 마을의 전통 식품들:.....	79
	페루( <i>Awajun</i> ), 콜롬비아( <i>Ingano</i> ), 태국( <i>Karen</i> ) 및 나이지리아( <i>Igbo</i> ).....	79
8.1	자동 생산 시스템에 적합한 곤충의 특징 .....	101
9.1	대규모 식용 곤충 생산의 중요한 측면 .....	108
14.1	식품 내 곤충 오염의 최대 허용 수준.....	152

# 서문

2050년에는 세계 인구가 90억에 이를 것이라는 전망은 익히 알려져 있다. 이처럼 많은 인구의 생존을 위해서는 지금보다 거의 두 배에 달하는 식량이 필요할 것이다. 이에 토지 및 경작지 부족의 심각성이 증가하고 있다. 해양 어류 남획과 수자원 부족으로 인한 기후 변화는 식량 생산에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 전 세계적으로 거의 10억에 이르는 인구가 만성적인 기아에 시달리고 있는 현재와 미래의 식량 및 영양에 관한 문제에 대처하기 위해서는 우리가 먹고 있는 식품과 그 생산 방법을 재조명할 필요가 있다. 효율성을 높이고 음식 쓰레기를 줄이면서 식량 증가를 위한 새로운 방법을 찾아야 한다.

식용 곤충은 항상 인류의 식사 문화의 한 부분이었다. 하지만 어떤 사회는 곤충을 먹는다는 것에 대해 어느 정도 혐오감을 가지고 있기도 한다. 대부분의 식용 곤충은 산림 서식지에서 채집되고 있으나, 많은 나라에서 대량 사육 시스템을 통한 혁신을 시도하고 있다. 곤충은 선진국과 개발 도상국 모두에서 전통 지식과 현대 과학을 접목할 수 있는 의미 있는 기회를 제공한다.

이 책은 곤충을 식량 및 수입원으로 채집하는 전통적인 방법을 알아보고, 산림 서식지에 관련된 생태학적인 영향을 문서화하기 위해 FAO 산림국의 노력에서 출발했다. 그 후 FAO는 식품 및 사료용 곤충 사육에 대한 기초 및 응용 연구의 선두주자인 네덜란드의 와게닝젠(Wageningen) 대학 곤충 연구소(Laboratory of Entomology)와 공동작업을 하게 되었다. 이러한 협력 관계는 FAO에 큰 힘이 되었으며, 광범위한 노력을 통해 곤충 채집과 식량 안보 문제 완화를 위한 실행 가능한 방법으로서 곤충의 채집과 사육에 대해 다방면으로 연구하고 있다.

이 책은 선진국 및 개발 도상국의 생태계, 식생활, 식량 안보 및 생계에 곤충이 기여하는 바에 대한 광범위한 과학적 연구를 바탕으로 한다. 국내외 식품 기관들이 식품과 사료의 자원으로서 곤충의 위상에 대한 많은 관심을 가지기를 희망한다. 또한 사육자, 언론, 공공 일반, 정부의 정책 결정자, 다자간 또는 상호 기부단체, 투자 회사, 연구소, 원조 단체, 식품 및 사료 산업의 관심을 바란다. 무엇보다 이 책으로 인해 자연과 인류의 지속성을 유지하는데 곤충이 귀중한 역할을 한다는 인식이 높아지기를 희망하며, 또한 인류 식단의 다양화와 식량 안보에 기여하는 곤충에 대한 문서화에 도움이 되기를 바란다.



**Eduardo Rojas-Briales**  
Assistant Director-General  
FAO Forestry Department



**Ernst van den Ende**  
Managing Director  
Department of Plant Sciences Group  
Wageningen University and Research Centre

## 약어

<b>BCE</b>	<i>Before Common Era</i>
<b>BSE</b>	<i>bovine spongiform encephalopathy</i>
<b>CABIN</b>	<i>Central African Biodiversity Information Network</i>
<b>CE</b>	<i>Common Era</i>
<b>CGRFA</b>	<i>FAO's Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture</i>
<b>CH<sub>4</sub></b>	<i>methane</i>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<i>carbon dioxide</i>
<b>CRGB</b>	<i>Centre de Recherche pour la Gestion de la Biodiversité (Benin)</i>
<b>EFSA</b>	<i>European Food Safety Agency</i>
<b>ESBL</b>	<i>extended spectrum beta-lactamase</i>
<b>EU</b>	<i>European Union</i>
<b>FBF</b>	<i>fortified blended foods</i>
<b>g</b>	<i>gram</i>
<b>GHG</b>	<i>greenhouse gas</i>
<b>GWP</b>	<i>global warming potential</i>
<b>HACCP</b>	<i>Hazard Analysis Critical Control Points system</i>
<b>IFIF</b>	<i>International Feed Industry Federation</i>
<b>INFOODS</b>	<i>International Network of Food Data Systems</i>
<b>IPM</b>	<i>integrated pest management</i>
<b>kg</b>	<i>kilogram</i>
<b>N<sub>2</sub>O</b>	<i>nitrous oxide</i>
<b>NGO</b>	<i>non-governmental organization</i>
<b>NWFP</b>	<i>non-wood forest product</i>
<b>PAP</b>	<i>processed animal protein</i>
<b>RDA</b>	<i>recommended dietary allowances</i>
<b>SEPALI</b>	<i>Madagascar Organization of Silk Workers</i>
<b>SPS Agreement</b>	<i>Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures</i>
<b>VENIK</b>	<i>Dutch Insect Farmers Association</i>
<b>WHO</b>	<i>World Health Organization</i>
<b>WTO</b>	<i>World Trade Organization</i>
<b>WUR</b>	<i>Wageningen University and Research Centre</i>

## 저자 머리말

곤충은 종종 인간에게 귀찮은 존재이자 작물과 동물에 대한 해충으로 여겨진다. 하지만 이는 사실이 아니다. 곤충은 낮은 환경 비용으로 식량을 공급하고, 생계에 긍정적으로 기여하며, 자연계에서 핵심적인 역할을 담당하고 있다. 하지만 일반 대중들은 대체로 이러한 곤충의 혜택을 알지 못한다. 일반적인 믿음과 달리 곤충은 식량이 부족한 시기 또는 "전통적인 음식"의 구매와 수확이 어려운 시기에 소비하는 "기근용 음식"이 아니다. 전 세계의 많은 사람이 대체로 입맛에 맞고, 지역 음식 문화에서 이어져 온 전통에 따라 스스로 선택하여 곤충을 먹는 경우가 많다.

2008년 와게닌젠 대학과 FAO의 공동 연구를 통해 소수의 연구자들이 곤충의 사육과 소비에 대해 출판되거나 출판되지 않은 광범위한 기록물들을 검토하기 시작했다. 그들의 목적은 앞에서 언급한 잘못된 인식을 타파하고 식용 곤충 분야의 발전에 긍정적으로 기여하는 것이었다. 식용 곤충이라는 주제에는 곤충이 채집되는 서식지의 보존에서 곤충 생태학, 곤충의 인공 사육, 곤충을 식품 및 사료로 가공하는 과정, 곤충 소재 식품 및 사료 제품의 표시 방법 및 마케팅 등의 다양한 주제가 포함되어 있다. 따라서 이 책 역시 광범위한 분야의 학문과 전문적인 영역을 다룬다. 이는 임업 기술, 동물 사육, 영양학, 사료 산업, 입법 및 식량 안보 정책 분야의 전문가들이 기울인 종합적인 노력의 산물이다.

이 책은 식량 및 사료 안보에 대한 곤충의 기여도를 포괄적으로 평가하기 위해, 음식으로서의 곤충 식품 및 사료 가치 사슬의 모든 관점을 문서화한 FAO의 최초 시도라는 점에서 의의가 있다. 여기에는 와게닌젠 대학에서 수행한 연구 등 전 세계적으로 이루어진 독창적인 연구가 포함된다. 또한 2012년 1월 23일부터 25일까지 이탈리아 로마의 FAO 본부에서 열린 식량 안보를 위한 곤충의 식량 및 사료화 잠재성 평가에 대한 국제 전문가 자문 회의(*International Expert Consultation on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security*) 보고서도 포함되어 있다. 이 회의는 다양한 배경의 농업 전문가들이 토론을 시작한 지점인 동시에, 세계 식량 안보 달성을 위한 다각적인 전략의 하나로 곤충의 식품 및 사료 이용의 잠재적 장점에 대한 정보를 교환하는 기회가 되었다는 의미를 가진다. 회의 참가자들은 저자들에게 풍부한 보충 자료를 제공해 주었으며 소중한 통찰력을 제시해 주었다. 이러한 모든 노력은 이 책의 구성, 내용, 결론을 만드는 데 도움이 되었으며, 이 책을 통해 식량 안보 문제 완화를 위한 해결책의 기반을 도모할 수 있기를 희망한다.

식품 및 사료용 곤충 사육은 아직 걸음마 단계에 불과하며, 향후 발전 과정에 따라 중요한 도전 과제들이 나타날 것이다. 그러므로 독자 여러분은 문의와 피드백이 있는 경우 이 책의 저자들에게 언제든지 연락 주시기 바란다. 여러분의 공헌이 이 분야의 발전에 큰 도움이 될 것이다.

식용 곤충 과학은 아직 상대적으로 신생 분야이므로, 소수의 과학자들에게만 알려져 있다. 그들 중 한 명인 Gene R. DeFoliart(1925–2013)는 이 책이 출판되기 직전에 고인이 되었다. 그는 자신의 오랜 학자로서의 생애를 지구 전체적인 식량원으로서의 곤충에 대한 관심을 높이고자 노력했고, 1991년 은퇴 이후에도 오랫동안 연구에 매진했다. 또한 그는 식용 곤충 소식지인 "The Food Insects Newsletter"의 창간인이기도 하다. 고인에게 이 책을 헌사한다.

## 감사의 글

이 책은 전 세계 여러 나라의 다양한 분야에 종사하는 사람들의 소중한 공헌 덕분에 만들어질 수 있었다. 이분들의 아이디어, 논문, 전문 활동은 이 책의 저작에 중요한 역할을 했다. 그중에서도 특히 2012년 1월 23일부터 25일까지 이탈리아 로마의 FAO 본부에서 이루어졌던 식량 안보를 위해 식품 및 사료로서 곤충의 잠재성을 평가하는 전문가 자문회의(*Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security*) 참가자 75명에게 특별한 감사를 전한다.<sup>1</sup> 또한 각 장을 감수해주신 *Christian Borgemeister, Eraldo Medeiros Costa-Neto, David Drew, Florence Dunkel, Jørgen Eilenberg, Ying Feng, Parimalendu Haldar, Yupa Hanboonsong, Antoine Hubert, Annette Bruun Jensen, Nonaka Kenichi, Andrew Müller, Maurizio Paoletti, Julieta Ramos Elorduy Blásquez, Nanna Roos, Oliver Schneider, Severin Tchibozo, Alan L. Yen*께 특별히 감사하다.

그리고 각자의 전문 분야와 관련된 장을 친절하게 감수해주신 FAO 소속의 *Philippe Ankers, Jan Breithaupt, Carmen Bullón, Ruth Charrondiere, Persijn Diedelinde, Patrick Durst, Graham Hamley, Martin Hilmi, Edgar Kaeslin, Blaise Kuemlangan, Harinder Makar, Verena Nowak, Koroma Suffyan, Patrice Talla, Pieter Van Lierop, Philine Wehling*께도 다양한 분야에 대해 기꺼이 도움을 주신 데 대해 깊은 감사를 드린다. 또한 *Sarah van Broekhoven*과 *Dennis Oonincx*를 포함한 와게닌젠 대학 관계자 분들께도 감사하다.

편집을 맡아준 *David McDonald*와 *Alastair Sarre*, 곤충의 라틴어 학명 검토를 맡은 *Yde Jongema*, 디자인과 레이아웃을 책임진 *Kate Ferrucci*, 원고의 인쇄 및 배부를 총괄한 *Susy Tafuro*와 *Lucia Travertino Grande*, 미디어 지원을 맡은 *Maria DiCristofaro*와 *Alison Small*에게도 감사를 표한다. 식용 곤충 프로그램을 전적으로 지원해준 FAO 산림 경제, 정책, 생산 분과 이사 *Eva Müller*와 전직 이사 *Michael Martin*에게도 특별한 감사를 드린다.

무엇보다도 일상적으로 곤충을 소비하는 전 세계의 모든 분에게 고마움을 표하고 싶다. 식용 곤충에 대한 유서 깊은 지식을 제공해 주었으며 일상생활 속에 차지하는 곤충의 중요한 역할에 대한 지식을 가진 그들이야말로 곤충 섭취의 관습을 이어나가고 미래 식량과 사료로서의 식용 곤충의 잠재성을 증명해줄 핵심 자원이다.

<sup>1</sup> 자세한 정보는 [www.fao.org/forestry/edibleinsects/74848/en/](http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/74848/en/)을 참고하기 바란다.

## 요약

이 책에서는 식품 및 사료로서 곤충의 잠재성을 평가하고 식용 곤충에 대한 기존의 정보와 연구 결과를 집약한다. 이러한 평가는 다양한 정보원과 전 세계의 전문가들로부터 수집한 가장 최근의 완전한 데이터를 기초로 한다.

식품 및 사료로서 곤충이라는 주제는 21세기부터 특히 동물단백질의 가격 상승, 식량 안보 불안, 환경 문제, 인구 팽창, 중산층의 단백질 수요 증가 등의 문제와 맞물려 등장했다. 이 같은 문제가 대두하면서 기존의 가축 사육과 사료 자원을 대체할 수 있는 해결책이 요구됨에 따라 곤충의 섭취 또는 식용 곤충학(entomophagy)이 환경, 건강, 생계에 긍정적으로 기여하게 된 것이다.

이 책은 2003년 FAO 산하 산림부가 중앙아프리카 지방의 전통적인 생활 방식에서 곤충의 역할을 문서화하고 자연 서식지에서 곤충을 채집하는 것이 산림 보존에 어떤 영향을 끼치는지 평가하고자 했던 작은 노력에서 시작되었다. 이러한 노력은 이후 세계 식량 안보를 개선하기 위한 곤충 채집 및 사육의 잠재성을 다각도로 연구하기 위한 광범위한 노력으로 이어졌다. 이 책의 목적은 최초로 곤충의 식품 및 사료화에 대한 많은 기회 요소와 제약 조건들에 대해 함께 정리하는 데에 있다.

### 곤충의 역할

적어도 20억 명의 사람들이 전통적인 식사의 일부로 곤충을 섭취하고 있으며, 1,900여종 이상의 곤충이 식품으로 이용되고 있다고 알려져 있다. 곤충은 인류의 생존에 매우 중요한 생태학적인 역할을 수행하고 있다. 식물의 번식을 위한 꽃가루 수분을 돕고, 부산물의 생화학적 분해를 통해 토양을 비옥하게 만들며, 해충에 대한 자연적인 생물학적 방제 역할을 맡는 동시에 꿀, 실크, 구더기 치료 등의 의학적 요법과 같이 인간에게 귀중한 생산물을 제공하기도 한다. 또한 곤충은 인류 문화에서 수집품이나 장식품으로 이용되어 왔고, 영화, 시각 예술 및 문학에서도 이용되어 왔다. 전 세계적으로 가장 많이 소비되는 곤충에는 딱정벌레(딱정벌레목) 31%, 애벌레(나비목) 18%, 벌, 말벌, 개미(벌목) 14% 등이 있다. 그 다음은 메뚜기, 비황, 귀뚜라미(메뚜기목)가 13%, 매미, 매미충, 멸구, 개각충, 노린재(노린재목)가 10%, 흰개미(흰개미목)가 3%, 잠자리(잠자리목)가 3%, 파리(파리목) 2% 및 기타 목의 곤충들이 5%를 차지한다.

### 문화

곤충 소비는 문화적, 종교적인 관습에 많은 영향을 받으며, 곤충은 세계 여러 지역에서 흔하게 섭취되고 있다. 그러나 대부분의 서양 국가에서는 곤충 소비에 대해 혐오감을 가지고 있으며 곤충의 섭취를 원시적인 행태와 결부시키곤 한다. 이러한 사고방식으로 인해 곤충은 농업 관련 연구에서 소홀히 다루어져 왔다. 곤충 섭취에 대한 역사적인 증거 자료들에도 불구하고 곤충 소비는 아주 최근에 와서야 대중의 관심을 받기 시작했다.

### 천연자원으로서의 식용 곤충

식용 곤충은 수중 생태계에서 경작지와 산림에 이르기까지 매우 다양한 곳에서 서식한다. 최근까지도 곤충은 자연에서 얼마든지 채집할 수 있는 것으로 여겨졌다. 하지만 일부 곤충류는 현재 멸종 위기에 처해 있으며, 과도한 채집, 오염, 산불, 서식지 파괴 등의 수많은 인위적인 행위로 인해 많은 식용 곤충류가 감소했다. 아직 잘 알려지지 않았지만, 기후의 변화도 식용 곤충의 분포와 가용성에 영향을 미치는 것으로 보인다.

이 책은 여러 지역의 곤충과 곤충의 기주 식물을 보호하려는 농촌 사람들의 보존 전략 및 존사육 관습에 대한 사례 연구를 담고 있다. 그러한 노력은 서식지 보존 향상에 기여하고 있다.

### 환경친화적인 기회 제공

식품 및 사료용 곤충 양식은 사료 효율이 높기 때문에 환경친화적이다. 예를 들어 1 kg의 귀뚜라미를 키우기 위해서는 2 kg의 사료만 있으면 된다. 또한 곤충은 사람이나 동물의 배설물을 포함한 유기물 사이드 스트림을 이용해서 사육할 수 있으므로 환경 오염을 줄일 수 있다. 곤충은 소나 돼지보다 온실가스와 암모니아를 적게 배출하는 것으로 알려져 있으며 소보다 훨씬 적은 공간과 물만으로 사육할 수 있다. 더 많은 연구가 필요하기는 하지만, 곤충은 포유류와 조류에 비해 인간 및 가축, 야생 동물에 대한 동물병원성 감염률도 낮은 것으로 보인다.

### 식용 영양학적 관점

곤충은 고지방, 고단백질, 비타민, 섬유질, 미네랄 등이 풍부한 영양가 높은 건강식품이다. 종류가 워낙 많기 때문에 곤충의 영양학적인 가치는 매우 다양하다. 같은 종의 곤충이라고 해도 변태 단계, 서식지, 먹이 등에 따라 영양학적 가치도 달라질 수 있다. 예를 들어, 거저리(*Mealworm*)의 불포화 오메가-3 및 6계 지방산의 성분은 생선과 비슷한 수준으로 소나 돼지보다 높고, 단백질, 비타민, 미네랄 함량은 생선 및 육류와 거의 비슷한 수준이다.

### 사육 시스템

대부분의 식용 곤충은 야생에서 채집된다. 그러나 벌과 누에 같은 일부 곤충들은 그 생산물로 인해 오래전부터 가축처럼 사육되어 왔다. 또한 곤충은 생물학적인 조절(예: 포식자와 반기생체), 건강(구더기 요법), 수분(화분매개) 등의 목적을 위해 대량으로 사육된다. 그러나 식품을 목적으로 한 곤충 양식의 개념은 비교적 새로운 것이며, 열대 지방에서 식용 곤충을 키우는 일례로 라오스, 태국, 베트남의 귀뚜라미 사육을 들 수 있다.

온대 지방에서는 대체로 가족 경영 단위의 곤충 양식이 이루어지고 있으며 거저리, 귀뚜라미, 메뚜기 등을 애완동물 또는 동물 사료용으로 대량 사육하고 있다. 이들 중 일부는 최근 식품 및 사료로서 곤충을 상용화하기 시작했으나, 직접적인 식용 비율은 매우 적은 편이다.

몇몇 산업 수준의 기업들은 동애등에(*Black soldier fly*) 같은 곤충의 대량 사육을 시작하는 다양한 단계에 있다. 기업에서 사육되는 곤충들은 주로 있는 그대로 섭취되거나 사료로 사용하기 위해 음식으로 가공된다. 성공적인 곤충 양식을 위한 중요한 항목에는 생물학, 사육 환경 조절 및 사육된 곤충류의 식사 방법에 대한 연구 등이 있다. 현재의 생산 시스템에는 높은 비용이 들며 다수의 관련 특허권이 미결 상태이다. 대량 사육의 주요 과제는 자동 가공 시스템을 개발하여 전통적인 방식의 가축 사육이나 양식을 통한 육류(또는 대두와 같은 육류 대용품) 생산에 대해 금전적 경쟁력을 갖춘 공장을 만드는 것이다.

### 동물 사료로서의 곤충

양식업 생산량의 증가로 인해 어분과 대두의 수요가 높아지고 가격이 상승함에 따라, 양식과 가금류를 위한 곤충 단백질을 개발하는 새로운 연구가 요구되고 있다. 곤충 기반의 사료 제품은 현재 양식과 가축에 사용되는 사료 배합분의 주요 요소인 어분과 대두와 유사한 시장을 형성할 가능성이 있다. 자료에 따르면 곤충 기반의 사료는 어분 및 대두 기반의 사료 배합분과 비교할 만하다고 한다. 살아 있거나 죽은 곤충들은 이미 애완동물 또는 동물원 사료로 중요한 틈새시장을 형성하고 있다.



## 가공

곤충은 통째로 소비되는 경우가 많지만 과립이나 반죽 형태로 가공할 수도 있다. 단백질, 지방, 키틴질, 미네랄, 비타민의 추출 또한 가능하다. 현시점에서는 이러한 추출 과정에 너무 많은 비용이 들기 때문에, 지속적인 개발을 통해 이윤을 높이고 식품과 사료 분야에서 산업용으로 사용될 수 있도록 조정할 필요가 있다.

## 식품 안전 및 보존

식품의 안전을 보장하기 위해 곤충과 그 생산물의 가공 및 저장 과정에서도 다른 전통 식품이나 사료 품목과 동일한 건강과 위생 규정을 준수해야 한다. 곤충의 생물학적인 구성으로 인해, 미생물 안전, 독성, 기호성, 무기 화합물의 존재 등 몇 가지 문제들이 고려되어야 한다. 인분이나 도살장의 부산물과 같은 폐기물을 이용하여 사육된 곤충 사료의 경우 건강에 미치는 구체적인 영향도 고려되어야 한다. 매우 드물긴 하지만 곤충 섭취로 인한 알레르기 반응도 분명히 존재한다. 절지동물에 대한 알레르기 반응이 보고된 적도 있다.

## 생계의 개선

소형 가축의 형태로 가정에서 또는 대량 생산 규모로 이루어지는 곤충의 채집 및 사육은 선진국과 개발 도상국 사람들에게 중요한 생계 개선의 기회를 제공할 수 있다. 개발 도상국의 경우, 도시와 지방의 여성 또는 토지를 갖지 못한 거주자 등의 극빈 계층도 쉽게 곤충을 채집, 양식, 가공, 판매하는 일에 종사할 수 있다. 이러한 활동을 통해 식생활을 개선할 수 있고, 남은 음식은 길거리에서 판매하여 소득을 얻을 수도 있다. 곤충은 자연에서 직접 손쉽게 채집하거나 최소한의 기술 비용만으로도 사육할 수 있다. 곤충 자체가 이미 어느 정도 지역 음식 문화의 일부이므로 곤충 사육은 최소한의 토지와 시장 구축 노력만으로도 가능하다.

단백질과 기타 영양소의 결핍은 주로 사회적 약자들의 사회적 갈등 상황 및 자연재해 시기에 발생한다. 곤충의 영양 성분, 접근성, 간단한 사육 기술, 빠른 성장률은 사회적 약자에게 구호 식량을 제공하고 생계와 전통적 식생활 수준을 개선할 수 있는 효과적이고 저렴한 기회를 제공할 수 있다.

## 경제적 발전

가구 단위 또는 대량 생산 단위 모두 곤충의 채집 및 사육을 통해 고용을 늘리고 수입을 얻을 수 있다. 중앙 및 남부 아프리카와 동남아시아와 같은 개발 도상국의 경우, 식용 곤충에 대한 수요가 있고 비교적 곤충의 판매가 쉽기 때문에 작은 규모의 사업으로 곤충을 채집하고 사육하여 길거리 음식으로 가공하거나 닭이나 물고기의 사료로 판매할 수 있다. 곤충의 국제 무역은 극히 일부를 제외하면 매우 미미한 수준이다. 선진국의 곤충 무역은 주로 이민자 사회의 수요 또는 특이한 음식을 판매하는 틈새시장의 발전으로 이루어진다. 식용 곤충의 국경 무역은 주로 동남아시아와 중앙아프리카의 국경지대에서 많이 이루어지며 규모가 상당히 큰 편이다.

## 커뮤니케이션

곤충 소비의 관행에 대한 상반된 견해에 대해서는 관련된 다양한 이해 관계자마다 다른 형태로 접근해야 한다. 곤충 소비 문화가 잘 형성되어 있으나 식단이 점점 서구화되고 있는 열대 지방에서는 미디어 커뮤니케이션을 통해 식용 곤충이 영양학적으로 귀중한 자원이라는 점을 알리는 것이 필요하다. 서구 사회의 경우에는 맞춤형 미디어 커뮤니케이션 전략과 혐오 요소에 대처하기 위한 교육 프로그램이 필요하다. 일반 대

중뿐만 아니라 식품 및 사료 업계의 정책 입안자 및 투자자들에게도 식품 및 사료용 곤충의 잠재성에 대한 검증된 정보를 제공함으로써 전 세계의 정치, 투자, 연구에 있어서 곤충의 위상을 높일 수 있다.

### 법률 제정

지난 20년간 식품과 사료 공급 사슬을 관장하는 규제 프레임워크가 엄청나게 확장된 반면, 여전히 식품과 사료로서 곤충을 관장하는 법은 거의 없는 실정이다. 선진국에서 식품 및 사료 분야를 위한 곤충 양식의 산업화를 저해하는 주요 요소는 바로 곤충의 식품 및 사료 이용에 명확한 법규정이 없다는 점이다. 개발 도상국에서는 실제로 인간이나 동물의 식량으로 곤충을 사용하는 것에 대한 규제가 비교적 약한 편이다. 곤충을 포함하는 법이나 규정의 개발을 주도하는 것은 현재 사료 분야이지만, 음식으로서 곤충을 사용하는 것에 대한 규정과 표준 개발은 "새로운 식품(*Novel Food*)"이라는 새로운 개념을 통해 주도적으로 이루어지는 것으로 보인다.

### 나아갈 방향

식량 안보에 대한 곤충의 막대한 공헌 및 잠재력을 알리기 위한 모든 노력은 동시에 다음 네 가지 문제점도 함께 내포하고 있다. 첫째, 곤충이 건강식품이라는 것을 증명하기 위해 곤충의 영양학적 가치의 문서화가 필요하다. 둘째, 비교적 환경 피해가 컸던 기존의 사육과 가축 양식과의 비교를 통해 곤충의 채집 및 양식과 관련된 환경적인 영향이 검토되어야 한다. 셋째, 특히 사회적 약자를 위한 식량 안보 개선을 위해, 곤충을 채집하고 사육함으로써 얻을 수 있는 사회-경제적 혜택에 대한 명확한 설명과 증명이 필요하다. 마지막으로, 곤충을 이용한 식품 및 사료 산물의 국제 교역과 생산량의 완전한 개발(가구 규모에서 대량 생산 규모로)을 이끌기 위한 더 많은 투자가 이루어지도록 국내/국제적 수준의 명확하고 포괄적인 법률의 제정이 필요하다.

# 1. 소개

곤충을 먹는 행위(글 상자 1.1)를 식충성(entomophagy)이라고 한다. 거미, 도마뱀, 새와 같은 많은 동물과 다수의 곤충에는 식충성이 있다. 전 세계의 많은 사람이 오랫동안 일상적인 식사의 일부로 곤충을 섭취해 왔다. 이러한 관습을 인간의 식충성이라는 용어로 특정해야 하지만, 이 책에서는 식충성을 인간의 곤충 소비라고 한다. 인간의 곤충 소비에 대해 가장 먼저 언급된 문헌은 성경이다. 그럼에도 불구하고 서구 사회에서는 지금까지 곤충의 섭취가 금기시되었다. 인간의 곤충 소비와 관련한 이러한 비인습성으로 인해 식품 및 사료용으로의 곤충 사육은 벌, 누에, 개각충(붉은색 색소 추출용) 등의 일부 예외를 제외하면 지난 수세기에 걸쳐 가축 사육 부문에 일어났던 거대한 농경 혁신에서 배제되었다. 또한 곤충은 지금까지 FAO를 포함한 세계적인 농업 연구 개발 기관의 안건으로 등장한 적이 없다. 최근까지도 식품 및 사료용 곤충에 대한 내용은 주로 이야기거리로만 치부되었다. 따라서 많은 부유한 국가에서 여전히 곤충을 음식으로 취급하지 않으며 특이한 간식거리를 다루는 일부 틈새시장에서만 식용으로 곤충을 판매한다는 사실은 놀라운 일이 아니다.

하지만 세계의 많은 지역에서 곤충 소비는 새로운 개념이 아니다. 개미를 비롯하여 아프리카와 호주 부족들이 생존식의 하나로 섭취하는 딱정벌레 유충과 태국에서 인기 있는 음식인 튀긴 메뚜기와 딱정벌레에 이르기까지 전 세계에서 적어도 20억의 사람들이 일상적으로 곤충을 섭취하고 있다. 문헌에는 1,900종 이상의 식용 곤충이 기록되어 있으며, 이들 중 대부분은 열대 국가에 서식하고 있다. 가장 흔한 식용 곤충으로 딱정벌레, 애벌레, 벌, 말벌, 개미, 메뚜기, 비황, 귀뚜라미, 매미, 매미충과 멸구, 개각충과 노린재, 흰개미, 잠자리, 파리 등이 있다.

## 글 상자 1.1 곤충이란 무엇인가?

곤충(insect)의 어원은 "몸이 마디로 구분된"이라는 뜻의 라틴어 *insectum*이다. 곤충이 세 부위로 구성된다는 점에서 알 수 있듯이 이 어원을 직역하면 "부위별로 잘린"을 뜻한다. *Pliny the Elder*가 그리스어 *έντομος(entomos)* 또는 *insect*(곤충학에서 *Aristotle*가 이러한 생물의 종류를 위해 사용한 용어)를 번역하며 만든 단어이며 마찬가지로 "마디가 있는" 곤충의 몸과 관련이 있다. 영어로 된 문헌에서 이 용어가 처음 등장한 곳은 1601년 네덜란드에서 제작된 *Pliny*의 번역판이다 (*Harpe* 및 *McCormack*, 2001).

곤충은 키틴질의 외골격, 세 부분으로 나뉜 몸통(머리, 가슴, 배), 관절로 연결된 세 쌍의 다리, 겹눈, 2개의 더듬이가 있으며 절지동물 강(綱)에 속하는 동물이다. 곤충은 지구 상의 동물 중 종류가 가장 다양하다. 현재 1백만 개 이상의 종이 알려져 있으며, 이는 지금까지 알려진 모든 생명체 종류의 반 이상에 달한다. 알려지지 않은 곤충의 종까지 모두 합하면 6백 ~ 1천만 가지에 달할 것으로 추산되며, 이는 지구 상의 모든 생명체의 90% 이상을 차지하는 것이다. 또한 곤충은 거의 모든 환경에서 찾아볼 수 있다. 같은 절지동물 문(門)에 속하는 갑각류의 천국인 바다에도 소수에 불과하지만 곤충이 살고 있다.

### 곤충에 대한 사실:

- 곤충은 외부 환경으로부터의 몸을 보호하기 위한 외골격이 있다.
- 곤충은 날개를 가진 유일한 무척추동물이다.

계속

글 상자 1.1 계속

- 곤충은 냉혈 동물이다.
- 곤충은 계절 변화에 적응하기 위해 변태를 겪는다.
- 곤충은 빠르게 번식하며 많은 개체군을 이룬다.
- 곤충은 기관의 연결망으로 구성된 호흡 기관을 가지고 있어서 기압, 진공압, 고공비행, 방사선에 대한 내성이 강하다.
- 곤충은 대체로 어미의 양육을 필요로 하지 않는다.

출처: DeLong, 1960

이 책에서는 분류학상으로 곤충에 속하지 않으나 인간이 섭취하는 거미 및 전갈 등의 절지동물류에 대해서도 다룬다.

### 1.1 왜 곤충을 먹는가?

다음은 곤충 소비를 권장하는 세 가지 이유이다.

- 건강:
  - 곤충은 건강에 좋고 영양소가 풍부하므로, 닭고기, 돼지고기, 소고기, 바다 생선 등의 주류 식품의 대안이 될 수 있다.
  - 단백질, 불포화지방, 칼슘, 철, 아연 등이 풍부하게 들어 있는 곤충이 많다.
  - 곤충은 이미 많은 지역 및 국가에서 일상적인 음식의 하나로 자리 잡고 있다.
- 환경:
  - 식용으로 권장되는 곤충은 대부분의 가축보다 훨씬 적은 양의 온실가스(*GHG*)를 방출한다. 예를 들어 메탄은 흰개미와 바퀴벌레를 포함한 극소수 곤충에서만 배출된다.
  - 곤충 사육에 토지가 반드시 필요한 것은 아니며 생산을 늘리기 위해 땅을 개간할 필요가 없다. 사육지에는 사료만 있으면 요구 사항이 대부분 해결된다.
  - 곤충 사육에 따른 암모니아 배출량 역시 돼지와 같은 기존 가축보다 훨씬 낮다.
  - 곤충은 냉혈 동물이기 때문에 사료의 단백질 전환율이 매우 높다. 예를 들어 귀뚜라미는 소의  $1/12$ , 양의  $1/4$ , 돼지와 육계의  $1/2$ 에 해당하는 사료만으로 같은 양의 단백질을 만들 수 있다.
  - 곤충은 유기 폐기물을 먹이로 키울 수 있다.
- 생계(경제 및 사회적 요소):
  - 곤충은 저기술 및 저자본 투자로도 채집/사육할 수 있으므로 여성이나 땅을 소유하지 않은 사회 극빈층도 쉽게 시작할 수 있다.
  - 초소형 가축으로 도시와 농촌 사람들 모두에게 생계의 기회를 제공한다.
  - 곤충 사육은 투자 정도에 따라 간단한 기술로도 가능하거나 매우 수준 높은 기술을 요구할 수도 있다.

### 1.2 왜 FAO인가?

2003년부터 FAO는 세계 여러 국가에서 식용 곤충을 주제로 하는 연구를 진행해 왔다. 여기에는 다음 주제 영역이 포함된다.

- 식용 곤충에 대한 출판, 전문가 회의, 웹 포털을 통한 지식의 생성과 공유
- 신문, 잡지, TV와 같은 미디어 협력으로 곤충에 대한 대중의 인식 제고
- 현지 프로젝트를 통한 회원국 지원(예: 라오스 기술 협력 프로젝트)
- FAO 내외의 다양한 분야에 대한 네트워킹 및 다분야 상호 작용  
(예: 영양, 사료, 입법 관련 문제를 담당하는 관련 담당자들과 협력)

가장 중요한 업적 중 대표적인 사례는 다음과 같다.

### 1.2.1 애벌레의 역할에 대한 중앙아프리카 내 연구 기록

2003년, FAO 산림국의 NWFP(Non-Wood Forest Product: 비목재 임산물) 프로그램에서는 중앙아프리카 식단에 대한 식용 곤충의 기여도를 기록하기 위한 검토를 시작했다. 중요 산림 자원과 야생 생태계로부터 상당한 양의 곤충 소비가 이루어지는 콩고 분지를 중심으로 중앙아프리카에서 4건의 사례 연구 외 많은 연구가 수행되었다. 산림 곤충의 식량 안보 기여: 중앙아프리카 애벌레의 사례(*Contribution of Forest Insects to Food Security: the Example of Caterpillars in Central Africa*) 보고서를 통해 식품으로서 식용 곤충의 역할을 수량화했으며, 이를 계기로 식량 안보에 있어 중요한 사례로서 곤충 소비에 대한 토론이 시작되었다. 해외 개발 기구의 야생 동물 정책 브리핑에서 이 보고서의 요약과 결론을 인용했으며, 이는 산림 관련 정책 결정자들과 사냥감 위기에 대한 논의에서 산림 거주민들의 식량 안보를 위한 식용 곤충의 중요성에 대한 인식을 높이는 데 도움을 주었다.

### 1.2.2 태국 치앙마이 회의

2008년 2월, FAO 아태지역본부는 식량으로서의 산림 곤충: 곤충을 먹는 인간(*Forest Insects as Food: Humans Bite Back*)이라는 제목으로 태국 치앙마이에서 국제 워크숍을 개최했다. 이 워크숍에서는 다수의 세계적인 식용 곤충학 전문가를 초청하여, 식용 산림 곤충과 관련된 과학, 경영 관리, 채집, 채집, 가공, 마케팅, 섭취 및 현지 사육업자들의 상업적인 곤충 양식의 잠재성에 중점을 두고 논의했다. 치앙마이 워크숍은 식량원으로서 산림 식용 곤충의 잠재성에 대한 인식을 높이고, 농촌 지역의 생계에 도움이 된다는 점을 문서화하고, 이러한 점이 지속 가능한 산림 관리 및 보존과 관련이 있다는 점을 강조하는 것을 목표로 진행되었다.

### 1.2.3 2010 ~ 2013 라오스 기술 협력 프로그램

FAO는 2010년부터 2013년까지 라오스에서 "영양 개선, 식량 안보 증진, 가계 수입 창출을 위한 지속 가능한 곤충 양식 및 채집(*Sustainable insect farming 및 harvesting for better nutrition, improved food security, and household income generation*)"라는 이름의 기술 협력 프로젝트를 시작했다. 이 프로젝트는 2009년 12월에 완료되었으며 음식 접근성 개선, 라오스 내 식량 생산 증진 및 다양화를 통해 영양 섭취를 향상하고 현안의 근본 원인을 짚어낸 라오스의 국민 영양 증진 전략(*National Nutrition Strategy*), 국민 영양 보강 운동 계획(*National Plan of Action for Nutrition*)에서 파악한 여러 중재책에 대한 즉각적인 반응으로 시작되었다.

이 프로젝트는 지속 가능성, 안전성, 곤충 채집의 효율성, 준비 과정, 채집 후 공정, 섭취 과정을 개선하고 곤충 사육지의 확장을 통해 기존 곤충의 역할, 즉 농촌 지역에서 보조 식으로 사용되었던 기존 역할을 강화하고 야생에서 전통적으로 곤충을 채집하는 방법을 습득하는 데 중점을 두고 있다.

### 1.2.4 FAO와 WUR 간 협력

2008년 FAO 치앙마이 워크숍의 후속으로 FAO 산림국과 WUR(Wageningen University and Research Centre)의 NWFP(Non-Wood Forest Products) 프로그램으로 곤충 소비 권장을 위한 합동 연구가 시작되었다. 첫 번째 단계로 FAO 산림국을 위해 식량 안보의 확보를 위한 식용 산림 곤충의 공헌 홍보(*Promoting the Contribution of Edible Forest Insects in Assuring Food Security*)라는 정책서가 편찬되었다. 이 정책서에서는 식용 곤충 프로그램을 정기적인 통합 FAO 프로그램으로 만들고 이를 식량 안보를 다루는 국내 외 조직/단체 및 기부 업체 등에 알리는 방법 등 FAO의 장기적 전략을 제시하고 있다. 2010년에는 본 책의 저자들이기도 한 WUR의 두 연구자 Arnold van Huis와 Joost Van Itterbeeck가 수 개월간 FAO에서 근무했다. 식용 곤충을 다루는 문헌과 식충학계와 관련된 인물 데이터베이스는 광범위하게 배포된 설문지를 바탕으로 작성되었으며, 이 책은 2012년 1월에 예정된 국제 전문가 컨설팅을 계획하고 주최하기 위한 준비의 일환으로 저술되기 시작했다.

### 1.2.5 전문가 자문회의

2012년 1월 23일부터 25일까지 식량 안보를 위해 식품 및 사료로서 곤충의 잠재성을 평가하는 전문가 자문회의(*Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security*)가 열렸다. FAO와 WUR이 공동으로 주최하고 네덜란드 정부의 후원으로 개최된 이 회의는 국제 식량 안보의 확보를 위한 폭넓은 정책의 하나로써 곤충을 식품 및 사료로 활용하는데 대한 잠재적 장점에 대한 정보와 전문 지식의 교환을 목적으로 했다. 국제기구, 과학 연구소, 관련 민간 부문에서 모인 전문가 57명이 관련 FAO 분과(영양, 양식, 가축, 수의학, 식량 안보, 산림, 보존) 직원들과 함께 이 회의에 참석했다. 이 회의에서는 곤충 양식, 식물 보존, 식품 공학 등 다양한 부문의 전문가들과 기업가들이 최신 기술을 연결해 보고 곤충 생태학, 곤충 생물학, 곤충 사육, 가축과 물고기 사료용 곤충, 영양학, 가공과 교역, 식품과 사료 안보, 커뮤니케이션 전략 및 식량 안보 확보를 위한 정책 등 여러 주제 간의 지식 격차를 확인할 수 있었다.

### 1.2.6 식용 곤충 웹사이트

FAO는 2010년부터 식용 곤충에 대한 웹사이트를 운영하면서 식용 곤충의 이용과 잠재력, 2008년 치앙마이 워크숍 의사록, 2012년 로마 전문가 자문회의와 같은 관련 웹 링크, 관련 기술 정보, 영상, 언론 보도와 같은 내용을 제공하고 있다. 웹사이트 주소는 다음과 같다. [www.fao.org/forestry/edibleinsects](http://www.fao.org/forestry/edibleinsects)

## 2. 곤충의 역할

### 2.1 곤충이 인간과 자연에 주는 혜택

지난 4억여 년의 진화를 통해 매우 다양한 종의 절지동물들이 환경에 적응하며 생겨났다. 지구 상의 알려진 동물 140만 중에서 약 100만 종이 곤충이며 수백만 종 이상의 곤충이 더 존재할 것으로 추정된다. 통념과는 달리, 알려진 100만 종의 곤충류에서 5,000종 정도 만 작물, 가축 또는 인류에게 유해한 해충으로 간주된다(Van Lenteren, 2006).

#### 2.1.1 자연에 주는 혜택

곤충은 인류의 생존에 필수적인 생태학적인 혜택을 제공한다. 예를 들어, 곤충은 식물의 번식에 중요한 역할을 수행한다. 확인된 약 10만 종의 수분매개체 중 대부분인 98% 이상이 곤충이다(Ingram, Nabhan 및 Buchmann, 1996). 25만 꽃식물류 중 90%와 전 세계 식량 생산의 대부분을 차지하는 100개의 곡식 중 3/4이 수분매개체에 의존하고 있다(Ingram, Nabhan 및 Buchmann, 1996). 양봉을 통해 사육된 벌만으로도 약 15%의 곡식이 수분되고 있다는 점을 생각하면 농업과 자연에 대한 생태학적 공헌의 중요성은 일반적으로 이견의 여지가 없다.

곤충은 폐기물 생물 분해 측면에서도 마찬가지로 중요한 역할을 수행한다. 딱정벌레 유충, 파리, 개미, 흰개미는 곰팡이나 박테리아의 먹이가 될 수 있도록 유기체를 분해하여 죽은 식물을 청소한다. 이런 방법을 통해 죽은 유기체의 미네랄과 영양소가 땅속으로 스며들면 다시 식물이 섭취할 수 있는 양분이 된다. 동물의 경우에는 파리 구더기나 딱정벌레 유충과 같은 곤충이 사체를 처리한다. 약 4천 종이 알려져 있는 쇠똥구리 역시 분뇨의 분해에 있어 중요한 역할을 한다. 쇠똥구리는 24시간 이내에 분뇨 더미를 차지하여 파리로 인한 피해를 방지한다. 분뇨가 토양 표면에 남아 있다면 영양소의 약 80%가 공기 중으로 사라지겠지만, 쇠똥구리 덕분에 탄소와 미네랄이 토양 속으로 재순환되어 식물이 사용할 수 있는 부식토로 분해되는 것이다. 1788년 육우가 호주에 도입되었을 때, 늘어나는 소의 배설물을 처리할 호주 쇠똥구리의 수가 부족해짐에 따라 폐기물 생물 분해가 긴급한 문제로 떠오른 적이 있다. 호주 쇠똥구리는 크기, 질감, 수분 함유량 등 여러 가지로 소 배설물과 다른 캥거루와 같은 유대류의 배설물 처리에 적응된 상태였다(Bornemissza, 1976). 이 문제의 해결을 위해 호주 쇠똥구리 프로젝트가 시작되어, 남아프리카, 유럽, 하와이에서 쇠똥구리를 들여왔다(도입된 46종 중에서 23종이 정착에 성공).

#### 글 상자 2.1 갈색 버벌구의 급증

갈색 버벌구(*Nilaparvata lugens*)는 벼의 수액을 빨아먹어 벼를 말려 죽여 큰 피해를 입힌다. 또한 벼의 성장을 저해하고 낱알의 형성을 막는 세 가지 바이러스성 질병을 옮긴다. 살충제를 지나치게 사용하면 버벌구의 천적인 익충들까지 죽이게 된다. 버벌구를 먹이로 하는 익충은 해충이 급증하지 않도록 개체 수를 조절하기 때문에 이 균형이 깨지게 되면 버벌구가 급증하게 된다.



곤충을 포함한 이로운 동물군은 농업 생태계의 자연 내성 유지에 큰 도움이 된다. 여러 단계의 천적, 포식자, 반기생체 등이 해충이 경제적으로 감수할 수 있는 범위 이내에 분포하도록 조절하는 것이다. 그러나 살충제를 사용하면 박멸 대상인 해충보다 취약한 익충이 먼저 죽을 수도 있다. 그 이유 중 하나는 대체로 먹이를 찾아다녀야 하는 익충보다 해충의 보호력이 뛰어나기 때문이다. 예를 들어 명밤나비는 줄기로, 진드기는 얇은 망으로 스스로 보호한다. 합성 살충제를 사용하면 초기에는 해충의 수가 줄어들지만, 익충도 함께 줄어든 탓에 익충의 공격을 받지 않는 해충은 다시 기하급수적으로 늘어나게 된다. 악명 높은 예의 하나로 살충제의 사용으로 인해 벼에 갈색벼멸구가 급증한 것을 들 수 있다(글 상자 2.1)(Heinrichs, Mochida, 1984).

사실상 곤충이 농업 생태계에 이로운 것은 곤충의 자연적인 해충종 관리 능력 때문이다. 다른 곤충에 기생하거나 다른 곤충을 먹이로 삼는 곤충의 수는 대단히 많다. 모든 곤충의 10%는 포식기생충이다(Godfray, 1994). 잠자리목(잠자리)과 풀잠자리목(풀잠자리)과 개미귀신 같은 망상 시맥류)같은 곤충목은 모두 포식자이다. 대부분의 노린재(노린재목), 딱정벌레(딱정벌레목), 파리(파리목), 말벌, 벌, 개미(벌목)도 역시 포식자이다. 보통의 농업 생태계에서는 익충류의 수가 일반적으로 해충류의 수보다 월등히 많다. 예를 들면, 인도네시아에서 Settle 등은 논에 형성된 단일 농업 생태계에 대한 연구에서 500종의 익충류와 130종의 해충류를 기록했다(1996). 다른 150종의 곤충류는 벼를 공격하지는 않지만 벼가 부족할 때 포식자의 생존에 중요한 역할을 수행하기 때문에 "중립적"인 성격을 가지는 것으로 간주되었다. 딱정벌레는 또한 부레옥잠의 창궐을 조절하는 데 사용되어 왔다. 호주에서 들여온 바구미과 벌레(*Neochetina spp.*)는 빅토리아 호수의 부레옥잠의 개체수를 성공적으로 조절했다(Wilson 외, 2007).

#### 글 상자 2.2

##### 잘 알려진 곤충의 생산물과 그 혜택

코치닐 염료(카민 색소): 개각충	로열젤리(미용 제품): 벌
꿀: 벌	실크: 누에
셀락(광택제): 여러 종류의 노린재목	흰개미 언덕(건축 모델): 흰개미
수분(화분매개): 다양한 곤충	독(염증성 질환 치료): 벌
프로폴리스(자연 약품): 벌	밀랍(화장품, 양초): 벌
레실린 단백질(동맥 치료):	
인간에 기생하는 벼룩	

#### 2.1.2 곤충이 자연과 인간에게 주는 혜택

음식의 재료가 되는 것 외에도 곤충은 인간에게 여러 가지 유용한 산물을 제공한다(글 상자 2.2). 곤충 산물의 대표적인 예는 꿀과 실크다. 벌은 연간 약 120만 톤의 상업용 꿀을 생산하며(FAO, 2009b), 같은 기간 동안 누에는 9만 톤의 실크를 생산한다(Yong-woo, 1999). 개각충(노린재목)의 산물인 카민, 즉 적색 색소는 식품, 직물, 의약품에 색을 입히는 데 사용된다. 곤충이 높이 뿔 수 있도록 해 주는 고무 같은 성질의 단백질인 레실린은 탄력성이 뛰어나기 때문에 손상된 동맥을 치료하는 의료 분야에서 사용된다(Elvin 외, 2005). 의료 분야에서 사용되는 다른 예로는 외상, 염증성 상처, 화상 치료를 위해 구더기 치료법이나 꿀, 프로폴리스, 로열젤리, 벌독의 산물을 이용하는 것이 있다(van Huis, 2003a).

또한 곤충은 기술과 공학 분야에도 영향을 끼쳐 왔다. 절지동물(예: 거미)의 견사 단백질은 매우 튼튼하고 탄력성이 좋기 때문에 바이오 소재로 이용되고 있다(Lewis, 1992). 견사의 독특한 구조, 생체 적합성, 새로운 공학 소재로서의 기능, 내열성 등은 많은 의료

분야에서 유망한 소재가 될 수 있는 특징들의 일부일 뿐이다(Vepari, Kaplan, 2007). 예를 들면, 연구가들은 거미줄 유전자를 염소의 DNA에 주입하여 염소 젖에 견사 단백질이 함유되도록 만들었다. 이러한 "실크 우유"는 거미줄과 유사한 물질에 사용되었다. 곤충의 외골격을 구성하는 키틴질로 만들어지는 키토산 역시 음식물 포장용으로 생물 분해가 가능하고 환경친화적인 바이오 기반의 중합체로서 잠재성을 가진 것으로 생각되고 있다. 이렇게 곤충의 "피부"를 이용하는 친환경 소재 포장은 음식에 해를 끼치는 물질과 미생물로부터 음식을 보호하여 내부 음식을 바람직하게 유지할 수 있다. 특히 키토산은 산화 방지 물질을 저장하고 박테리아, 곰팡이, 효모에 대한 항균 효과를 보여준다(Cutter, 2006; Portes 외, 2009). 그러나 키토산 고분자는 습기에 민감하기 때문에 100% 자연적 형태로 사용하기에는 실용적이지 않다(Cutter, 2006). 흰개미 언덕과 내부의 복잡한 터널 구조 및 환기 시스템은 공기의 질, 온도, 습도를 효과적으로 제어할 수 있는 건물을 건축하는 데에 유용한 모델을 제공한다(Turner, 2008). 인간의 문제를 해결하기 위해 자연을 따르거나 모방하는 것을 생체 모방(Biomimicry)이라고 한다.

곤충이 문화(언어, 문학, 예술, 종교 등)에 끼치는 영향을 연구하는 곤충학 또는 곤충 연구학 분야는 문화 곤충학(Cultural Entomology)이라고 알려져 있다(글 상자 2.3)(Hogue, 1987). 이 분야는 문학 작품(특히 어린이용), 영화, 시각 예술, 소장품, 장식품, 좀 더 일반적으로는 창의적 표현을 위해 영감을 주는 소재로서 곤충의 특별한 역할을 조명하는 데 많은 도움을 주었다.

### 글 상자 2.3 문화적 곤충 소비의 예<sup>2</sup>

#### 1. 장식용 곤충

곤충은 손쉽게 준비하여 장기간 보존할 수 있는 매력적인 동물이다. 대표적으로 딱정벌레와 나비와 같은 일부 종속에 속하는 곤충들은 종종 크고 매우 화려한 색상을 가지고 있으므로 곤충이 수집가들의 아이템이 되는 것은 결코 놀라운 일이 아니다. 상업적인 이윤을 얻을 수 있는 종은 대체로 몇 종류의 나비와 딱정벌레에 집중되어 있다. 많은 곤충이 여전히 야생에서 채집되지만, 상당수의 나비 농장들은 일반적인 나비 종의 번데기를 사육하고 판매하기도 한다. 최근 몇십 년에 걸쳐 곤충 사육 취미가 유행되었다. 이에 비해 곤충 표본 시장 및 곤충 수집가의 수는 점점 줄어들고 있는 것으로 보인다.

동물원 또는 나비 공원 같은 공공 부문은 주로 몸집이 크고 사람들의 눈길을 끄는 나비 종에 관심이 많다. 이러한 종들은 열대 국가의 나비 농장에서 사육되고 번데기는 해외로 수출된다.<sup>3</sup> 번데기당 가격은 미화 몇 센트에서 몇 달러 정도로 매우 낮다. 이러한 농장은 지역 주민에게 일 자리를 제공하고 수입원을 제공한다. "새의 날개"로 잘 알려진 환상적인 모습의 비단나비 속의 원산지인 파푸아뉴기니에서는 정부가 지역 사육자들에게 나비 사육을 통해 수입을 얻을 수 있도록 적극적으로 장려했다.

딱정벌레를 비롯한 다른 곤충들은 일반적으로 원산지 국가가 아닌, 세계 각지의 사설 전문 곤충 사육가들에 의해 사육된다. 일본과 대만은 대량 생산 규모로 사육 재료를 생산하고 대도시에서 여러 곤충 상점을 갖추고 있으며 딱정벌레 사육을 주제로 하는 많은 잡지를 출판하는 딱정벌레(주로 *Lucanidae*, *Cetoniidae* 및 장수풍뎅이과(*Dynastidae*)) 사육 공동체가 많이 발달해

<sup>2</sup> 본 글 상자에서 기술한 장식용 곤충에 대한 내용은 Benjamin Harink의 도움을 받았다.

<sup>3</sup> 나비 농장의 목록은 국제 나비 전시 협회(International Association of Butterfly Exhibitors) 참고

글 상자 2.3 계속

있다. 하지만 원산국의 경우에는 적절한 사육 장소 제공과 같은 곤충 사육 산업에 대한 잠재성이 있다.

장식용 곤충 분야의 주요 과제는 법적인 문제다. 산림의 감소와 멸종 위기에 놓인 여러 곤충류로 인해 점점 더 많은 곤충류의 거래가 금지되고 있다. 두 번째 문제는 일반 대중의 반응이다. 곤충 수집가들에 대한 평판은 그리 좋지 않다. 그들은 마치 애완동물처럼 살아있는 동물을 수집하고 희귀한 외래종을 기른다고 비난받는 경우도 많다. 더구나 외래종에 대한 두려움이 증가함에 따라 살아있는 동물을 국경 너머로 운반하는 것이 더욱 어려워지고 있다. 이러한 정치적 분위기 속에서는 파푸아뉴기니의 곤충 양식 및 거래 협회(*Insect Farming and Trading Agency*)와 같은 국내 협회를 지원하거나 설립하는 것이 좋다. 이는 곤충 거래를 규격화하고 곤충 사육자나 수집가에게 어느 정도의 수입을 보장해 줄 수 있고, 또한 자연 산림을 보호하는 데 기여할 수도 있다.

일단 조건들이 갖추어지면, 얼마나 쉽게 많은 장식용 곤충이 될 수 있는지 놀랄 정도다. 장식용 곤충 사육자들은 기존 식용 품종에 더해 최대 200 g까지 자랄 수 있는 가능성을 지닌 장수풍뎅이과(*Dynastidae*)의 유충 등 섭취 가능한 종들에 대한 아이디어를 제공할 수 있을 것이다. 수생 딱정벌레는 미성숙 개체와 성충 단계를 모두 섭취할 수 있다(*Ramos Elorduy, Pino, Martinez, 2008*). 일부 꽃무지 종들은 재생산과 성장률이 높고 유충에 단백질이 많이 포함되어 있어 인간의 식량이 될 수 있는 잠재성이 높다. 이 단백질은 부드러운 피부에 포함되어 있기 때문에 버려야 할 키틴질의 양을 감소시켜 준다. 이러한 장식용 곤충의 가장 큰 장점은 이들이 두엄에서 살고 버섯이 농장에서 생산될 때와 같이 식물체를 분해한다는 것이다. 버섯을 수확한 다음 남아 있는 퇴비는 단백질 생산을 위해 딱정벌레 유충에게 제공할 수 있는 이상적인 물질이다. 더구나 사람이 이용하는 음식의 재료로서 다른 경쟁자가 없다는 것도 장점이다. 또한 유충의 배설물은 훌륭한 비료가 되며 식물을 위해 토양의 수분 함량을 높여 도와주기도 한다. 지금보다 더 나은 활용 방법을 찾기 위해서는 취미로 곤충을 기르는 사람들과 식용으로 곤충을 양식하는 사람들이 서로 협력하는 것이 바람직하다.

## 2. 노래하는 귀뚜라미

수세기 동안 아시아 문화권과 일부 서구사회에서는 애완동물로 귀뚜라미와 중배짱이를 기르는 문화를 가지고 있었다. 곤충에 대해서는 기원전 600년 고대 그리스에서 어린 소녀와 그녀의 죽어가는 귀뚜라미에 대한 짧은 시의 형태로 처음 인용되었다. 그 후 많은 시가 쓰여졌는데, 주로 귀뚜라미의 소리나 노래에 대한 내용이었다(*Weidner, 1952*).

중국에서는 2,000년 전부터 노래하는 귀뚜라미를 애완동물로 길렀다. 당나라 시대(서기 618 ~ 906)에는 사람들이 귀뚜라미의 노래를 듣기 위해서 우리에 넣어 길렀다.

가을이 되면 항상 궁의 여인들이 귀뚜라미를 잡아서 작은 금빛 우리에 넣은 뒤 베개 옆에 놓고 밤새도록 귀뚜라미의 노래를 들곤 했다. 이러한 풍습은 일반인에게도 전해졌다(*Kai Yuan Tian Bo Yi Shi, Affairs of the Period of Tian Bao, 서기 742 ~ 759*).

## 3. 귀뚜라미 싸움

귀뚜라미 싸움은 중국 송나라 시대에 인기 있는 스포츠였다(서기 960 ~ 1278). 청나라 시대(서기 1644 ~ 1911)에 이 풍습이 금지되자 귀뚜라미 싸움은 비밀리에 행해졌다. 오늘날 귀뚜라미 싸움은 상해, 북경, 천진, 광주, 홍콩 등의 귀뚜라미 싸움 카페나 협회가 성행하고 있는 대도시를 주 거점으로 다시 유행하고 있는 중이다. 중국인들이 전 세계의 여러 지역으로 이주하면서 뉴욕이나 필라델피아 같은 지역에서도 귀뚜라미 싸움을 볼 수 있다(*Xing-BaO 및 Kai-Ling, 1994*).

계속

## 글 상자 2.3 계속

하지만 지나친 수집열로 심각한 문제들이 생겨나면서 귀뚜라미 싸움에 대한 부정적 면도 발견되고 있다. 상하이 지역에서만 3 ~ 4십만 명의 귀뚜라미 애호가들이 있으며, 이들 중 90% 정도가 귀뚜라미 싸움에 내기 도박을 거는 데 관심을 가지고 있다. 중국 대도시 주변의 귀뚜라미 수가 점점 줄어들고 있으며, 채집가들이 귀뚜라미를 찾아다니면서 교외 식물 재배지를 해치고 있다고 알려지고 있다. 자세한 내용은 *Ryan(1996)*과 *Costa-Neto(2003)*를 참조하기 바란다.

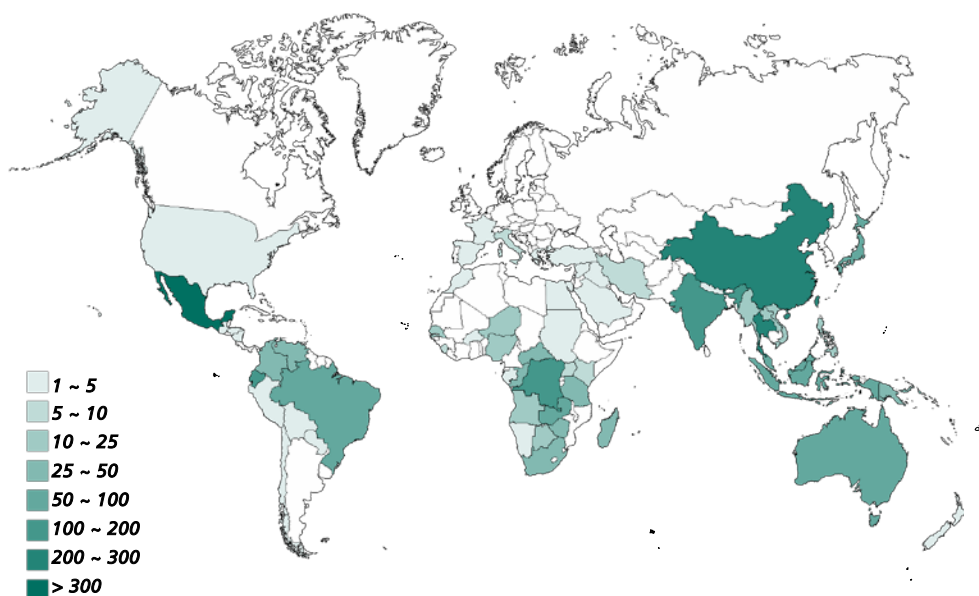
출처: *Jin, 1998*

## 2.2 세계 곤충 소비 현황

### 2.2.1 국가별 식용 곤충류의 개수

다음과 같은 이유로 인해 전 세계의 식용 곤충류 수를 정확하게 집계하기는 어렵다. 첫째, 일반인들이 린네 표기법으로 곤충을 표현하는 것이 쉽지 않기 때문에 공식적인 추정이 어렵다. 같은 종의 곤충에 대해서 여러 문화권에서 둘 이상의 토착 언어로 다른 이름을 사용하기 때문에(문화권 종이라고도 함) 문제는 더욱 복잡해진다. *WUR*의 *Yde Jongema*는 라틴어만 사용하여 유사어를 수정하면서 서구 여러 나라 및 온대 지역부터 시작하여 세계적인 목록 조사를 수행하여, 2012년 4월 현재 1,900종의 식용 곤충류를 정리했다. 더 적은 수치의 통계도 있다. *DeFoliart(1997)*는 "적게 잡아" 1,000여 종, *Rasmo*는 "적어도" 1,681종이 있다고 발표했다(2005). 지역적 또는 나라별 추정 결과도 있다. *van Huis(2005)*는 아프리카 지역에 250종의 식용 곤충이 있다고 발표했다. *Ramos Elorduy* 등(2008)은 멕시코에 549종이 있다고 발표한 반면, *Cerritos(2009)*는 177종만 있다고 기록하기도 했다. 중국에서 *Chen* 등(2009)은 170종이, *Young-Aree, Viwatpanich(2005)*는 라오스, 미얀마, 태국, 베트남에서 164종이, *Paoletti, Dufour*는 (2005) 아마존 지역에서 428종이 음식으로 섭취되고 있다고 추정했다(그림 2.1).

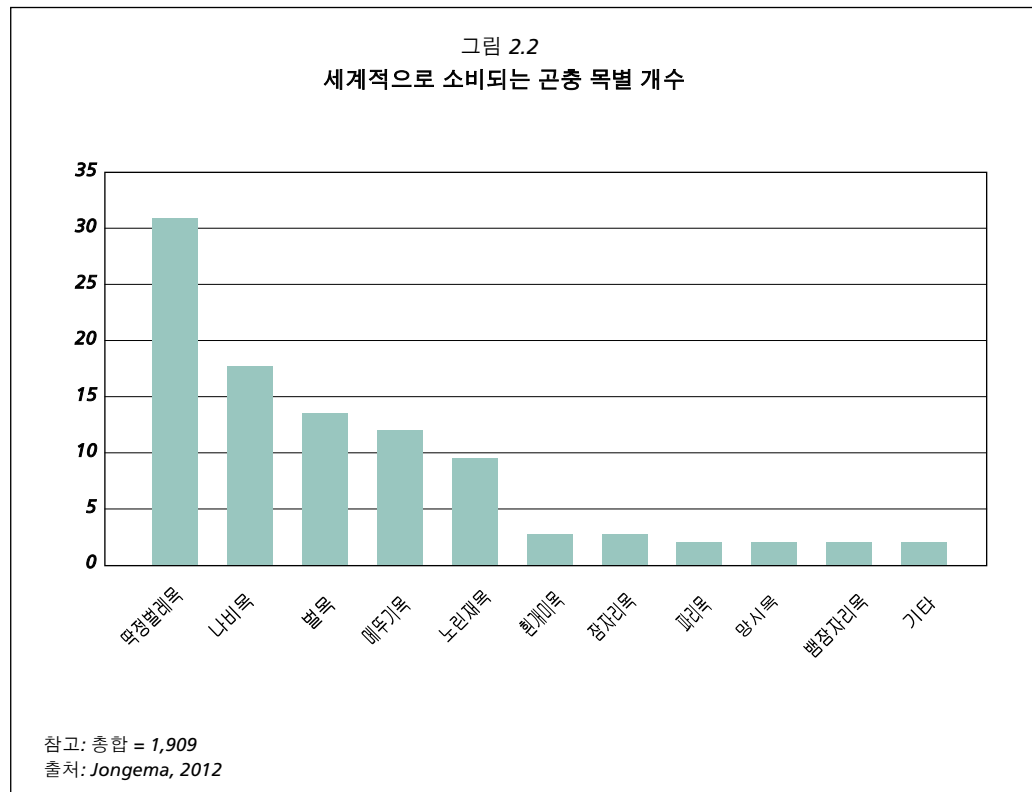
그림 2.1  
국가별 식용 곤충종의 개수



출처: GEO 정보 센터, 와게닌젠 대학, 2012년 *Jongema*가 편집한 데이터 기준

### 2.2.2 주요 식용 곤충 그룹

전 세계적으로 가장 많이 섭취하는 곤충은<sup>4</sup> 딱정벌레(딱정벌레목)이다(31%)(그림 2.2 참조). 딱정벌레가 알려져 있는 전체 곤충류의 40%를 차지하고 있다는 점을 고려하면 놀라운 결과는 아니다. 두 번째로는 사하라 남부 아프리카 지역(글 상자 2.4)에서 많이 섭취하는 애벌레(나비목)가 약 18%를 차지했다. 벌, 말벌, 개미(벌목)가 14%(특히 라틴 아메리카에서 흔함)로 세 번째다. 다음으로는 메뚜기, 비행, 귀뚜라미(메뚜기목)가 13%, 매미, 매미충, 멸구, 개각충, 노린재(노린재목)가 10%, 흰개미(흰개미목) 3%, 잠자리(잠자리목) 3%, 파리(파리목) 2%, 기타 종류가 5%다. 나비목은 대부분 애벌레 형태로 섭취하며 벌목은 유충이나 번데기 형태로 주로 섭취한다. 딱정벌레목은 성충과 유충을 모두 섭취하지만, 메뚜기목, 매미목, 흰개미목, 노린재목은 대부분 성충의 형태로만 섭취한다(Cerritos, 2009).



글 상자 2.4  
곤충의 국가별 다양성의 예:  
중앙아프리카 공화국의 식용 곤충류

대륙별, 나라별, 공동체별로 가장 많이 섭취하는 곤충의 종류에는 큰 차이가 있다. 예를 들어 중앙 아프리카 공화국에서는 약 96종의 곤충류를 식용으로 소비하며, 이 중 메뚜기목(비행, 메뚜기)이 가장 많이 섭취되고(40%), 다음은 나비목(애벌레)(36%), 개미목(흰개미)(10%), 딱정벌레목(딱정벌레)(6%) 및 기타 매미와 귀뚜라미 등(8%)으로 이어진다.

출처: Roulon-Doko, 1998

<sup>4</sup> 곤충이 특정 그룹의 먹이가 되는 빈도와 다름

### 딱정벌레목(딱정벌레)

수생 딱정벌레, 나무구멍 딱정벌레 유충, 쇠똥구리(유충 및 성충) 등 식용 딱정벌레에는 그 종류가 매우 많다. 2009년 *Ramos Elorduy*가 기록한 78종의 식용 수생 딱정벌레는 대부분 물방개과, 물매암이과, 물뽕뽕이과에 속한다. 일반적으로 이러한 종의 경우에는 유충이 식용으로 쓰인다. 열대 지역에서 지금까지 가장 인기 있는 식용 딱정벌레는 아프리카, 남아시아, 남아메리카지역에 분포된 심각한 야자 해충인 야자 바구미(*Rynchophorus*)이다. 야자 바구미 중에서 *R. phoenicis*는 열대 및 아프리카 적도 지역에서(글 상자 2.5 소리를 이용한 채집 참고), *R. ferrugineus*는 인도네시아, 일본, 말레이시아, 파푸아뉴기니, 필리핀 등지에서, *R. palmarum*은 중앙아프리카와 인도 서부, 멕시코 및 남아메리카 등지에서 발견된다.

네덜란드에서는 갈색거저리(*Tenebrio molitor*), 외미거저리(*Alphitobius diaperinus*), 슈퍼거저리(*Zophobas morio*)등과 같은 거저리과에 속하는 거저리종의 유충이 파충류, 어류 및 조류 애완동물의 먹이로 사육된다. 이들은 특히 인간이 섭취하기에 적합하다고 여겨져 전문 상점에서 식품으로 판매하기도 한다.

#### 글 상자 2.5 소리를 이용한 유충 채집

카메룬에서는 일반적으로 여자들이 딱정벌레 유충을 채집한다. 이들은 야자나무에 귀를 대고 유충이 갉아먹으며 내는 소리를 듣고 유충을 찾아낸다. 이 방법은 보통 *Rhynchophorus* 유충이 가장 맛있는 령(곤충이나 유충의 발달 단계) 단계에 도달한 최적의 채집 시기를 알아내기 위해 사용된다. 콩고 민주 공화국에서도 살아 있거나 썩은 *Elaeis*, *Raphia*, *Chamaerops* 및 *Cocos nucifera* 야자나무에 서식하는 식용 바구미, 하늘소, 풍뎡이 유충을 채집할 때 동일한 방법을 사용한다(*Ghesquière, 1947*).

출처: *van Huis, 2003b*

### 나비목(나비와 나방)

나비와 나방은 주로 유충 단계(애벌레)에서 섭취하지만, 성충으로도 섭취한다. 호주 토착민들은 야도충 보공나방(*Agrotis infusa*)에 속하는 나방을 먹는다고 알려져 있으며(*Flood, 1980*), 라오스에서는 날개와 다리를 잘라낸 박각시나방(*Daphnis spp. and Theretra spp.*)을 먹는 것이 관찰되었다(*J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012*). 하지만 성충 섭취는 그리 흔하지 않다.

식용 애벌레 중에서 가장 경제적이고 중요하며 인기 있는 종은 모파인 애벌레(*Imbrasia belina*)일 것이다. 앙골라, 보츠와나, 모잠비크, 나미비아, 남아프리카, 잠비아, 짐바브웨 등의 숲지가 원산지인 이 애벌레의 서식지는 38만 4천  $km^2$ 에 걸쳐 펼쳐져 있다(*FAO, 2003*). 대략 95억 마리의 모파인 애벌레가 남부 아프리카에서 매년 채집되고 있으며 실질적인 가치는 미화 8천 5백만 달러에 이른다(*Ghazoul, 2006*). 다른 종류의 애벌레도 식용으로 사용되지만 그 양은 훨씬 적다. *Malaisse(1997)*는 콩고, 잠비아, 짐바브웨 등지에서 38가지의 애벌레종을 발견했다. *Latham(2003)*은 콩고 서쪽 지역인 바스콩고에서 23가지의 식용 곤충을 기록했다.

애벌레가 아프리카에서만 채집되는 것은 아니다. 아시아에서는 가루나무 좀 또는 대나무 벌레로도 알려진 대나무 애벌레(*Omphisa fuscidentalis*)가 인기 있는 음식이며 태국 농업 협력부(*the Ministry Agriculture and Cooperatives*)의 산림부(*Department*

of Forestry)에서는 이를 점점 더 중요해지는 수입원의 하나로서 권장하고 있다 (Yhoung-Aree 및 Viwatpanich, 2005). 멕시코 치아파스 지방에서는 지역 주민들이 27종에 이르는 애벌레를 섭취하고 있다고 추정된다(글 상자 2.6).

글 상자 2.6  
마게이 벌레  
(Maguey worm)

*Comadia redtenbacheri* 나방의 유충인 붉은 마게이 벌레와 *Aegiale hesperiaris* 나비의 유충인 흰색 마게이 벌레는 멕시코 중부 지방의 *Agave salmiana* 잎에서 볼 수 있다. 완전히 성숙한 고영양 애벌레는 멕시코 농부들 사이에서 벌미로 간주되고 있다. 마게이 벌레는 주로 튀기거나 삶은 뒤 매운 소스로 양념하고 또띠아와 함께 먹는다. 용설란 바구미 유충 (*Scyphophorus acupunctatus*)과 함께 붉은 마게이 벌레는 멕시코 와하카 주에서 메스칼 술 (용설란(*Agave americana*))을 재료로 만드는 증류주에 담는 나비의 애벌레(*Gusano*) 중 하나이다. *Gusano*는 메스칼 주류 생산업자들이 우기에 밀렵꾼 감시를 위해 용설란 밭에 보초를 세울 정도로 매우 인기가 많다.

출처: Ramos Elorduy 외, 2007

#### 벌목(말벌, 벌, 개미)

개미는 세계의 많은 지역에서 진미로 매우 각광받고 있다(Rastogi, 2011; Del Toro, Ribbons, 2012). 부정적인 효과도 보고되지만, 개미는 생태학적인 측면에서 영양 성분 순환을 포함한 중요한 기여를 하며, 과수원의 해충을 없애 주는 포식자의 역할을 한다 (Del Toro, Ribbons 및 Pelini, 2012). 베짜기개미(*Oecophylla spp.*)는 망고와 같은 여러 가지 농작물을 재배할 때 생물학적 조절 기능을 수행하며(Van Mele, 2008), 개미알이라고도 불리는 번식형(여왕 개미 새끼)의 유충이나 번데기는 아시아에서 인기 있는 음식이다(4.5.1 섹션 참조). 태국에서는 통조림으로 판매되기도 한다. Shen, Li, Ren(2006)은 검정 베짜기개미(*Polymachis dives*)가 중국 남동부, 방글라데시, 인도, 말레이시아, 스리랑카 등 아열대 지방에 널리 분포하고 있다고 보고했으며, 베짜기개미는 영양분이나 음료수, 건강식품 등으로 중국 상점에서 판매되고 있다. 중국 관영 음식 의약품 관리 및 보건부는 1996년부터 개미를 포함한 30 가지 이상의 건강 상품을 허가했다.

일본에서는 현지어로는 헤보(Hebo)라는 이름의 노란 재킷 말벌(*Vespula* 및 *Dolichovespula spp.*)의 유충을 많이 먹는다. 해마다 열리는 헤보 축제에서는 말벌 유충으로 만든 벌미 음식들이 인기가 많기 때문에(Nonaka, Sivilay, Bouldam, 2008) 지역 생산량만으로는 수요를 충족할 수 없어 호주, 베트남 등지에서 수입해야만 수요를 맞출 수 있다(K. Shono, 개인적 서신, 2012). 벌에 대한 배경 지식은 글 상자 2.7을 참고하기 바란다.

멕시코 치아파스 주에서 Ramos Elorduy와 Pino가 정리한 목록(2002)에 따르면 이 주에서 가장 많이(67종) 섭취되는 곤충류는 벌목에 속하고, 가위개미 두 종(*Atta mexicana* 및 *A. cephalotus*)의 판매도 점점 증가하고 있다고 한다. 좀더 남쪽에서는 아메리칸 인디언들 또한 *Atta* 속에 속한 개미를 섭취했다고 기록되어 있다(Dufour, 1987). *Atta* 종 군락지에는 최소 1백만 마리 이상의 일개미가 살고, 최대 7백만 마리까지 거주하는 경우도 있다. 신 열대 지역에서 개미들이 식물에 미치는 영향은 아프리카 사바나 지역에 대형 포유류를 방목하는 것과 비슷하다고 할 수 있다. 따라서 가위개미의 군락지 하나는 소 한 마리만큼의 경쟁력을 가지고 있다고 생각할 수 있다(Hölldobler, Wilson, 2010).



### 글 상자 2.7 전 세계 양봉 현황

자연과 농경에 대한 벌의 공헌은 잘 알려져 있지만(Bradbear, 2009), 직접적으로 인간이 섭취하는 음식 재료로서의 잠재력에 대해서는 그만큼 알려져 있지 않다(Chen 외, 1998). 소수 연구에 따르면 벌의 봉아(蜂兒: 벌의 알, 유충, 번데기)를 비롯하여 누에나방과, 부봉침 벌, 꿀벌과를 포함한 많은 벌과의 성충을 섭취할 수 있다고 한다(Banjo, Lawal, Songonuga, 2006; Ramos Elorduy, 2006). Finke에 의해 진행된 광범위한 영양소 분석 결과(2005)에 따르면, 벌이 생산하는 봉아(*Apis mellifera*의 봉아로 추측)는 에너지, 아미노산, 필수 미네랄, 비타민 B 등을 다량 함유하고 있다고 한다.

꿀벌처럼 집을 만드는 곤충은 준사육 형태로 쉽게 기를 수 있다. 예를 들면 특정 장소로 벌을 유인하여 집 근처에 벌집을 만들도록 할 수 있다. 이러한 기술은 오랜 기간을 통해 세계 여러 지역에서 사용되어 왔으며(DeFoliart, 1995), 중앙 아메리카에서는 마야 문명 시대까지 거슬러 올라간다(Villanueva, Roubik, Colli-Ucan, 2005). ColettoSilva(2005)는 숙주 나무의 손상 없이 부봉침 벌 사육을 위해 부봉침 벌(*Melipona spp.*) 군락을 채집하는 독창적인 방법을 기록했다. 나무가 벌어지면 군락을 채집하고 나무는 천연 수액에 의해 다시 봉인되는 방식이다.

벌에 관한 다른 사실들:

- 말벌과 함께 꿀벌(*Apis mellifera*)은 태국 북부에서 가장 중요한 곤충 음식이다. 벌의 봉아는 일반적으로 특정 지역의 음식으로 시장의 수요가 높으므로 종종 비싸게 거래된다(Chen 외, 1998).
- 말라위에서는 주식 곡물인 옥수수 재배보다 양봉의 수익이 3배 이상 높다(Munthali 및 Mughogho, 1992).
- 호주에서는 토종 부봉침 벌(*Trigona spp.*)의 벌집(꿀가방 또는 설탕가방으로 불림)이 호주 원주민이 사용하는 설탕의 원료로 매우 유명하다(Cherry, 1991; O'Dea 외, 1991).

### 메뚜기목(메뚜기, 비황, 귀뚜라미)

세계적으로 약 80%의 메뚜기종이 섭취되며, 대부분의 메뚜기종은 식용이다. 메뚜기는 늪지대에 많이 있기 때문에 특히 채집이 쉽다. 아프리카에서는 사막 비황, 이주 비황, 붉은 비황, 갈색 비황을 식용으로 이용한다. 하지만 농업에 있어서는 해충이기 때문에 농민 혹은 정부의 관리 프로그램에 따라 살충제가 살포되는 경우도 있다. 예를 들어 쿠웨이트에서는 식용으로 채집한 메뚜기에서 상대적으로 크게 농축된 유기인계 농약 잔여물이 발견되었다(Saeed, Dagga, Saraf, 1993).

메뚜기와 비황은 일반적으로 온도가 낮은 아침에 채집한다(곤충은 냉혈 동물이므로 온도가 낮으면 상대적으로 움직임이 적기 때문이다). 마다가스카르에는 "메뚜기를 잡기 위해서는 일찍 일어나야 한다(Comment pourriezvous attraper les sauterelles pondeuses et faire la grasse matinée en même temps?)"라는 속담이 있다. 와하카 주에서는 이른 아침에만(04:00 – 05:00 동안) 차폴리네(*Sphenarium* 속의 식용 메뚜기)를 채집한다(Cerritos 및 Cano-Santana, 2008). 그 이유는 기온이 높아진 낮에는 차폴리네가 매우 활동적이라 잡기 어렵기 때문이다(Cohen, Sanchez, Montiel-ishinoet, 2009).

서부 아프리카 니제르에서는 지역 시장이나 길거리에서 간식으로 판매되는 메뚜기를 흔하게 볼 수 있다. 연구자들은 특히 수수밭에서 채집한 메뚜기가 지역 시장에서 수수보다 높은 가격으로 판매되는 것을 발견했다(van Huis, 2003b).

차폴리네는 라틴 아메리카 지역에서 가장 잘 알려진 식용 메뚜기다. 이 작은 메뚜기는 수 세기 동안 지역 음식의 일부였으며, 여전히 멕시코 여러 지역에서 소비되고 있다. 와하카 주 계곡은 특히 차폴리네의 소비가 많기로 유명하다.

마늘, 레몬, 소금으로 맛을 내고 약간의 기름으로 구운 차폴리네는 토착민 사회뿐만 아니라 와하카 주의 사람들도 자주 먹는 음식이다(Cohen 외, 2009). 차폴리네는 짧은 날개를 가졌으며, 이는 제 기능을 못하는 날개가 퇴화되었다는 뜻이다. *Sphenarium purpurascens*는 알팔파(*Alfalfa*)의 해충인 동시에 멕시코에서 가장 중요한 식용 곤충 중의 하나다. 채집가들은 손잡이가 없는 원뿔(직경 80 cm, 깊이 90 cm) 형태의 그물로 알팔파를 가볍게 치는 방법으로 채집하며, 지역 가정 당 매주 약 50 ~ 70 kg의 메뚜기를 채집한다(Cerritos, Cano-Santana, 2008). 차폴리네는 식당, 수출 시장뿐만 아니라 소규모 지역 상점에서도 중요한 역할을 한다. 차폴리네의 영양학적, 문화적 가치에도 불구하고, 최근의 연구에 따르면 메뚜기에는 다량의, 때로는 위험한 양의 납이 포함될 수 있다고 한다(Cohen, Sanchez, Montiel-ishinoet, 2009).

아시아에서는 *Gryllus bimaculatus*, *Teleogryllus occipitalis*, *T. mitratus* 귀뚜라미를 야생에서 채집하고 일상적으로 섭취한다. 특히 태국에서는 집 귀뚜라미(*Acheta domestica*)를 사육하고 식용으로 이용한다. 집 귀뚜라미는 몸통이 부드러워 다른 종보다 인기가 많다. 2002년 태국에서 행해진 연구에 따르면 76개 주 중에서 53개 주에 귀뚜라미 농장이 분포되어 있다(Yhoung-Aree 및 Viwatpanich, 2005). 2012년 현재, 태국에는 약 2만 개의 귀뚜라미 농장이 있다. 또한 큰 몸집과 머리를 가진 짧은 꼬리 귀뚜라미(*Brachytrupes portentosa*)도 식용으로 인기가 매우 높다. 하지만 이러한 종들은 양식이 불가능하여 야생에서만 채집할 수 있다(Y. Hanboonsong, 개인적 서신, 2012).

광범위한 곤충 양식의 관습에도 불구하고, 경제적으로 사육되는 식용 귀뚜라미는 두 종류(*Gryllus bimaculatus* 및 *Acheta domestica*)뿐이다. *Tarbinskiellus portentosa*와 같은 다른 종들은 수명이 길어 양식이 불가능하다. 하지만 라오스와 캄보디아에서는 변화의 조짐이 보인다. 판매자들에 따르면 소비자들 양식 귀뚜라미를 더 선호하는데, 그 이유는 야생에서 채집된 것보다 양식 귀뚜라미가 맛이 더 좋기 때문이라고 한다(P. Durst, 개인적 서신, 2012).

#### 매미목의 아목인 매미류(매미, 매미충, 멸구, 개각충)

말라위에서는 여러 매미류(*Ioba*, *Platypleura*, *Pycna*)들이 음식으로 높이 평가되고 있다. 매미는 나무 줄기에서 발견되며 *Ficus natalensis* 나무의 라텍스와 같이 끈끈한 수액을 묻힌 긴 갈대(*Phragmites mauritianus*) 또는 풀(*Pennisetum purpureum*)을 이용하여 채집한다. 매미의 날개에 달라 붙은 라텍스는 먹기 전에 제거한다. 일부 매미목 곤충은 사람이 통상 먹을 수 있는 부산물을 만들어 낸다. 그중 하나인 카마인 색소(밝고 붉은색을 내는 색소로 E120이라고도 함)는 선인장 연지벌레(*Dactylopius coccus*)로부터 얻을 수 있으며 식품에 자주 사용된다. 굴나무이(*Psyllid*) 곤충 유충의 보호막에서 나는 단 맛의 결정체 형태의 분비물인 러프(*Lerp*) 역시 식용으로 사용된다. 예를 들어 남아프리카에서는 모파인 나무(*Colophospermum mopane*)의 줄기 수액을 먹이로 하는 굴나무이(*Arytaina mopane*)를 먹는다. 러프를 만드는 굴나무이가 가장 많이 발견되는 나무는 호주의 *Eucalyptus* 종이다. 호주 토착민들은 달콤한 음식 재료로 쓰기 위해 러프를 채집한다(Yen, 2005). 러프에 대한 자세한 내용은 2.4.3절을 참조하기 바란다.

#### 노린재목의 아목인 이시류(노린재)

노린재과의 곤충은 아프리카 사하라 이남 지역, 특히 아프리카 남부 지역에서 많이 섭취된다(2.4.4절 참조). 수단 공화국에서는 하늘바라기 농법으로 재배하는 수수의 해충으로 심각한 병충해를 입히는 노린재과의 *Agonoscelis versicolor*를 구워 먹는다. 아울러 이 곤충으로부터 얻은 기름으로는 음식을 조리하거나 낙타 피부병 치료에 사용한다(van Huis, 2003a).

식용으로 쓰이는 노린재의 대부분은 물에서 생활한다. 유명한 멕시코 캐비어 요리인 아후아후틀은 최소 7종<sup>5</sup>의 수생 노린재목(*Corixidae* 및 *Notonectidae*)의 알을 재료로 만든다. 이 곤충들은 수 세기 동안 멕시코 수생 양식의 중추를 형성해 왔다(글 상자 2.8).

이러한 종들의 준사육은 전통적인 방식을 이용하므로 간단하고 비용이 낮다(Parsons, 2010)(4장 참조). 이 곤충은 *Semana Santa*(부활절 전 성주간) 기간에 특히 높은 가격에 팔린다. 하지만 극심한 오염과 말라버린 수자원으로 인해 노린재목의 준사육은 점점 어려워지고 있다(Ramos Elorduy, 2006).

#### 글 상자 2.8 아후아후틀, 멕시코 캐비어

*Historia de las cosas de la Nueva España*에서 Sahugan(1557)은 10세기 전 몬테즈마 황제와 아즈텍 선왕들의 궁정에서 시후텍틀리 신을 모시는 의식에 아후아후틀이 특별히 준비되었다고 언급하고 있다. 토착민들은 황제가 아침 식사로 신선하게 먹을 수 있도록 텍스코코에서 테노치티틀란까지 음식을 가지고 달려 왔다. Sahugan은 이 음식을 Aoahtli 또는 Ahuahtli라고 부르면서 사람들이 Aguaucle이라고 불렀다는 점을 보고했는데, 이는 "물의 씨앗"이라는 뜻이다. Sahugan에 따르면 이 음식이 고인 물 표면에 파리가 낳은 수많은 알이며 텍스코코 및 이웃 마을 시장에서 판매되었다고 한다.

출처: Bachstet, Aragon, 1945

#### 흰개미목(흰개미)

가장 흔히 먹는 흰개미종은 몸집이 큰 마크로테르메스(*Macrotermes*) 종이다. 날개 달린 흰개미는 건기가 끝나고 첫 비가 올 때 흰개미집 근처의 구멍에서 나타난다. van Huis(2003b)는 아프리카에서 주민들이 흰개미가 나오도록 유인하기 위해 흰개미 언덕 주변의 땅을 두드리는 것을 관찰했다.

*Syntermes*는 아마존 지역의 가장 큰 식용 흰개미종이다. *Syntermes*의 채집에는 종려잎을 사용한다. 종려잎의 잎맥을 흰개미집의 통로에 집어 넣으면 병정흰개미들이 잎맥을 문 채로 팔려 나오게 된다(Paoletti 외, 2003; Paoletti, Dufour, 2005). 흰개미에 대한 자세한 정보는 2.3.3절을 참조하기 바란다.

#### 2.2.3 언제 어디에서 곤충을 먹는가?

전 세계적으로 곤충의 섭취 빈도에 대한 기록은 매우 빈약하다. 아프리카, 아시아, 라틴아메리카의 문헌에서 소수의 예가 발견될 뿐이다.

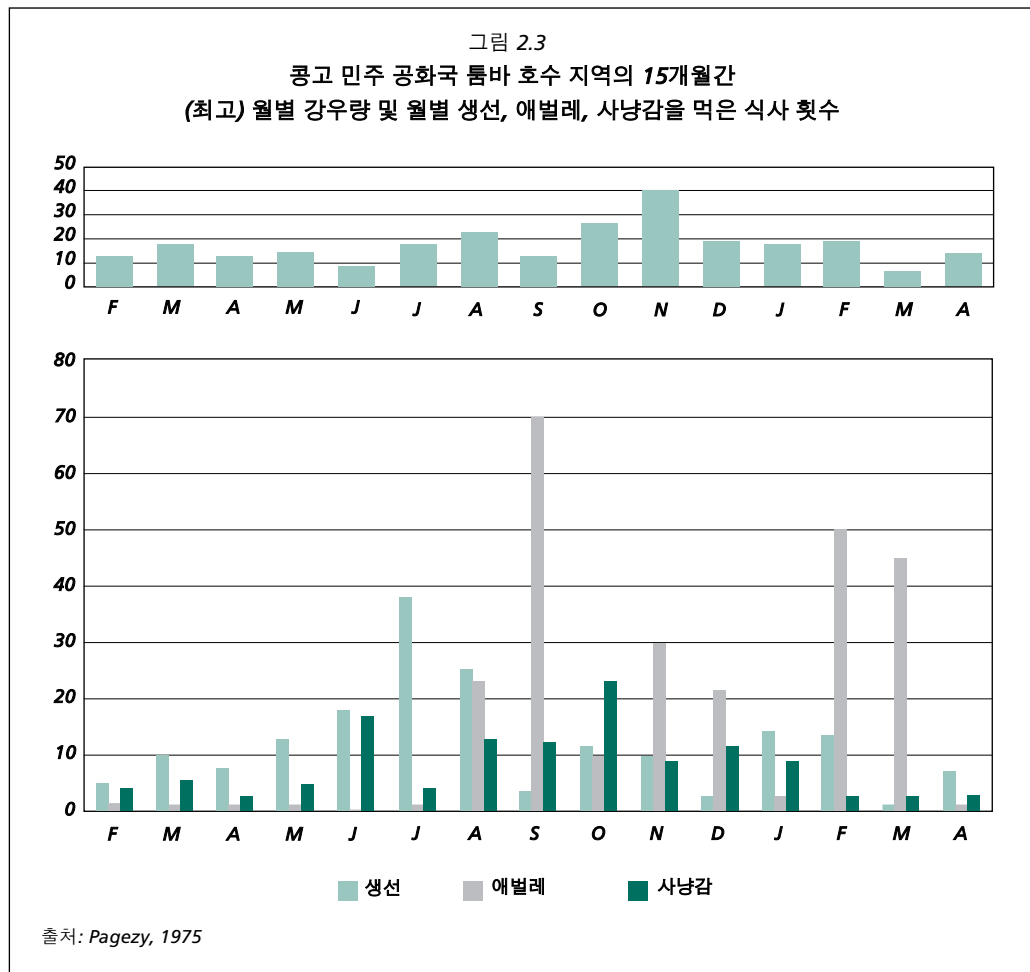
#### 아프리카

곤충은 아프리카 대륙에 걸쳐 풍부하게 발견되며 주식이 부족한 시기에 식량으로서의 중요도가 커진다. 사냥감이나 물고기를 잡기 어려운 우기에 곤충은 식량 안보 측면에서 중요한 역할을 한다. 기후 조건에 따라 한 국가 내에서도 가용성이 달라지긴 하지만, 애벌레는 우기에 특히 인기가 높다(Vantomme, Gohler, N'Deckere-Ziangba, 2004). 표 2.1은 중앙아프리카의 계절별 애벌레 양을 나타낸다.

Takeda와 Sato는 곤충의 계절별 가용성과 이와 관련된 섭취량을 체계적으로 정리하여 기록했다(1993). 콩고 민주 공화국의 열대우림에서 수행된 한 연구에 따르면 느간두(Ngandu)족 사람들은 야생 수렵 또는 경작 등을 통해 계절별로 수확 가능한 식물, 버섯, 포유류, 새, 어류, 파충류, 곤충 등 모든 요소로부터 영양분을 섭취한다고 한다.

<sup>5</sup> *Corisella mercenaria* (Say), *C. texcocana* (Jacz), *Krizousacorixa femorata* (Guér), *K. azteca* (Jacz), *Graptocorixa abdominalis* (Say), 노린재목-물벌레과(Guér)(*G. bimaculata*) 및 노린재목-송장헤엄치게과(*Notonecta* spp.)

콩고에서 행해진 이전 연구에서는 애벌레의 가용성이 생선 및 사냥감의 감소와 매우 높은 상관 관계가 있다는 것이 밝혀졌다(Pagezy, 1975)(그림 2.3 참조).



콩고 민주 공화국의 수도 킨샤사의 시장은 연중 안정적인 애벌레의 공급을 자랑하며, 킨샤사에서는 가구당 일주일에 평균 약 300 g의 애벌레를 섭취한다. 킨샤사에서는 매년 96톤의 애벌레가 소비되는 것으로 추정되며(Kitsa, 1989), 그 중 모파인 애벌레를 가장 많이 섭취한다. 8백만 명의 킨샤사 인구 중 70%가 영양가와 맛 때문에 애벌레를 먹는다고 한다(Vantomme, Gohler, N'Deckere-Ziangba, 2004).

애벌레는 중앙아프리카 공화국에서 우기(7월 ~ 10월) 중 특히 피그미족에게 주요 단백질 공급원이다(Bahuchet, 1975; Bahuchet, Garine, 1990). 우기에는 하루에 한 사람당 평균 42마리의 애벌레를 신선하게 채집하여 섭취한다. 곤충은 말리거나 훈제하여 일 년 내내 소비할 수 있지만, 우기 외 다른 기간에는 섭취율이 훨씬 떨어진다(그림 2.3 참조). 그바야(Gbaya) 토착민들은 96종의 곤충류를 섭취한다고 기록되어 있는데, 이는 그들이 섭취하는 총 단백질량의 15%에 해당한다(Roulon-Doko, 1998).

일부 지역의 경우에는 곤충의 섭취율과 주류 음식의 가용성에 상관 관계를 보이기도 한다. 마다가스카르에서는 건기가 끝날 무렵 쌀 소비량이 감소하고 애벌레 소비량이 늘어난다(Decary, 1937). 주민들은 건기가 끝나는 시점에 숲에서 애벌레를 채집하는데, 이는 비가 오기 직전에 잎이 커지기 때문이다. 애벌레는 건조 후 저장하여 식량이 부족한 시기에 사용할 수 있다. 남부 아프리카에서는 황제나방 애벌레(산누에나방과)가 연중 식량이 부족한 시기에 널리 섭취된다.

표 2.1

## 중앙아프리카의 애벌레 채집량

국가	주	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
중앙아프리카 공화국													
카메룬													
콩고 민주 공화국	동카사이												
	서카사이												
	반둔두												
	킨샤사												
콩고	상가												
	리콜라												
	브라자빌												
	폴												
	플라토												

출처: Roulon-Doko, 1998

## 아시아

동남아시아에서는 150 ~ 200종의 식용 곤충이 섭취되고 있다. 사고 야자(*Metroxylon sagu*)에서 채집하는 붉은 야자 바구미(*Rhynchophorus ferrugineus*)는 특히 대륙 전역에서 인기가 많고, 여러 지역에서 높은 가격에 별미로 판매되고 있다(Johnson, 2010). 수생 곤충을 포함한 여러 곤충들은 일 년 내내 구할 수 있는 반면, 다른 곤충들은

표 2.2

## 라오스의 월별 식용 곤충 가용성

서식지	일반명(학명)	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
물	장구애비( <i>Laccotrephus</i> sp.) (장구애비과)												
	물방개( <i>Cybister</i> sp.)(물방개과)												
	청소풍뎅이( <i>Hydrophilus</i> sp.) (물땡땡이과)												
	잠자리 유충												
	물장군( <i>Lethocerus indicus</i> ) (물장군과)												
땅	귀뚜라미( <i>Tarbinskiellus portentosus</i> )(= <i>Brachytrupes achatinus</i> )(귀뚜라미과)												
	개각충( <i>Drosicha</i> sp.) [ <i>Monophlebidae</i> = 이세리아각지벌레과]												
	쇠뚱구리(풍뎅이과)												
나무/ 덤불/ 관목	매미(매미과)												
	베짜기개미( <i>Oecophylla smaragdina</i> )(개미과)												
	노린재( <i>Tessaratoma quadrata</i> )(노린재과)												
	쇠뚱구리( <i>Holotrichia</i> sp.) (풍뎅이과)												
	메뚜기(메뚜기목)												
	대나무애벌레( <i>Omphisa fuscidentalis</i> )(명나방과)												

출처: Nonaka, 2010

계절에 따라 가용성이 다르다. 표 2.2에서는 라오스의 몇 가지 곤충류의 연중 가용성을 볼 수 있다. 라오스, 미얀마, 태국, 베트남에서는 다양한 서식지에서 다양한 곤충류들이 일 년 내내 채집되기 때문에 식용 곤충을 안정적으로 공급받을 수 있다(Yhoung-Aree, Viwatpanich, 2005)(표 2.3 참조).

표 2.3

## 태국의 월별 식용 곤충 가용성

월	곤충
1월	메뚜기, 남생이잎벌레, 팔랑나비
2월	붉은 개미 성충, 쇠똥구리, 풍뎅이, 노린재
3월	매미, 흰개미, 쇠똥구리
4월	쇠똥구리, 메뚜기
5월	땅귀뚜라미
6월	물장군, 나무구멍 딱정벌레, 물방개
7월	송장해엄치게, 얼룩 물장군, 실잠자리, 거미
8월	꿀말벌, 말벌, 딱정벌레
9월	코랴소 딱정벌레, 거미
10월	귀뚜라미
11월	하늘소
12월	땅강아지, 해엄치게, 진물장군, 물청소풍뎅이, 물장구애비

출처: Yhoung-Aree, Viwatpanich, 2005

많은 아시아 국가들의 현재 곤충 소비 현황은 주민 이주 유형의 결과에 따라 변화한 결과다. 예를 들면 곤충은 오랫동안 태국 동북부 지역의 주요 음식의 일부였으나, 노동 인구가 방콕을 비롯한 남부 지방의 관광지 쪽으로 이동함에 따라 지금은 태국 전체에 걸쳐 소비되고 있다(Yen, 2009). 81종의 곤충류가 지방과 도시 지역 모두에서 소비되는 것으로 추정되고 있다. 또한 50종이 넘는 곤충류가 남부 아시아(인도, 파키스탄, 스리랑카)에서, 39종이 파푸아뉴기니, 태평양 군도에서, 150 ~ 200종의 곤충이 동남아시아에서 소비되고 있다(Johnson, 2010).

## 라틴 아메리카

멕시코에서는 토착민들이 곤충의 수명을 포함하여 전통적으로 식사의 일부를 차지하는 동식물종에 대한 깊은 지식을 가지고 있다(Ramos Elorduy, 1997)(글 상자 2.9). 곤충은 식물의 수명, 달의 주기, 우기, 천둥과 같은 자연 현상과 조화를 이루며 활동한다고 믿어졌기 때문에 곤충 종류에 따라 "일정"이 정해져 있었다. 예를 들어 토착민들 간에는 자리아 약초(*Senecio salignus*)가 꽃을 피우면 에스까몰레(*Escamoles, Liometopum* 속 개미의 유충)를 채집할 시기가 되었다는 점이 널리 알려져 있다. 멕시코 와하카 주에서는 우기의 시작과 함께 차폴리네를 채집하기 시작하여 우기 내내 계속 채집한다. 아마존에서도 곤충의 채집은 계절과 관련된 일이다. 브라질의 아마존 북서쪽 열대 산림지역에 사는 수렵 채집 토착민인 마쿠(*Maku*) 인디언들은, 물고기 낚시 또는 사냥이 어려운 시기에는 곤충을 채집한다(Milton, 1984). 콜롬비아 아마존 지역에서는 누각(*Nukak*) 공동체가 우기에 *Rhynchophorus*종의 유충을 채집한다(Politis, 1996).

에콰도르 고원 지대에서는 겨울 우기에 채집된 딱정벌레(*Platycoelia lutescens*)가 10월 말부터 11월 초 사이에 키토(*Quito*) 시장에서 거래된다. 딱정벌레는 목초지와 초원의 토양에 나타날 때 채집하므로 비교적 채집이 쉽다. 딱정벌레들은 비에 의한 진동과 천둥 소리로 인해 나타난다고 여겨진다(Smith, Paucar, 2000). 모든 곤충을 우기에 채집하는 것은 아니다. 가령 남아메리카의 야자 바구미 유충(*Rhynchophorus palmarum*)과

## 글 상자 2.9

멕시코 로스 레예스 메트존틀라 푸에블라 지방  
포폴로카 족의 야생 음식 섭취

## 음식 가용성

야생 음식은 포폴로카 부족민들의 중요한 부식이다. 특히 옥수수과 콩의 비축량이 부족할 때는 더욱 그러하다(표 2.4). 야생 식물과 곤충류는 주로 우기, 즉 4월부터 10월까지 옥수수과 콩을 수확하기 전에 채집할 수 있다. 포폴로카 족은 일반적으로 농사 계획에 따라 일을 하며 동시에 야생 음식을 채집한다. 예를 들어 5월에는 *chende*(*Polaskia chende*), *chichipe*(*Polaskia chichipe*), *xoconostle*(*Stenocereus stellatus*), *pitaya*(*Stenocereus pruinosus*), *nopal de monte*(*Opuntia depressa*)와 같은 몇 가지 선인장 열매를 노린재(*Chinchies*), 백색 용설란 마게이 벌레(*Conduchos*)

다음 페이지에 계속

표 2.4

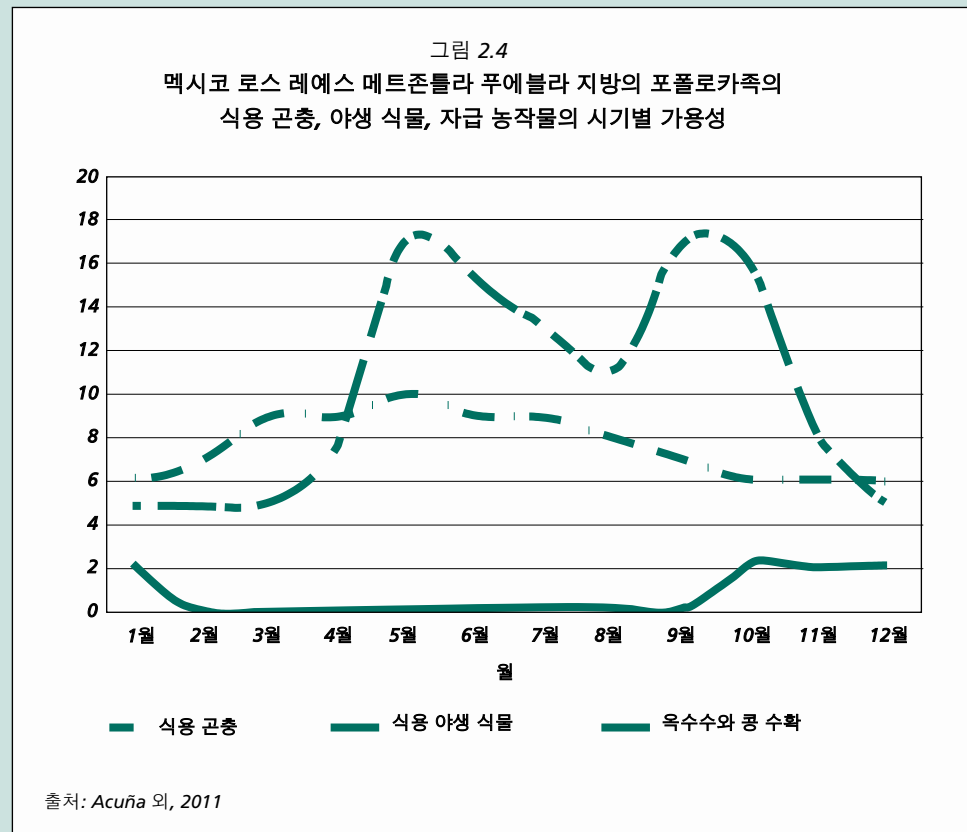
멕시코 로스 레예스 메트존틀라 푸에블라 지방의 포폴로카 족이 이용하는 곤충 및 곤충 산물

월	곤충과 곤충 산물	소비량 근사치
연간	<i>Cazahaute</i> 벌레	가구당 1년에 2 ~ 3회, ¼ 에서 ½리터 소비
	말벌집(5종)	가구당 1 ~ 4개의 벌집 소비
	개량종 꿀( <i>Apis mellifera honey</i> )	데이터 없음
1월	연중 곤충	-
2월	<i>Comadia redtenbacheri</i>	가구당 연간 1 ~ 2회, 약 1리터 소비
3월	<i>Mormidea</i> ( <i>Mormidea</i> ) <i>Notulata</i> , <i>Euschistus</i> sp.	가구당 연간 한두 번, 1 ~ 2리터 소비
	<i>Comadia redtenbacheri</i>	가구당 연간 1 ~ 2회, 약 1리터 소비
	<i>Plebeia mexicana</i> 꿀	봄에 연중 1회 채집
4월	<i>Mormidea</i> ( <i>mormidea</i> ) <i>Notulata</i> , <i>Euschistus</i> sp.	가구당 연간 한두 번, 1 ~ 2리터 소비
	<i>Thasus gigas</i>	가구당 연중 1 ~ 3회, ¼ ~ 2리터 소비
	<i>Plebeia mexicana</i> 꿀	봄에 연중 1회 채집
5월	<i>Mormidea</i> ( <i>mormidea</i> ) <i>Notulata</i> , <i>Euschistus</i> sp.	가구당 연간 한두 번, 1 ~ 2리터 소비
	<i>Plebeia mexicana</i> 꿀	봄에 연중 1회 채집
	<i>Aegiale hesperiaris</i>	가구당 계절마다 약 50마리의 유충 소비
	<i>Atta mexicana</i>	가구당 연중 1회 ¼ ~ 1리터 소비
6월	<i>Aegiale hesperiaris</i>	가구당 계절마다 약 50마리의 유충 소비
	<i>Pochocuile</i>	1인당 연중 한두 개의 "medidas"(12마리의 유충) 소비
7월	<i>Aegiale hesperiaris</i>	가구당 계절마다 약 50마리의 유충 소비
	<i>Pochocuile</i>	1인당 연중 한두 개의 "medidas"(12마리의 유충) 소비
8월	<i>Paradirphia fumosa</i>	연중 1인당 두서너 개의 "medidas"(15마리의 유충)에서 가구당 3리터 소비
	<i>Gusano del pirul</i>	가구당 1년에 2 ~ 3회, ¼ ~ 1리터 소비
9월	<i>Paradirphia fumosa</i>	연중 1인당 두서너 개의 "medidas"(15마리의 유충)에서 가구당 3리터 소비
10월	연중 곤충	-
11월	연중 곤충	-
12월	연중 곤충	-

출처: Acuña 외, 2011



글 상자 2.9 계속



*Aegiale hesperiaris*), 가위 개미(*Chicatanas, Atta mexicana*)같은 곤충과 함께 채집한다. 이러한 곤충의 대부분은(약 60%) 2월부터 9월 사이에 채집할 수 있으며, 약 40%는 연중 내내 섭취할 수 있다(예: 말벌집).

#### 빈도 및 수량

곤충 섭취의 빈도 및 수량은 곤충의 채집량에 영향을 끼치는 '기후 조건의 일관성', 개인의 '선택', 다른 생계 활동(예: 농사) 중 가끔 잡히는 곤충을 채집할 '기회' 등 3가지 중요 요소에 따라 달라진다.

출처: Acuña 외, 2011

수염 바구미(*Rhinostomus barbirostris*)는 우기가 끝나는 9월 ~ 1월에 걸쳐 베네수엘라 동북부 아마존 지역의 조이티 족 사람들이 채집한다. 사실 비가 오면 딱정벌레 성충의 채집이 어렵고 곰팡이 발생률이 높아진다(Choo, Zent, Simpson, 2009).

## 2.3 중요한 식용 곤충류의 예

이 절에서는 가장 많이 소비되는 일부 식용 곤충류에 대해 설명한다.

### 2.3.1 애벌레

애벌레는 세계에서 가장 다양한 식용 곤충 그룹이다. 애벌레는 단백질과 미량 영양소의 귀중한 원천일 뿐만 아니라, 세계 여러 지역의 생계에 중요한 공헌을 하고 있다. 가장 널리 알려진 것은 호주에서 섭취되는 꿀벌레큰나방 애벌레<sup>6</sup>(Meyer-Rochow, 2005)와 태국

및 라오스에서 인기 있는 대나무 애벌레(*Omphisa fuscidentalis*)이다(Yhoung-Aree 및 Viwatpanich, 2005). 애벌레는 특히 아프리카 사하라 남부 지역에서 널리 섭취되며, 이 지역의 전 식용 곤충류의 30%를 차지한다(van Huis, 2003b). Malaisse(1997)는 뱀바족(Bemba, 잠비아 동북부 고원 지대 및 콩고 민주 공화국과 짐바브웨 이웃 지역에 거주하며 반투어를 사용하는 민족) 거주 지역에 대한 광범위한 연구를 근거로 하여 38종의 식용 애벌레 목록을 정리했다. 콩고 민주 공화국의 전체 단백질 섭취량 중 애벌레가 차지하는 비율은 40%나 된다(Latham, 2003)(글 상자 2.10). 아프리카 대륙에서 가장 인기 있고 수익성이 있는 식용 곤충은 의심할 여지 없이 모파인 애벌레(*Imbrasia*(=*Gonimbrasia*) *belina*)이다.

### 모파인 애벌레

보츠와나, 나미비아, 짐바브웨, 남아프리카의 북부에는 모파인 산림 지대가 있으며, 그 광대한 서식지에서 모파인 애벌레가 번성하고 있다. 일부 농촌 사회는 모파인 애벌레의 생태학과 생물학에 광범위한 지식을 갖고 있다(Mbata, Chidumayo, Lwatula, 2002). 모파인 애벌레의 분포는 대체로 주요 숙주인 모파인 나무(*Colophospermum mopane*)와 관련이 있다. 대부분의 지역에서 모파인 애벌레는 매년 두 세대가 생산되는 이화성을 가진다(첫 번째는 가장 번식이 왕성한 11월과 1월 사이, 두 번째는 3월과 5월 사이)(Stack 외, 2003; Ghazoul, 2006).

다른 많은 식용 곤충과 마찬가지로 모파인 애벌레 역시 단순히 식량이 부족할 때 먹는 기근식만은 아니다. 애벌레는 기근이 닥쳤을 때 중요한 영양소의 공급원인 동시에 일반적인 식사의 일부이기도 하다(Stack 외, 2003).

#### 글 상자 2.10

#### 콩고 민주 공화국, Yansi의 격언

"애벌레와 육류가 인간의 몸에서 하는 역할은 동일하다."

"음식에서 애벌레가 마을 주민이라면 육류는 이방인이다."

출처: Muyay, 1981

모파인 애벌레의 채집, 가공, 거래, 섭취는 지역 문화의 구성 요소이며, 특히 빈민들에게는 생계의 전략이다(Illgner, Nel, 2000; Stack 외, 2003). 주로 여성과 아이들이 손으로 애벌레를 채집하여 창자를 꺼내고 소금물에 끓인 다음 햇볕에 말린다. 말린 애벌레는 몇 달간 보관할 수 있기 때문에 어려운 시기에 귀중한 영양 공급원이 될 수 있다. 또한 애벌레의 채집과 거래는 많은 농촌 가정에 있어 중요한 수입원이다. 이러한 점은 종종 채집에 대한 중요한 동기가 되며(Stack 외, 2003), 여기에 대한 수익성이 기존의 전통적인 농작물의 수확보다 높은 경우가 많다(Munthali, Mughogho, 1992; Chidumayo, Mbata, 2002). 모파인 애벌레 채집을 통한 소득은 많은 가정에서 옷, 수업 교재, 그릇 등과 같은 가정용품을 구입하는 자금으로 사용된다(Stack 외, 2003; N'Gasse, 2004). 그렇기 때문에 수많은 사람이 모파인 애벌레 채집에 참여한다. 영양적인 면에서나 경제적인 면에서 이득이 매우 많기 때문에 여러 사람들이 애벌레를 찾아 모파인 산림지대를 수백 킬로미터에 걸쳐 이동한다(Kozanayi, Frost, 2002).

<sup>6</sup> 몸집이 크고 나무를 먹는 호주의 흰색 배달 나방(*Xyleutes*(=*Endoxyla*) *leucomochla*)의 유충을 가리키는 단어로, 전통적인 호주 토착민의 별미

모파인 애벌레의 단백질 함량 비율은 48 ~ 61%, 지방 비율은 16 ~ 20%이며 그 중 40%는 필수 지방산이다. 모파인 애벌레는 훌륭한 칼슘, 아연, 철의 공급원이기도 하다(Glew 외, 1999; Headings, Rahnema, 2002). 영양소에 대한 자세한 설명은 6장을 참조하기 바란다.

### 2.3.2 야자 바구미

" 기름에 튀긴 유충의 맛은 훌륭하다[Larvae assate in deliciis habentur]" –  
1758년에 작업한 *Systema Naturae*에서 *Rynchophorous spp.*에 대한 Linneus의 평가

야자 바구미 유충(*Rynchophorous spp.*)은 아시아(*R. ferrugineus*), 아프리카(*R. phoenicis*), 라틴 아메리카(*R. palmarum*)에서 소비된다. 어떤 이들은 이 유충의 풍미가(Cerda 외, 2001) 풍부한 지방 성분에서 비롯된다고 한다(Fasoranti 및 Ajiboye, 1993). 열대 지방에서는 숙주가 있는 곳이면 연중 언제나 곤충을 볼 수 있다. 이러한 곤충의 숙주는 스트레스를 받는 나무들인 경우가 많다. 즉 이미 다른 곤충, 특히 장수풍뎅이(*Oryctes spp.*)와 같은 다른 곤충에 의해 손상을 입었거나, 전통적인 야자수 수확 방법 때문에 구멍이 뚫려 있기도 한다(Fasoranti 및 Ajiboye, 1993). 떨어진 야자 열매들은 수백 마리에 달하는 유충들의 부화 및 보호 장소이기 때문에 야자 열매들을 일부러 떨어뜨리기도 한다. 이러한 관습은 아마존의 Yanomamö(Chagnon, 1983) 및 Jöti 인디언(Choo, Zent, Simpson, 2009)들에게서 흔하게 볼 수 있다. Van Itterbeeck과 van Huis(2012)는 많은 토착민들이 야자 바구미에 대해 훌륭한 생태학적 지식을 가지고 있으며, 준사육을 통해 채집률과 예측성을 높일 수 있다는 점에 주목했다. 알토 오리노코 마을에서는 *R. palmarum* 및 다른 야자 바구미의 산란율을 높이려고 야자 열매를 자르는 것보다 더 지속 가능한 방식으로 야자 바구미를 생산할 수 있는 방법을 연구해 오고 있다(Cerda 외, 2001).

#### 생태

야자 바구미의 공격을 받는 야자나무 가운데 가장 중요한 종으로는 코코넛(*Cocos nucifera*), 대추 야자(*Phoenix dactylifera*), 사교 야자(*Metroxylon sagu*), 기름 야자(*El-aeis guineensis*), 라피아 야자(*Raphia spp.*) 등이 있다. Fasoranti와 Ajiboye(1993)는 아프리카 야자 바구미의 암컷이 어린 잎이나 야자나무 몸통에 직접 산란한다는 것을 알아냈다. 바구미 유충은 야자나무 속으로 파고 들어가 결국 나무를 죽게 만든다. 총 수명은 7 ~ 10주이다. 다 자란 유충의 평균 길이는 10.5 cm, 두께는 5.5 cm, 무게 6.7 g 이다. 야자나무에서 유충을 추출하는 일은 많은 노동력을 필요로 하기 때문에 주로 젊은 남성의 몫이다(Fasoranti 및 Ajiboye, 1993).

#### 글 상자 2.11 붉은 야자 바구미

붉은 야자 바구미(*Rhynchophorus ferrugineus*)는 대부분의 아시아 국가 및 중동 지방에 널리 서식한다. 이 곤충은 1980년대에 외래 종으로 지중해 지역에 유입되었고 2009년 8월까지 시칠리아섬에 사는 13,000그루의 대추 야자나무를 죽게 만들었다. 딱정벌레 역시 지중해 해안으로 퍼져 이탈리아 본토에 유입되어 북부 제노아 지방까지 나무들을 죽게 만들고 있다. 이탈리아에서는 특히 주로 관상용 식물인 스페인 가나리아(*Phoenix canariensis*)에 딱정벌레 피해가 집중된다. 이러한 피해를 조절하기 위해 이탈리아를 포함한 지중해 지역에서는 주로 살충제를 체계적으로 사용한다.

출처: Mormino, 2009

### 유충 탐지

콩고 민주 공화국에서는 바구미, 하늘소, 풍뎅이 유충 채집 시기를 감지하는 일은 전통적으로 여성의 몫이다. 유충들은 주로 살아 있거나 썩어 있는 *Elaeis*, *Raphia*, *Chamaerops*, *Cocos nucifera* 야자나무에 서식하며(Ghesquière, 1947), 여성들은 나무에 귀를 대고 딱정벌레 유충이 갇아 먹거나 구멍을 파는 소리를 듣는다. 이 방법은 카메룬에서도 야자 바구미 유충(*Rhynchophorus phoenicis*)이 가장 섭취하기 좋은령(*instar*, 발달 단계 중 하나로서 탈피와 탈피의 중간단계)으로 자랐을 때 채집하기 위한 방법으로 사용한다(van Huis, 2003b). 중앙아프리카 공화국(Roulon-Doko, 1998)과 아메리카 대륙(Ghesquière, 1947; Wolcott, 1933)에서도 같은 방식에 대한 기록이 있다. 손상의 징후가 육안으로 보이면 야자나무가 죽을 확률이 높아지므로 이탈리아의 산림 감시관들은 붉은 야자 바구미의 침해를 초기에 탐지하기 위해 전자식 청음 기구를 사용하는 것으로 알려져 있다(글 상자 2.11).

### 섭취

야자 바구미 유충은 보통 채집하여 씻은 후 튀겨서 먹는다(Fasoranti, Ajiboye, 1993). 유충 자체에 지방 성분이 많아 튀기는 과정에서 기름이 나오기 때문에 요리에 기름은 거의 사용하지 않는다. 보통 쓰이는 양념은 양파, 후추, 소금이다. 유충을 구워 먹는 일도 흔하다.

나이지리아의 성인들은 아이들이 야자 바구미 유충을 먹지 못하도록 막는다. 이는 아이들이 야자나무를 쓰러뜨리지 못하도록 하려는 것이다. 나무를 쓰러뜨리면 단기적으로는 유충을 많이 채집할 수 있는 산란 장소를 가질 수 있지만, 장기적으로는 숙주가 되는 나무에게 회복할 수 없는 손상을 입히기 때문이다(Fasoranti, Ajiboye, 1993). 야자나무에서는 야자유, 야자씨, 야자술 등과 같은 다른 주요 산물을 얻을 수 있기 때문에 야자나무를 보호하는 것은 주민들에게 매우 중요한 일로 여겨진다.

### 2.3.3 흰개미

서구 사회에서 흰개미는 일반적으로 해충과 동일시 되며, 나무를 먹어 치우는 능력으로 매우 잘 알려져 있다. 흰개미에 의한 피해는 미국 한 곳에서만 연간 5억 달러에 이른다고 한다. 하지만 흰개미는 세계의 많은 지역에서는 진미로 대접 받는 곤충이다. 이들은 날개를 떼고, 튀기거나 햇볕에 말린 후 주 요리나 결들임 요리 또는 간단히 간식으로 먹는다(Kinyuru, Kenji, Njoroge, 2009).

종종 개미 또는 하얀 개미라고 불리우기도 하지만, 흰개미는 개미와 달리 흰개미목에 속하는 곤충이다. 일반적으로 큰흰개미과(*Macrotermitinae*)에 속하는 식용 흰개미는 건기가 끝나고 첫 번째 비가 온 직후 흰개미 언덕으로부터 떼를 지어 이동하며(혼인 비행이라고 함), 날개를 달고 있다. 이 날개 달린 흰개미는 미래의 여왕과 왕이다. 병정흰개미와 마찬가지로 이들도 식용이 가능하다. 흰개미는 크고 정교한 집을 짓는 것으로 유명하다. 어떤 종의 흰개미집은 높이가 8 m에 달하고, 한 개미집당 1백만 마리의 일꾼, 병정흰개미들과 여왕 및 왕흰개미가 서식한다. 전 세계에 퍼져 있는 흰개미의 개체 수는 인류 전체의 개체 수보다 많다고 추정된다.

흰개미는 셀룰로오스와 리그닌을 소화할 수 없기 때문에 소화 기관에 나무의 셀룰로오스를 소화시키는 공생 원생동물과 박테리아를 가지고 있다. 흰개미는 이러한 소화 과정의 부산물과 공생 동물 자체를 먹이로 하여 살아간다. 예를 들어 큰흰개미종은 흰개미집 속의 곰팡이를 이용하여 셀룰로오스와 리그닌을 분해하여 좀더 영양가 있는 먹이 재료로 변화시킨다. 이때 곰팡이는 식물의 소화되지 않은 목질 성분을 고급 올리고당 및 쉽게 소화될 수 있는 복합과당으로 변환하는 체외 소화 시스템의 일부가 된다. 흰개미는 셀룰로오스의 소화 과정을 차례대로 "체외 소화 시스템에 맡겨" 처리한다. 이 소화 과정에서 지구 온실 가스 중 메탄 가스의 4%가 배출된다(Sanderson, 1996).

### 여왕흰개미와 병정흰개미

여왕흰개미는 특별한 진미로 여겨져 종종 특별한 행사에 대접한다(van Huis, 2003b). 영양학적인 가치도 높아서 우간다와 잠비아에서는 영양이 부족한 아이들에게 여왕흰개미를 먹인다. 하지만 하루에 2,000개의 알을 낳고 지름이 10 cm에 이르는 여왕흰개미를 파내는 일은 많은 노동력을 필요로 할 뿐만 아니라, 여왕흰개미의 제거는 곧 군락 전체를 죽이는 결과를 초래한다. 몸집이 큰 흰개미종의 병정흰개미 섭취는 중앙아프리카 공화국, 콩고 민주 공화국, 베네수엘라 볼리바르 공화국, 짐바브웨의 기록에서 볼 수 있다(Bequaert, 1921; Bergier, 1941; Owen, 1973; Chavanduka, 1976; Roulon-Doko, 1998; Paoletti 외, 2003). 병정흰개미는 종종 튀기거나 잘게 부셔 케이크로 만들어 먹는다. 우간다와 같은 곳에서는 머리만 먹기도 한다(van Huis, 2003b). 병정흰개미는 소량으로만 채집할 수 있으며, 일반적으로 여성과 어린이들이 채집한다(Roulon-Doko, 1998). 날개 달린 종류와 달리 병정흰개미는 연중 언제라도 채집할 수 있다.

### 흰개미 채집

날개 달린 흰개미의 채집에는 여러 가지 방법이 있다. 도시 지역에서는 빛에 이끌리도록 광원 주변의 물에 용기를 놓아서 채집한다. 농촌 지역에서는 대체로 흰개미 언덕에서 바로 채집한다. 풀다발에 불을 붙여 유인하면 흰개미가 나타나고, 미리 만들어 놓은 구멍 속으로 휩쓸려 들어가게 된다. 콩고 민주 공화국의 지역에서는 사람들이 구멍 위에 양동이를 뒤집어 놓은 후, 그 가장자리에 흰개미가 달라 붙으면 양동이를 흔들어 구멍 안으로 떨어지게 한다(Bergier, 1941). 양동이 대신 구멍을 막기 위해 바나나 잎, 마란타 잎 또는 담요를 잔가지나 부들에 씌운 구조물을 만들기도 한다(Bergier, 1941; Osmaston, 1951; Roulon-Doko, 1998). 흰개미를 이 구조물 중 열려 있는 한 군데로만 몰기 위해 도망갈 수 있는 통로를 모두 차단한다. 날 수 있는 흰개미는 이런 틈에서 비치는 태양, 달, 햇불, 모닥불의 불빛에 이끌리게 된다. 흰개미를 모을 수 있도록 열려 있는 틈에 용기를 하나 놓아둔다(Harris, 1940; Bergier, 1941; Ogutu, 1986). Osmaston(1951)은 우간다에서는 그릇으로 유인하기 위해 흰개미가 나오는 통로 위에 진흙 대롱을 엮어 설치한다고 말한다. 특정 흰개미종을 불러내기 위해 흰개미 언덕 주변의 땅을(비가 오는 것처럼 하기 위해) 계속 두드리고 북을 치는 방법도 알려져 있다(Owen, 1973; Ogutu, 1986; Roulon-Doko, 1998). 최근 Ayieko 등(2011)은 흰개미 채집을 위해 토착민 고유의 방식에 현대 기술을 더했다(글 상자 2.12).

#### 글 상자 2.12

#### 케냐의 전통 지식과 신기술이 결합된 흰개미 채집

케냐 산업 개발부(Industrial Development)와의 협력으로 수행된 한 연구에 따르면, 간단하게 유인하여 덫과 채집 용기만으로 아고로(*Macrotermes subhyalinus*, 빅토리아 호수 주변에서는 아고로(Agoro)라고 알려짐)를 대량으로 쉽게 채집할 수 있어 곤충 섭취 문화를 가진 지역 공동체의 식량 안보를 높일 수 있다고 한다.

이 연구는 채집을 극대화하기 위해 지역에서 쉽게 구할 수 있는 재료로 올가미를 만드는 방법을 지역 공동체에 알려 주는 방안을 제시하고 지역 주민들이 다양한 종류의 흰개미에 대해 보다 익숙해져야 한다는 점을 강조했다. 예를 들면 아고로 흰개미의 출현 유형을 이해하면, 즉 잠재적으로 흰개미들이 활동하는 흙더미를 찾아낼 수 있다면 채집률을 극대화할 수 있다고 한다. 환경적 요인을 면밀히 살펴보는 것도 마찬가지로 중요하다. 현대 과학과 전통 지식의 결합으로 향후 전망이 밝아졌지만, 무엇보다 현재 방법론에 따라 생산량에 차이가 많아지는 원인을 이해하기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

출처: Ayieko 외, 2011

### 흰개미 섭취와 영양학적 가치

흰개미에는 단백질, 지방산 및 기타 미량 영양소가 다량 함유되어 있다. 튀기거나 말린 흰개미에는 32 ~ 38%의 단백질이 포함된다(Tihon, 1946; Santos Oliveira 외, 1976; Nkouka, 1987). 리놀레산 같은 필수 지방산은 특히 아프리카의 지상 언덕에 사는 흰개미 종 *Macrotermes bellicosus*(34%), *M. subhyalinus*(43%)에 많이 포함되어 있다(Santos Oliveira 외, 1976). 베네수엘라 볼리바르 공화국에 서식하는 *Syntermes* 종의 병정흰개미(예: *Syntermes aculeosus*)는 높은 영양가로 유명하다. 이 개미속에는 놀랍게도 64%에 달하는 단백질이 함유되어 있으며, 트립토판과 같은 필수아미노산, 철, 칼슘 및 기타 미량 영양소들이 풍부하다.

흰개미는 주로 튀기거나 햇볕에 말리거나 훈제하여 먹고, 우간다에서는 바나나잎에 싸서 찌먹는다. 햇볕에 말리거나 훈제하기 위해서는 먼저 몇 분 동안 끓이거나 구워야 한다(Silow, 1983). 때로는 절구를 이용해 가루로 빻아서 꿀과 함께 먹기도 한다(Ogutu, 1986). 콩고 민주 공화국의 아잔다족과 피그미족은 흰개미에서 나온 기름으로 고기를 튀기기도 한다(Bequaert, 1921; Bergier, 1941). 피그미족은 이 기름을 몸과 머리에 바르기도 한다. 흰개미 기름은 마른 흰개미를 대롱에 넣고 압착하여 추출한다(Costermans, 1955). 마른 흰개미는 여러 아프리카 도시와 마을의 지역 시장에서 살 수 있다(Osmaston, 1951; Owen, 1973). 햇볕에 말린 흰개미는 가루로 빻아서 다른 음식 재료와 섞어서(Pearce, 1997) 굽고, 끓이고, 찌고, 크래커, 머핀, 소시지, 미트 로프로 만들기도 한다(Kinyuru, Kenji, Njoroge, 2009; Ayieko, Oriamo, Nyambuga, 2010). 보츠와나의 샌(San)족 여성들은 날개 달린 흰개미 *Hodotermes mossambicus*를 채집하여 뜨거운 재나 모래에 굽기도 한다(Nonaka, 1996).

### 돼지, 가금류, 물고기의 사료로 쓰이는 흰개미

흰개미를 사료로 이용한 사례는 여러 나라에 기록되어 있다. 부르키나파소에서는 흰개미를 채집할 때 축축하고 삭은 배설물, 망고 씨앗 및 기타 유기 물질로 채운 조롱박을 땅속에 넣어둔다(van Huis, 1996). 3 ~ 4주가 지나면 이 조롱박을 땅에서 파내어 흰개미로 가득찬 내용물을 가금류의 먹이로 준다. 이런 방법은 특히 음식이 부족해지는 건기의 끝 무렵에 중요하다(Iroko, 1982). Farina, Demey, Hardouin(1991)은 토고의 마을에서 부르키나파소에서와 유사한 방법으로 뿔닭과 닭에게 흰개미를 사료로 주는 장면을 목격했다. 무리지어 사는 유시류(*Alates*) 또한 인도에서 정글 뿔닭의 사료로, 아프리카에서는 타조의 먹이로 사용되어 왔다(Pearce, 1997).

### 흰개미집의 버섯

흰개미 외에도 흰개미집에서 자라는 버섯 역시 많은 열대 지역에서 자주 섭취하는 음식이다. 야생 버섯은 지역 주민에게 중요한 부식이며 문화적인 전통에도 중요한 역할을 한다. 버섯은 아프리카의 많은 지역 시장에서 흔히 볼 수 있으며, 추운 건기에 먹을 수 있도록 저장한다(Parent 및 Thoen, 1977). 나이지리아 요루바의 전통 치료사들은 약이나 부적으로 많은 종류의 만가닥버섯과(*Termitomyces*종)을 이용한다. 버섯에 대한 내용은 신화와 민속 문화에도 등장한다(Oso, 1977).

*Termitomyces*속에 속하는 버섯은 흰개미집의 곰팡이 무리에서 바로 자란다(Zoberi, 1973). 이러한 버섯의 현지명은 그 지역의 흰개미 이름에 기인하는 경우가 많다. 예를 들면 우간다의 니오로족은 *Enaka*라는 이름의 흰개미종 언덕에서 자라는 버섯을 *Obunyanaka*, *Entaika* 흰개미종의 언덕에서 자라는 버섯은 *Obunyantaika*라고 부른다. 서아프리카와 남부 아프리카에서 발견되는 지름 0.5 ~ 2 cm 크기 정도의 *T. microcarpus*(Parent 및 Thoen, 1977)를 제외하면 *Termitomyces*종은 큰 편에 속한다(지름 80 cm까지 자라기도 함)(Skelton 및 Matanganyidze, 1981).



### 2.3.4 노린재

멕시코 전역(Ramos Elorduy, Pino, 2003), 남부 아프리카, 동남아시아에서는 노린재(노린재목: 노린재과)의 유충 및 성충을 먹는 사람들을 흔하게 볼 수 있다(DeFoliart, 2002). 남부 아프리카에서는 *Encosternum (=Natalicola) delegorguei*를 벌미로 여기기도 한다. 노린재는 말라위, 남아프리카, 짐바브웨에서 섭취되며(Faure, 1944; van Huis, 2003b; Morris, 2004), *Tessaratomya* 종, 여지 노린재(*T. papillosa*), 용안 노린재(*T. javanica*), *T. quadrata*(라오스에서 불리는 현지명은 "mien kieng") 등은 중국, 라오스, 태국에서 널리 섭취된다(Nonaka, 2007; Chen, Feng, Chen, 2009).

### 생태

식용 노린재로 알려진 *Encosternum delegorguei*(남부 아프리카에서 벤더어로 *thongolifha*, 통가어로 *xipembele*, 북부 소토어로는 *podile*라는 이름을 가짐)는 몸집이 크고 초식성인 담록색 벌레로서 식물을 뚫고 즙을 빨아먹는 주둥이를 지니고 있다(Trilehorn, Johnson, 2004). 노린재라는 이름은 곤충이 불안할 때 배출하는 냄새에 기인한다(Aldrich, 1988). 노린재는 5월에서 8월 사이에 가장 많이 출현하며, 채집 역시 이때 이루어진다(Faure, 1944; Dzerefos, Witkowski, Toms, 2009). 동남아시아에서는 건기에 다양한 나무에서 *Tessaratomya* 종이 집단으로 출현하며 3 ~ 4월에 최고조를 이룬다(J. Van Itterbeek, 개인적 서신 2012). 노린재는 곡식도 먹기 때문에 농업계에서는 해충으로 간주한다(Panizzi, 1997).

### 생계

노린재 또는 *Tessaratomya*의 증가는 세계 농촌 지역의 식생활에 큰 도움이 된다. 짐바브웨의 노루메드조(Norumedzo) 커뮤니티에서 노린재는 가정용품을 구입하고 학교 등록금을 내기 위해 꼭 필요한 귀중한 수입원이다(Makuku, 1993). 또한 노린재는 수요가 많기 때문에 이웃 국가에 수출되기도 한다. 이 때문에 채집가들은 노린재가 많은 지역을 찾아 200 km씩 이동하기도 한다(Teffo, 2006).

노린재의 영양학적 가치에 대한 데이터가 많지는 않지만 일부 보고된 내용이 있다. Teffo(2006)에 따르면 *E. delegorguei*는 먹을 수 있는 부분의 무게를 기준으로 100 g당 35.5 g의 단백질과 50.6 g의 지방을 포함하며, 100 g의 *E. delegorguei*를 섭취하면 2599 kJ의 에너지가 발생한다. 이 곤충은 철, 칼륨, 인과 같은 미네랄도 포함하고 있다. 동남아시아에서는 *Tessaratomya*속 노린재가 특히 높이 평가받고 있다. 이 종류의 노린재는 라오스의 비엔티안 지자체에서 대량으로 채집, 소비, 판매된다(J. Van Itterbeek, 개인적 서신, 2012).

남아프리카와 동남아시아 지역 모두 손을 사용하여 노린재를 채집한다. 노린재가 방아수단으로 배출하는 황색 또는 오렌지색 분비물에 의한 얼룩 때문에(Faure, 1944), 채집자들은 종종 손을 비닐 봉투로 감싸며(J. Van Itterbeek, 개인적 서신, 2012), 한 쪽에 그물이 달린 긴 막대기를 사용하기도 한다. 작은 막대를 나무에 던지거나 가지를 흔들면 노린재가 나무에서 떨어진다(J. Van Itterbeek, 개인적 서신, 2012). 채집가들은 노린재의 분비물이 각막을 손상하거나 심하면 눈을 멀게 할 수도 있다고 믿기 때문에 특히 눈을 보호하는 데 신경을 쓴다(Faure, 1944; Siripanthong 외, 1991). 이른 아침, 해질녘, 특히 소나기가 내린 후와 같이 기온이 선선할 때 노린재 채집이 가장 쉽다(Faure, 1944).

남부 아프리카와 동남아시아에서는 노린재를 날것으로 먹기도 하고 요리해 먹기도 한다(Faure, 1944; J. Van Itterbeek, 개인적 서신, 2012). 살아 있거나 죽은 벌레의 머리를 앞에서 뒤로 누르며 떼는 방법으로 "독소"를 제거한다(Faure, 1944; Toms, Thagwana, 2003). 라오스에서는 튀긴 다음 쓴 맛을 내는 목 부분만 제거한다(J. Van Itterbeek,



개인적 서신, 2012). 물에 적셔 두거나 미지근한 물에 담궈서 노린재의 분비물을 빼내기도 한다. 분비물을 제거한 후에는 먹을 수 있도록 햇볕에 건조시킨다(Toms 및 Thagwana, 2003). *Nezara robusta* 또는 초록 방패 노린재의 분비물이 담긴 물은 흰개미로부터 집이나 정원을 보호하기 위한 살충제로 사용된다(Morris, 2004).

### 생태학적인 영향

노린재는 수요가 많은 여러 식용 곤충과 비슷한 위협을 받고 있다. 매우 중요한 소득과 영양의 원천이라는 점에서 지나친 채집과 잘못된 서식지 관리에 대한 우려가 높아지고 있다. 이러한 우려의 원인 중 하나는 많은 아마추어 채집가들이 채집을 위해 나무를 통째로 쓰러뜨리는 데 있다. 이 같은 행위는 벌레 채집의 지속 가능성을 위협에 빠뜨린다(Faure, 1944; J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012). 또한 지나치게 채집하면 결과적으로 노린재의 개체수가 줄어 들기 때문에 10월 중순에 시작되는 다음 교미기에 대한 위협이 된다. 또 다른 문제는 환경과 식량 안보에 대한 것이다. *Tessaratomya*속 노린재는 농업에서 해충으로 간주되어 화학 약품으로 방제하는데(예: 여주 나무(*Litchi chinensis*)에서 발견되는 여주 노린재(*Tessaratomya papillosa*))(Menzel, 2002), 이는 공공 건강 문제가 된다. 노린재 채집을 통해 곡식을 보호하고 보조 수입원과 영양분의 원천을 확보할 수 있지만, 해충의 박멸은 곧 중요 생계수단의 소멸로 이어질 수 있으므로 피해야 한다(Ceritos, 2009).

세계 일부 지역에서는 삶과 생계에 도움이 되는 곤충 채집의 혜택이 적절한 관리를 위한 유인책으로 작용하기도 한다. 예를 들어 짐바브웨의 노루메드조 공동체는 노린재 서식지를 공동체 보호 지역으로 지정했다. 이 지역의 숲은 지속적으로 감시되며 최소한의 벌목만 허용된다(Makuku, 1993).

노린재가 있는 일부 경작지에서는 기계로 수확하는 경우가 있다. 이런 때는 낱알을 보존하고 노린재 판매를 통한 수입을 얻기 위해 손으로 노린재를 채집한다. 이 방법은 농업 해충이 귀중한 영양 및 소득원이기도한 문화권에서 점차 일반화되고 있다.

### 2.3.5 식용 메뚜기, *Ruspolia differens*

#### 성장과 채집

공식적으로 *Homorocoryphus nitidulus vicinus*라고 알려진 식용 메뚜기(*Ruspolia differens*)는 여치과(Tettigoniidae)의 북방 여치다. 북방 여치는 동부 및 남부 아프리카에서 일반적인 음식이다. 메뚜기를 우간다 메뚜기(*Nsenene*)라고 부르는 동아프리카 빅토리아 호수 지역에서는 메뚜기가 음식 문화의 중요한 부분을 차지한다(Kinyuru, Kenji, Muhoho, 2010). 탄자니아 부코바 지구의 바하야 민족은 메뚜기를 별미로 여긴다. 우간다에서는 전통적으로 여자와 어린이들이 *Nsenene* 메뚜기를 채집한다.

수확이 끝난 쟁단에 대량으로 산란된 메뚜기 알은 건기에는 성장하지 않으며, 비가 오면 성장하기 시작하여 완전히 성장하는 데에는 총 4주 정도 소요된다(McCrae, 1982). 유충과 성충은 풀의 꽃밥이나 쌀, 기장, 옥수수, 수수 등의 풀을 먹이로 한다. 전통적으로 메뚜기는 낮에 이러한 들판에서 채집한다(Mors, 1958).

"Okulinga enenene"라는 말은 바하야족(탄자니아) 사람들이 들판에서 *Nsenene* 메뚜기를 찾기 위해 아침 일찍 오두막에서 나오는 것을 의미한다. *Nsenene* 메뚜기를 찾으려면 마을에 큰 소리를 질러 들판이나 바나나 숲이나 언덕에서 위치를 알리고, 주로 어리거나 나이가 많은, 특히 여성 및 아이들이 메뚜기를 잡으러 간다. 메뚜기가 있는 곳이면 어디에서나 채집할 수 있으며, 바나나 밭의 주인도 메뚜기를 잡으러 오는 사람들을 쫓을 수 없다. 채집할 때에는 모든 땅이 공동 소유로 간주되는 것이다.

오늘날에는 인공 광원의 사용이 확대됨에 따라 밤에도 손쉽게 메뚜기를 잡을 수 있다. 여성과 아이들이 가로등 불빛을 이용해서 채집하기도 하지만, 전문 채집가들이 강한 인공 광원을 이용하여 채집하는 것도 볼 수 있다(van Huis, 2003b). 일부 채집가들은 야간 전기 사용으로 인해 전력 회사로부터 요금을 징수받기도 한다(월별 미화 170달러)(Agea 외, 2008). 전기 공급이 끊어지면 식용 메뚜기 채집을 통한 수입원에 큰 문제가 생긴다(글 상자 2.13).

#### 글 상자 2.13

##### 정전으로 피해를 입은 우간다 식용 메뚜기 산업

우간다는 전기 배급제가 일상적이며, 캄팔라의 일부 가구는 48시간 이상의 정전을 겪기도 한다. 정전은 수많은 우간다 메뚜기 채집가와 판매자를 곤란에 빠뜨리는 사고이다.

우간다의 수도 캄팔라의 메뚜기 채집가 Julius Kafeero는 자신의 일에는 전등이 매우 중요하다고 말한다. 전력 공급의 불안정성으로 인해 그를 포함한 다른 여러 사람들은 화력 발전기와 같은 대체 수단에 의존한다.

가격 상승에도 불구하고 튀긴 메뚜기는 우간다에서 여전히 별미로 여겨진다. 나카세로 시장의 판매상 Juliet Nakalyango는 메뚜기 판매 가격이 두 배로 올랐지만 여전히 구매 고객들이 있다고 말한다. 현재 한 손가락 분량의 메뚜기의 가격은 0.4유로(미화 0.5달러)이다. 지난 시즌에는 동일한 가격으로 한 컵의 메뚜기를 구입할 수 있었다.

출처: Gitta, 2012

#### 상업

우간다 캄팔라와 마카카 지역의 *Ruspolia nitidula* 메뚜기에 관한 시장 조사에 따르면 별미로 취급되는 메뚜기 1 kg은 같은 양의 소고기보다 40%나 비싸게 팔린다고 한다(Agea 외, 2008). 판매자 및 소비자를 각각 70명씩 인터뷰를 통한 이 조사를 통해, 소매업자들이 총 판매량의 3/4을 도매업자로부터 구입하고 나머지는 채집가로부터 직접 얻는다는 점을 알아낼 수 있었다. 대다수 거래업자들은 *R. nitidula*의 거래가 대부분 도로변이나 고속도로 휴게소 근처에 집중되어 있음을 시사했다. 거래는 대부분 남성들에 의해 행해지지만 채집에는 여성들도 참여한다. 메뚜기의 도매가는 kg당 미화 약 0.56달러이며 소매가는 5배 정도인 미화 2.80달러이다. 평균적으로 거래업자들은 *R. nitidula* 판매를 통해 시즌당 미화 200달러 이상의 수입을 올린다. *R. nitidula*의 판매를 저해하는 문제 중 한 가지는 이 곤충이 잡히는 시기가 정해져 있으며 저장 기간이 짧다는 점이다.

#### 다른 메뚜기종

일본의 메뚜기(주로 *Oxya yezoensis*) 채집은 쌀 추수와 관련되어 있다. 메뚜기가 아침 이슬에 젖어 있는 아침 시간에 채집하고, 채집한 메뚜기를 하루 밤 동안 산 채로 두어 배설물이 배출되도록 한다. 다음 날 튀기거나 끓이고, 먹기 적절하지 않은 다리는 제거한다. 햇볕에 말린 다음 간장과 설탕으로 메뚜기를 요리한다. 메뚜기는 가을에 주로 반찬이나 간식으로 먹으며, 어떤 사람들은 메뚜기를 최대 1년간 저장하기도 한다. 하지만 일본에서는 최근 메뚜기 채집 및 섭취가 줄어드는 추세다(Nonaka, 2009).

대부분의 아시아 국가에서는 벼메뚜기를 먹는다. 과거 한국에서는 벼메뚜기를 반찬, 도시락 반찬, 간식으로 먹었지만 1960 ~ 70년대 살충제의 확대로 인해 벼메뚜기의 소비가 감소되었다. 1981년부터 살충제를 강제하던 규정의 기준이 느슨해짐에 따라 농부들이 살충제의 사용을 자제하면서 메뚜기 개체 수가 증가하게 되었다.

살충제 사용의 감소와 무농약 쌀을 원하는 한국인들의 열망은 차황면에서 유기 벼농사의 발달을 이끌었다. 이는 경제적으로도 경쟁력이 있었는데, 살충제 사용에 관계 없이 쌀 수확량을 동일하게 유지하면서도 유기농 쌀이라 더 높은 가격으로 판매할 수 있었기 때문이다. 1989년, 쌀의 매수, 제분, 판매를 담당하는 차황 농업협동조합은 메뚜기를 채집하는 농부들로부터 말린 메뚜기를 구입하기 시작했다. 여기에는 3종의 메뚜기가 있었다. 벼메뚜기(*Oxya velox*)는 가장 흔한 종으로(황록색에 길이는 27 ~ 37 mm이며 일본, 중국, 한반도, 대만에서 발견), 전체의 84.5%를 차지했다. 다음은 *Oxya sinuosa*가 14.8%, 마지막으로 *Acrida lata*가 1% 미만을 차지했다. 1991년과 92년, 차황면 협동조합은 많은 양의 메뚜기를 계속 사고 팔았으며 농부들에게 직접 사러 오는 사람들도 많았다(Pemberton, 1994).

40년 전 태국에서는 봄베이 비황(*Patanga succincta*)이 옥수수밭에 창궐한 적이 있었다. 살충제의 공중 살포마저 실패로 돌아가자 1978 ~ 1981년 사이에 봄베이 비황을 식용으로 잡기 위한 운동이 전개되었다. 메뚜기는 기름에 바짝 튀겨서 크래커의 원료로 쓰기도 하고 요리 소스로 만들기 위해 발효시키기도 한다. 오늘날 메뚜기는 태국에서 가장 잘 알려지고 가장 인기 있는 식용 곤충의 하나이며, 더 이상 농업 해충으로 간주되지 않는다. 어떤 농부들은 심지어 옥수수를 판매용이 아닌 메뚜기 먹이용으로 재배하기도 한다(Hanboonsong, 2010).

메뚜기의 상업화는 지역에 따라 매우 다르다. 라오스에서는 메뚜기(*Caelifera spp.*)가 현지 시장의 두 번째 베스트셀러인 벼짜기개미를 먹는다(Boulidam, 2010). 벼를 심기 전에 논을 정리할 때 가축 사양을 위해 메뚜기를 많이 채집한다. 메뚜기 요리법은 간단하다. 소금을 약간 뿌린 메뚜기를 약간의 물에 삶은 다음 마를 때까지 약한 불에 끓도록 놔둔다. 큰 메뚜기는 새우 튀김처럼 바짝 튀기기도 하며 살짝 볶거나 구워서 먹기도 한다. 보통 다른 야채나 고기 없이 일품 요리로 제공한다(Chung, 2010).

멕시코에서는 차폴리네로 알려진 메뚜기(*Sphenarium purpurascens*)가 길거리 음식으로 인기가 높다. 일반적으로 일상적인 가판대와 작은 마을의 음식점에서 볼 수 있지만, 다른 곤충들 중에서도 메뚜기는 더 고급 음식점 메뉴에 등장하기도 하며 건조 포장 메뚜기를 고급 상점에서 구입할 수도 있다(Ramos Elorduy, 2009).

## 2.4 중요한 곤충 산물

꿀, 프로폴리스, 밀랍을 포함한 풍부한 벌의 산물은 대중에게 널리 알려져 있으며, Bradbear(2009)에 의해 광범위하게 문서화되어 있다. 실크 직물을 누에로부터 얻는다는 것은 누구나 알고 있는 일반 상식이다. 하지만 일반 대중은 대부분의 주방 서랍, 의약품, 기타 가정용 제품 등에서 발견되는 수많은 다른 곤충 부산물들이 어디에서 오는지 잘 알지 못한다. 예를 들어 코치닐 염료라고도 하는 카민은 개각충을 이용하여 만드는 붉은 색소이며 일반적으로 식용 색소 및 섬유와 의약품의 염료로 사용된다. 카민은 그 광범위한 이용 및 미국 식품 의약청의 승인에도 불구하고 최근 그것을 음료수에 사용한 미국의 한 유명 커피 체인 업체에 분노한 소비자들의 논란의 대상이 되고 있다(글 상자 2.14). 누에 번데기는 아시아에서 별미로 간주된다(2.4.2절 참조). 분비꿀(2.4.3절 참조)과 식용 노린재 기름(2.4.4절 참조) 역시 자주 사용되는 곤충 산물이다.

### 2.4.1 코치닐 염료

코치닐 염료(카민)는 붉은 색소로, 연지벌레(*Dactylopius coccus*)로 부터 얻을 수 있으며 음식, 섬유, 의약품 산업에서 사용된다. 이 곤충은 백년초(*Opuntia ficus-indica*) 선인장에 살며, 이 선인장은 프리클리 배(*Prickly pears*)로 알려진 열매를 수확한다. 코치닐 염료를 가장 많이 생산하는 국가로는 카나리아 제도, 칠레, 에콰도르, 페루, 볼리비아 등이 있다.

글 상자 2.14  
코치닐 염료 사용에 대한 논란

2012년 초, 유명한 국제 커피 다국적기업인 스타벅스사(*Starbucks Coffee Company*)가 딸기 *Frappuccino*® 음료의 분홍색이 건조 연지벌레에서 추출한 코치닐 염료로 만들어졌다고 발표한 다음, 이에 대한 논란이 전개되었다.

연지벌레 추출물을 사용하기 전 인공 첨가제를 사용했던 스타벅스는 보다 자연적인 색소를 사용하기 위해 이 염료를 선택했던 것이다(*Leung, 2012*). 미국의 비건<sup>7</sup> 소비자 집단에 이 소식이 알려지자, 블로그와 웹 포럼들을 통해서 북미 지역의 대중매체로 광범위하게 퍼져 나갔다.

미국 스타벅스의 회장은 일부 제품에 연지벌레 추출물에 대한 소비자들의 반응을 감안하여 앞으로는 토마토에서 추출한 색소를 쓰겠다고 말했다(*Burrows, 2012*). 연지벌레 추출물은 미국과 캐나다에서 식품 의약청에서 정한 식품에만 사용이 허가된다(*Health Canada, 2006; USFDA, 2009*).

<sup>7</sup> 비건이란 곤충을 포함한 동물과 동물의 산물을 섭취하지 않는 엄격한 채식주의를 말한다.

2000 ~ 2006년 사이, 전 세계 코치닐 염료 생산량은 2.5배 이상 늘었다. 이는 식품업계에서 자연 색소에 대한 관심이 늘어남에 따라 수요가 많아졌기 때문이다(감파리 및 다농 딸기 요거트 등). 페루의 2006년도 코치닐 생산량은 2,300톤(전 세계 생산량의 85%)에 이르며, 이는 미화 3천9백6십만 달러의 수출량에 해당한다. 카민의 주요 수입국은 브라질, 덴마크, 프랑스, 독일, 미국이다. 페루의 다른 카민 제품은 카민 광택제(미화 1천2백9십만 달러), 말린 코치닐 염료(미화 3백6십5만 달러), 코치닐 산(미화 2백3만 달러) 등이다(*Torres, 2008*).

음식업계에서의 사용 외에도 코치닐 염료의 생산은 페루인들에게 일자리 증가와 같은 많은 사회적 이득을 제공한다. 또한 연지벌레의 숙주식물인 *Opuntia ficus-indica*를 심으면 침식으로부터 공공 용지를 보호하고, 경작을 위한 기름진 토양을 만들 수 있으며, 대기 중의 탄소량을 많이 흡수하는 등의 환경적 이득이 많기 때문에 매우 환영받아 왔다.

#### 2.4.2 누에 제품

누에 생산은 아시아 여러 지역에서는 고대로부터 이어지는 관습이며, 유럽의 경우에는 십자군 원정 이후에 도입되었다. 중국의 경우 뽕나무 재배에 대한 증거가 5,000년 전까지 거슬러 올라간다. 중국 동쪽부터 지중해까지 "실크 로드"로 알려져 있는 유명한 교역 루트를 통해 판매된 여러 제품 중에서도 비단 교역은 중요한 국제적 관심사였으며, 그 역사는 기원전 139년까지 거슬러 올라간다. 누에 생산은 경제적으로도 상당한 이윤을 남기며, 특히 중국과 인도의 연간 생산량은 각각 115,000 및 20,410톤에 달한다. 최근에는 브라질과 우즈베키스탄 역시 매우 많은 양을 생산했다.

멧누에 외에도, 비록 생산량은 줄어들고 있지만 중국 참나무 산누에 나방(*Antheraea pernyi*), 장뇌 누에(*Eriogyna pyretorum*), 태국(또는 eri) 누에(*Philosamia (=Samia) cynthia ricini*), 일본 참나무 누에(*Antheraea yamamai*) 등으로부터 중요한 실크 제품이 생산된다. 중국 참나무 산누에의 고치 생산량은 2005년 6만 톤에 달했다. 솟나방은 건강식품 및 건강 와인을 만드는 데 사용된다. 또한 번데기는 전통적으로 중국 북동부 지방에서 채소 재배자들이 시장에서 판매하거나 섭취해왔다(*Zhang, Tang, Chen, 2008*). 누에 번데기는 일본, 태국, 한반도 등 다른 아시아 나라에서도 널리 섭취된다.

태국 누에는 이제 국제적인 규모로 유통되는 전통 제품이다. 이 벌레는 많은 양의 실크를 생산할 뿐 아니라 단백질이 많은 번데기(중국, 일본, 태국, 베트남에서 별미로 여겨짐)는 영양학적으로 매우 귀중한 자원이라는 점에서 상업적인 경쟁력을 갖추고 있다. 태국에서는 약 137,000 가구에서 전국 누에 생산량의 80%에 달하는 누에를 길러 궁핍한 농촌 가구의 수입원이 되었으며, 2004년도에는 미화 약 5천 8십만 달러의 소득을 창출했다(Sirimungkararat 외, 2010). 누에의 번데기는 가공 및 포장 후 상표를 붙여 판매한다. 태국의 누에 번데기는 전 세계 시장에서 최초의 곤충 제품 중 하나(최초가 아니라면)로 볼 수 있다.

22회 국제 양잠업 위원회 회의(Conference of the International Sericulture Commission)에서는 누에 고치를 이용한 직물 외에도 누에와 뽕나무를 이용할 수 있는 가능성에 대한 관심이 강조되었다(ISC, 2011). 의약품 분야 및 영양 측면에서의 누에와 뽕나무 생산 가능성 역시 흑해, 카스피해, 중앙아시아 실크 협회(BACSA: Black, Caspian Seas and Central Asia Silk Association, 2011)에서 개최한 다상품 개발을 위한 양잠업 회의 - 개발을 위한 새로운 전망(Conference on Sericulture for Multi Products – New Prospects for Development)에서 탐구되었다. 인도에서는 타밀 나돌 농과 대학 양잠업 분과의 연구에서 누에 산업의 폐기물을 육계의 사료로 사용하는 것에 대한 가능성을 연구하고 있다(ISC, 2011). 한국에서는 혈당을 낮추는 효과로 인해 누에 가루가 당뇨병 치료제로 생산되고 있다(Ryu 외, 2012).

#### 2.4.3 러프(Lerp)

러프는 굴나무이(Psyllid) 곤충(노린재목)의 유충이 보호막으로 이용하기 위해 만들어내는 단 맛이 나는 결정체 형태의 분비꿀이다. 굴나무이 유충이 먹이로 하는 줄기 수액에는 탄수화물이 풍부하고 질소와 같은 필수 영양소가 적기 때문에 굴나무이 유충은 충분한 영양소 섭취를 위해 다량의 줄기 수액을 섭취하고 남은 물질을 분비꿀의 형태로 배출한다. 굴나무이의 원뿔 형태는 곤충의 몸 자체, 분비꿀, 탈피할 때 떨어져 나가는 5개의 외골격으로 이루어져 있다. 원뿔 구조는 앞에 단단히 들러 붙으며 보통 이 원뿔을 통째로 먹는다.

러프를 생산하는 수백종의 굴나무이가 호주의 *Eucalyptus* 종에서 발견된다(Yen, 2002). 또한 아프리카와 일본에도 분비꿀을 생산하는 종들이 있다(각 지역마다 하나의 종만 있는 것으로 보인다). 러프는 건조한 환경 하에서는 건조량을 줄이도록 진화된 것으로 보이며, 많은 새와 포유류의 중요한 먹이가 된다. 예를 들면 호주에서는 방울새(*Manorina melanophrys*)가 러프를 먹은 후 새로운 러프를 만들 수 있도록 유충을 그대로 두는 방식으로 굴나무이의 유충을 "사육"한다(Austin 외, 2004).

러프(Lerp)라는 이름은 호주 토착민의 "larp"에서 유래하며, 이는 전통적으로 식량으로 채집했던 곤충의 딱딱한 외피를 의미한다(Yen, 2005). 성경과 코란에서 하늘에서 온

#### 글 상자 2.15

##### 꿀 생산량 향상을 위한 개각충의 이용

개각충(*Marchalina hellenica*)은 꿀 생산을 늘리기 위해 주로 그리스나 터키 같은 일부 지중해 지역에 도입되었다. 이 곤충은 *Pinus brutia*, *P. halepensis*, *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. pinea*와 같은 소나무의 수액을 빨아 먹는다. 개각충에 의해 생산된 분비꿀은 소나무 꿀을 생산하는 꿀벌의 좋은 먹이가 된다. 양봉업자에 의한 인공적인 침해는 개각충과 자연 포식자 사이의 생태학적 균형을 파괴하여 결과적으로 주변의 소나무가 피해를 입고 죽게 된다(Gounari, 2006).

신의 선물이라고 인용되는 만나(*Manna*)는, 숲과 땅, 나무, 관목 등에서 발견되는 러프와 동일한 물질을 말하는 것으로 보인다. 만나는 식물, 이끼나 곰팡이 같은 전체 유기체에서 스며나오는 달콤한 수액 등의 묘사를 위해 사용되기도 하고(Harrison, 1950), 수액을 먹고 사는 곤충인 진딧물과 콧시드의 분비물과 같은 예처럼 동물이 분비하여 숙주 식물에서 간접적으로 생산된다고 보는 물질을 의미하기도 한다.

이러한 "만나"의 산물 중 하나는 굴나무이(*Arytaina mopane*)로 부터 생산되는 모파인 빵이다. 굴나무이는 남부 아프리카에 흔한 모파인 나무(*Colophospermum mopane*)의 줄기 수액을 먹고 산다(Sekhwela, 1988). 모파인 애벌레(*Imbrasias belina*)는 숙주 나무의 잎을 상당 부분 남기므로 러프 생산을 위한 경쟁자가 될 수 있다(Hrabar 외, 2009). 자연계에서 동물들은 식량 자원을 공유하거나 경쟁한다. 모파인 애벌레는 중요한 먹이 원천인 모파인 나무를 코끼리와 공유한다. 코끼리는 음식을 먹을 때 종종 줄기나 가지를 부러뜨리고, 또한 모파인 나방이 산란기에 선호하는 식물을 망쳐 놓기도 한다. 당연히 이러한 코끼리의 행동은 모파인 애벌레의 개체수에 부정적인 영향을 끼친다고 기록되어 있다(Hrabar 외, 2009). 이는 척추동물인 코끼리와 두 무척추동물인 굴나무이 및 모파인 애벌레의 상호의존성을 나타낸다.

모파인 빵은 100 g당 250칼로리를 제공한다. 모파인 빵은 높은 탄당류 및 불수용성 탄수화물, 낮은 단백질, 고농축 칼륨, 인산을 함유하고 있기 때문에(Ernst 및 Sekhwela, 1987) 영양소의 귀중한 원천이라고 할 수 있다. 하지만 모파인 빵은 오직 건기에만 얻을 수 있다. 햇볕에 말리면 저장할 수도 있는 나뭇잎의 분비물이 비가 내리면 씻겨 내려가기 때문이다. 모파인 빵은 우유와 섞으면 맛있는 식사가 된다고 한다(Sekhwela, 1988).

러프는 특히 호주 토착민에게 인기가 많다(Bourne, 1953). 모파인 애벌레의 분비물이 있는 잎을 모아 물에 적셔 설탕을 녹이고 이를 보조 음식으로 이용한다. Yen(2002)은 호주 빅토리아 주에서 러프를 생으로 먹거나 아카시아 나무진과 섞어서 먹는 방법에 대해 설명했다. 건조한 지역에서는 모파인에 의해 영향을 받은 *Eucalyptus* 가지를 모아서 햇볕에 놓아 말려 공 모양으로 만든 다음, 아무 때나 편하게 먹을 수 있다.

#### 2.4.4 수단 공화국의 멜론벌레 및 수수벌레로부터 추출한 식용 기름

멜론벌레(*Coridius (=Aspongopus) vidutus*)는 수단 공화국 서부 코르도판 및 다르푸르 주에 넓게 분포되어 있다. 이 지역은 수박이 전통적인 천수답에서 가장 중요한 수확물 중 하나로 여겨지고 있다. 이 주에서 소수의 농부들은 수박을 전략적인 수확물로 여긴다. 여름에는 식수의 주요 공급원 역할을 하며, 수확하고 남은 부분은 동물의 사료로 사용할 수 있기 때문이다. 이 때문에 멜론벌레는 여전히 해충으로 간주된다. 실제로 수박에 끼치는 피해를 생각하면 수박에게 있어서는 주요 해충임이 분명하다. 유충과 성충 모두 잎, 줄기, 어린 열매에 구멍을 뚫어 수액을 빨아 먹으며, 그 결과 시들고 열매가 떨어져 결국 죽게 된다.

비록 해충으로 여겨지는 멜론벌레이지만, 그 요리는 수단 전체에 걸쳐 별미로 평가받는다. 멜론벌레는 보통 비교적 부드러운 최종 유충 단계에서 요리한다. 나미비아에서는 지역 주민들이 성충을 채집하고 소스나 양념으로(분말의 형태) 사용한다. 수단 공화국의 서 코르도판 주에서는 (뜨거운 물에 담가) 이 벌레에서 추출한 기름(현지에서는 *um-buga*로 알려짐)이 중요한 영양의 원천이다. 이 기름은 수단의 오지에서 요리할 때도 사용되며, 식량이 부족한 시기에 특히 중요하다. 멜론벌레 기름은 약으로도 사용되어 피부병을 치료할 때 쓰이기도 한다(Mariod, Matthäus, Eichner, 2004).

멜론벌레는 기름과 같은 영양학적인 장점뿐만 아니라 항균성으로도 유명하다. *Mustafa, Mariod, Matthäus(2008)*는 일곱 가지의 박테리아 분리에 이 기름을 실험했으며, 높은 항균활성을 보이는 것으로 확인했다. 테스트 결과, 그들은 멜론벌레의 기름이 잠재적으로 그람양성균을 억제하기 위한 육류 및 육류 제품의 방부제로 사용될 수 있다고 결론을 내렸다(사람 몸의 대부분의 병원균은 그람양성균이다). 또한 매우 약간의 화학적 처리만으로 멜론벌레 기름이  $30^{\circ}\text{C}$  이하의 온도에서 2년간 보존할 수 있음이 확인되었다. 나아가 이 연구에서는 안정성이 높은 멜론벌레 및 수수벌레 기름을 해바라기씨 기름과 섞으면 해바라기씨 기름의 산화안정성이 개선된다는 사실도 밝혀냈다(*Mariod 외, 2005*).

수수벌레 (*Agonoscelis pubescens*)는 수단에서 식용으로 이용되며 천수 및 관개 지역 모두에서 *Dura*라는 이름으로 알려져 있다. 수수벌레는 9월부터 12월까지 동면하며, 동면 시기에 나무에 무리 형태로 발견되거나 바위 사이의 틈에서 관찰된다(*van Huis, 2003b*). 쿠르드판의 누바 산맥 사람들이 이런 틈에서 곤충을 채집하는 모습은 흔히 볼 수 있다. 이전 수단의 서부 지역에는 수수벌레 성충을 채집하고 튀겨 먹으며, 일부 지역에서는 벌레에서 추출한 기름을 요리에 사용하거나 약재로 사용한다. 이전 수단의 보타나 지역 유목민들은 수수벌레를 익혀 얻어낸 타르를 낙타의 피부병 치료에 사용한다(*Mariod, Matthäus, Eichner, 2004*). 이러한 곤충 기름을 바이오디젤로 사용하는 것에 대한 잠재성이 연구되면서 곤충과 관련된 완전히 새로운 영역의 장을 열고 있다(*Mariod 외, 2006*).



# ***Memo***

### 3. 곤충 소비와 관련된 문화, 종교 및 역사

혐오감은 인간의 가장 기본적인 감정이다. 그리고 타인의 낯선 음식은 그 어떤 것보다 확실하게 혐오감을 유발할 수 있다(Herz, 2012).

#### 3.1 왜 서구 사회는 곤충을 먹지 않는가?

서아시아의 비옥한 땅과 북동 아프리카의 나일 계곡 및 나일 강 어귀의 삼각주로 이루어진 지역인 초승달 지대(*Fertile Crescent*)는 농업 발생지 중 하나로 추정된다. 이 지역을 출발점으로 식량 생산, 즉 농경과 목축이 유럽 전역에 급속히 확산되었다(Diamond, 2005). 목축에서 가장 중요한 야생 동물류는 몸집이 큰 육지 포유류 초식동물과 잡식동물이었다. 이와 같이 목축 대상이 된 포유류는 전 세계적으로 14종이 있는데, 각각 45 kg 이 넘는다. 놀랍게도 이러한 동물 중 13종은 유라시아 대륙에, 14번째 종(라마)은 아메리카 대륙에 분포하고 있었다. 이들은 상당한 양의 고기로 주요 동물성 식품원이 되었을 뿐 아니라 보온 제품, 유제품, 가죽, 양모, 경작 노동력, 운송 수단을 함께 제공했다. 서구에서는 이러한 가축의 활용도 때문에 꿀벌, 누에, 개각충을 제외한 곤충의 이용이 많은 관심을 끌지 못한 것으로 보인다. 다시 말해 곤충이 가축만큼의 이점을 제공하지 못한 것이다. 반대로, 미국의 중앙 그레이트 베이슨의 서부 쇼쇼니족은 아마 해당 지역에 큰 사냥감이 드물고 무리를 지어 이동하지 않았기 때문에 설치류, 도마뱀, 곤충과 같은 작은 사냥감에 더 의존했을 것으로 추정된다(Steward, 1938, Dyson-Hudson 및 Smith, 1978).

초승달 지대와 유럽의 식량 생산으로 인해 농경과 목축의 대상이 점점 더 다양해지면서 농업의 생산성과 효율성이 엄청나게 증가했다. 잉여 식량을 저장하게 되고 식량 공급이 더욱 안정됨에 따라 수렵 채집 생활 양식은 결국 농사에 의존하는 정착 생활 양식에 밀리게 되었다. 이처럼 생활 양식에 일어난 중대한 변화와 안정적인 주식으로 자리 잡기에는 불안한 곤충의 계절성이 곤충을 식량으로 보려는 관심이 줄어든 원인 중 일부일 수 있다(DeFoliart, 1999). 초승달 지대에서는 이스라엘 같은 곳에서 비황을 먹었다는 기록이 있지만(Amar, 2003), 집단 발생을 예측할 수 없었기 때문에 중요성은 미미했던 것 같다.

또한 정착 농업의 중요성으로 인해 곤충을 식량 생산에 대한 골칫거리나 위협 요소로 보는 인식이 생긴 것으로 보인다. 즉, 일반적으로 사육 대상이 아닌 식량원의 중요성이 줄어 들었다(DeFoliart, 1999). 그 결과, 현대 농업에서는 농업 생태계가 크게 단순화되었다. 다시 말해 생물다양성이 아주 적고 일반적으로 자연에서 얻을 수 있는 잠재적인 동식물이 많지 않다. 도시화에 대한 움직임이 시작되기는 했으나, 아직은 서구 국가에 비해 자연과 밀접한 관련 있는 열대 환경과 달리, 광범위하게 도시화된 서구 국가에서는 사람들이 자연과 직접 접촉할 기회가 크게 줄어 들었다(UN, 2012). 도시로 공급되는 곤충 식품 시장의 규모가 계속 작고 불안정한 가운데 이러한 지역이 서구화된다면 도시화의 확산으로 인해 곤충 섭취 문화가 달라질 수 밖에 없을 것이다. 이미 초승달 지대 중 서구화가 뚜렷한 지역에서 비황 섭취가 사라진 사례가 그 대표적인 예이다(Amar, 2003).

대부분의 서구 국가에서는 곤충 소비를 혐오한다(Rozin 및 Fallon, 1987). 대부분 곤충을 먹는 장면을 떠올리는 것조차 꺼리고, 더 나아가 이러한 풍습을 원시적인 행위와 연관 지어 생각한다고 해도 과언이 아니다(Vane-Wright, 1991; Ramos Elorduy, 1997; Tommaseo Ponzetta 및 Paoletti, 1997). 혐오감은 선천적인 반응이지만(Rozin 및 Vollmecke, 1986; Herz, 2012) 도덕적 판단의 기초가 되어 음식에 대한 사람들의

거부 반응에 주된 역할을 한다(Fessler 및 Navarette, 2003). 혐오감은 대부분 이게 뭐지? 또는 이건 어디에 있던 거지? 등과 같은 질문에서 출발한다(Rozin 및 Vollmecke, 1986). 혐오감은 본능적인 감정 외에 문화에도 뿌리를 두고 있으며("미각은 문화"), 문화가 식습관에 큰 영향을 미친다는 점에는 의심의 여지가 없다. 문화는 환경, 역사, 사회 구조, 인간의 노력, 이동성 및 정치 경제 체제의 영향을 받으며, 무엇을 먹을지 또는 먹지 말아야 할지를 결정한다(Mela, 1999). 즉, 곤충 소비의 수용 여부를 결정하는 것은 문화의 문제라고 요약할 수 있다(Mignon, 2002)(글 상자 3.1).

#### 글 상자 3.1

##### 하늘 새우 메뚜기와 바다 귀뚜라미

오늘날 유타 주 지역에서 자유롭게 살았던 아메리칸 인디언은 일상적으로 메뚜기, 비황, 귀뚜라미를 먹었다. 고슈트(Goshute) 인디언은 새우를 처음 맛보고 "바다 귀뚜라미"라고 불렀다고 한다(Lockwood, 2004).

최근 호주 뉴사우스웨일스주 1차 산업부(New South Wales Department of Primary Industries)의 Christopher Carr와 Edward Joshua는 비황의 이름을 서구 국가에서 더 받아들이기 쉬운 "하늘 새우(sky prawns) 메뚜기"로 바꾸자고 제안하고 조리법을 모아 *Cooking with Sky-prawns*라는 요리책을 출판했다(BBC, 2004).

#### 3.1.1 온대보다 열대에서 곤충을 더 많이 섭취하는 이유는?

일반적으로 곤충을 먹는 풍습은 열대 국가에서만 성행한다고 생각하는 경우가 많다. 실제로는 이와 약간 다르다. 중국(Feng 및 Chen, 2003), 일본(Mitsuhashi, 2005) 및 멕시코(Ramos Elorduy, 1997)와 같은 온대 국가에서도 부분 또는 전체적으로 곤충을 섭취한다. 심지어 열대의 한 국가 내에서도 민족에 따라 어떤 곤충을 식용으로 보는지에 대해 크게 차이가 있는 경우도 있다(Meyer-Rochow, 2005). 하지만 일반적으로 열대에서는 곤충 섭취가 흔한 반면 온대에는 드문 편이다. 일부는 문헌으로 뒷받침하기 힘든 부분도 있지만, 열대에는 곤충 소비에 이로온 여러 양상이 발견되고 있다.

- **열대에서는 대개 곤충이 더 커서 채집하기 용이하다.** 온대 지역에 비해 열대에서 곤충 몸체가 더 큰 경우가 자주 관찰되지만, 이 양상을 일반화할 수는 없다(Janzen 및 Schoener, 1968; Gaston 및 Chown, 1999). 몸체 크기가 곤충 신진대사와 관련이 있다는 점은 확실하지만 얼마나 달라지는지에 대해서는 명백히 밝혀지지 않았다(Gaston 및 Chown, 1999). 그러나 유난히 큰 곤충은 거의 대부분 열대 종이고, 이는 곤충이 호흡하는 방식 때문일 수 있다. 인간과 마찬가지로 곤충은 산소를 필요로 하고 이산화탄소( $\text{CO}_2$ )를 배출한다. 그러나 곤충은 폐 대신 기관계라고 하는 일련의 관을 사용한다. 기체는 주로 확산에 의해 몸 전체에서 교환되며 온도가 높을수록 확산이 더 빨리 이루어지므로 따뜻한 기후에서는 곤충의 크기가 더 커질 수 있는 것이다(Kirkpatrick, 1957). 화석을 살펴보면 고생대 말기에 곤충의 몸체가 훨씬 컸으며(Shear 및 Kukalová-Peck, 1990) 1미터나 되는 경우도 있었는데, 이는 기온이 높았기 때문이다.
- **열대에서는 곤충이 상당한 숫자로 군집하고 있는 경우가 많으므로 한 번의 채집으로 많은 양을 채집할 수 있다.** 비황 때는 밤 동안 자리를 잡고 쉬므로 저녁과 이른 아침에 채집하기 아주 쉽다. 혼인 비행을 하는 날개 달린 흰개미는 건기 후 우기가 시작될 때 흰개미집에서 수없이 나오며, 숲 속의 애벌레는 본능적으로 떼 지어 산다. 온대 지역

에서도 모르몬 귀뚜라미(*Anabrus simplex*) 및 참나무 나방 애벌레(*Thaumetopoea processionea*)와 같은 일부 곤충이 군집 생활을 한다. 모르몬 귀뚜라미는 아메리칸 인디언이 먹었던 것으로 보이지만(Madsen 및 Kirkman, 1988), 참나무 나방 애벌레에는 털이 있어서 모충피부염(*Lepidopterism*, 피부염, 결막염 및 폐병)을 일으킬 수 있으므로(Gottschling 및 Meyer, 2006) 먹으면 안 된다.

- 열대에서는 일 년 내내 다양한 식용 곤충류를 찾을 수 있다. 온대에서는 곤충이 추운 겨울에 살아남기 위해 동면한다. 이 기간에는 활동적인 곤충류를 찾을 수 없으며 곤충 성장이 정지한다.
- 열대에서는 많은 곤충류의 채집 정보를 예측할 수 있다. 비황 때는 여기에 해당하지 않을 수 있지만, 많은 현지인이 다양한 곤충류를 채집할 수 있는 시기와 장소를 알고 있다. 온대 지역과 서구화된 지역에서는 이러한 지식이 이미 사라졌거나 사라지고 있다.
- 위치적인 이점이 있다. 예를 들어 야자나무 바구미는 쓰러졌거나(종종 아시아 지역의 태풍으로 인해) 딱정벌레가 알을 낳게 하려고 일부러 넘어뜨린 야자나무에서 발견된다(Choo, Zent 및 Simpson, 2009). 대나무 애벌레는 대나무 줄기, 쇠똥구리는 분뇨 더미, 병사 흰개미는 흰개미집 등에서 찾을 수 있다. 또한 각자 선호하는 식물이나 나무 종이 있는 곤충이 많다.
- 번성기가 있다. 이는 계절성(비에 따라 결정되는 경우가 많음)일 수도 있고 하루 중 특정 시간에 대한 선호도일 수도 있다. 예를 들어 메뚜기는 너무 추워서 날 수 없는 이른 아침에 채집한다.

### 3.2 왜 곤충은 식용으로 사육되지 않았을까?

세계 여러 지역, 특히 열대에서는 곤충을 별미로 여긴다. 예를 들어 1992 *Malawi Cookbook*에는 곤충을 주재료로 한 여러 요리법이 "전통 별미"라는 제목 아래에 실려 있다. 이 책에는 야자나무 바구미 유충 바비큐, 흰개미 볶음 등과 같은 여러 곤충류가 아주 인기가 높다고 언급되어 있다. 그렇다면 꿀벌, 연지벌레 및 누에를 제외한 곤충류가 사육되지 않은 이유는 무엇일까?

동물과 식물의 사육은 수천 년 전부터 시작되어 세계 여러 곳에서 시기별로 다양한 형태가 독자적으로 생겨났다. 초승달 지대, 중국, 인도, 메소아메리카(중앙 및 남부 멕시코와 인접 지역), 남미의 안데스 산맥 및 미국 동부에서는 모두 아주 이른 시기부터 식량 생산을 시작했다(Diamond, 2005). 메소아메리카의 사례를 주목할 만하다. 이곳에서 아즈텍 족은 사육할 수 있는 대형 동물 없이도 인구 밀도가 높은 복잡한 사회를 발전시킬 수 있었다. 이들의 주된 단백질 공급원 중 하나는 곤충과 곤충 알이었을 것으로 추정되며, 곤충 알의 경우 멕시코 중앙 고원의 습지와 못에서 준사육되었다(Parsons, 2010)(4장 참조).

오늘날의 열대림에서도 사육되지 않은 다양한 자원을 관리하는 활동을 목격할 수 있다(Perez, 1995). 최근에 사육된 열대 식물 및 동물 중에는 마카데미아 너트(*Macademia integrifolia*), 팽이밥 나무 열매(*Averrhoa carambola*), 파카(*Agouti paca*), 이구아나(*Iguana iguana*) 등이 있다(Vantomme, Gazza 및 Lescuyer, 2010). 준사육되는 식용 곤충에는 다른 예들이 있는데(Van Itterbeeck 및 van Huis, 2012), 잘 알려진 예는 라틴 아메리카의 야자나무 바구미(*Rhynchophorus palmarum*)가 있다(Choo, Zent 및 Simpson, 2009). 종을 길들이고 다루는 일은 사육 단계로 나아가기 위한 디딤돌이지만(Barker, 2009), 꿀벌, 연지벌레, 누에를 제외한 준사육 곤충과 기타 식용 곤충은 사육되지 않았다. 그 원인을 간단하게 설명할 수는 없지만 여기에 대한 몇 가지 중요한 요인은 설명할 수 있다.

45 kg 이상의 무게를 지닌 대형 육생 포유류 초식동물 및 잡식동물에는 148종이 있다. 이들 중 14가지만 사육된 것은 인간의 무지나 무능 때문이 아니라 동물이 가진 고유한

생물학적 특성의 직접적인 결과다. *Diamond(2005)*는 사육 가능한 종에 필요한 여섯 가지 특성을 다음과 같이 밝혔다.

- 풍부한 먹이(초식 동물이 식량원으로 유지하기 가장 쉽고 유리함)
- 높은 성장률(빨리 성장하는 동물에 투자하는 것이 더 싸고 가치 있음)
- 가두어 놓고 교배 가능(일부 동물의 경우 전혀 불가능)
- 사육 가능한 기질(예: 말은 사육에 성공했지만 조랑말은 공격성과 끈질기게 물려는 경향 때문에 사육에 실패함)
- 행동이 비교적 차분함(겁을 먹고 날뛰는 경향이 있는 동물은 위험한 상황을 일으킴)
- 계층 사회 구조 명확(인간이 우두머리 역할을 맡을 수 있음)

포유류와 마찬가지로 일부 식용 곤충류는 사육될 만한 성향을 갖고 있지 않다. 그러나 곤충은 포유류가 아니므로 위에서 언급한 특성만으로 곤충류의 사육 가능성을 확실히 가늠할 수는 없다. *Gon*과 *Price(1984)*는 곤충 사육 후보를 선택할 때 사용할 수 있는 적합한 특성 목록을 만들었다(자세한 논의는 7장 참조).

농경과 목축이 발생한 역사적 맥락도 고려해야 한다. 대형 동물(및 식물)의 사육을 통해 유럽인은 다른 지역에 비해 상당한 이점을 얻었고, 이는 전 세계 정복으로 나타났다(*Diamond, 2005*). 이 정복을 통해 유럽인은 습관, 지식, 기술 및 생물을 전 세계에 수출하여 식량 생산에 큰 영향을 줄 수 있었다. 앞서 언급한 곤충 소비에 대한 부정적인 태도도 최근 사례(글 상자 3.2)와 마찬가지로 정복 과정에서 전달된 것으로 보인다. 보다 오랜 시간 동안 곤충이 소비되었으며 유럽 식민지 확장과 수입이 없었다면 더 많은 식용 곤충류에 대한 존사육(또는 사육)이 더 널리 보급되었을지도 모른다.

### 글 상자 3.2 말리와 미국의 예\*

서구 문화는 토착민을 신체적, 감정적, 문화적으로 억압한 부끄러운 역사가 있다. 예를 들어 아메리칸 인디언 종족 중 25 ~ 50%는 곤충을 먹는 오랜 전통이 있었다. 그러나 서구 문화는 이 풍습과 관련된 확실한 문화적 경험이 없고 원시적인 것으로 여겼기 때문에 18 ~ 19세기에 이 두 문화 집단의 상호 작용이 시작되었을 때 아메리칸 인디언 종족에게 이 풍습을 막거나 금지했다. 서구 문화는 사하라 사막 이남의 아프리카에 있는 여러 종족을 비롯한 다른 토착 집단에도 근대화 또는 서구화라는 명목으로 비슷한 피해를 안겼으며, 이러한 문화적 억압은 20세기 말까지도 계속 성행했다. 결과적으로 캐나다와 미국에서는 곤충 소비 문화가 거의 사라졌고 서아프리카에서도 줄어드는 기미가 나타나고 있다.

**말리:** 전통적으로 말리의 아이들은 메뚜기를 잡아서 간식으로 먹었다. *Sanambele*의 마을에서는 목화밭에서 곤충을 채집하는 것이 목격되었다. 그러나 2010년 이후 목화가 마을 근처의 수익 작물로 성장하여 아이들이 메뚜기를 잡던 밭에서 목화 수확량이 높게 유지되었다. 서구의 조언자는 작물에 곤충이 있으면 안 된다는 사고방식을 근거로 농부에게 농약을 사용하여 지역의 경제적 안정을 도모하라고 조언했다. 메뚜기가 이 지역 농업 생태계의 일부를 이루고 *Sanambele* 아동의 영양 상태를 위해 꼭 필요하다는 점은 고려되지 않았다. *Sanambele*에서 얻은 최근 자료에 따르면 이 지역 아동의 23%가 이미 단백질 에너지 결핍증(파시오커라고 하는 상태)을 앓고 있거나 위험이 있거나 증세를 보인 것으로 나타났다. 비록 계절성 단백질 공급원이지만 메뚜기는 건강에 필요한 단백질을 상당히 공급해 왔다. 그러나 이제 *Sanambele*의 어머니들은 농약 노출을 염려하여 자녀에게 메뚜기를 잡아먹지 말라고 주의를 시키고 있다. 곤충 소비에 대한 서구의 태도로 말미암아 서아프리카의 주민에게 해로운 관습이 생기고 환경이 취약해진 것이다.

계속

## 글 상자 3.2 계속

**미국:** 동부 쇼쇼니(*Shoshone*)족과 가까운 친족인 유트(*Ute*)족은 오늘날의 미국 유타 지역, 특히 그레이트솔트 호수 주변에 살던 아메리칸 인디언 종족이다. 1800년대 말 동부에서 마차를 끌고 도착한 백인 정착민들은 희망을 가득 품고 있었지만 현지나 전통에 대해서는 거의 또는 전혀 알지 못했다. 적은 강우량과 메뚜기 공격으로 인해 농사를 망친 이들은 저장해 둔 식량만으로는 가족과 함께 혹독한 겨울을 나지 못할 것이 분명했다. 정착민이 유트족에게 음식을 얻으려고 하자, 유트족은 서비스베리, 현지 견과류 및 다른 현지 재료로 만든 프레리 케이크(*Prairie Cake*)라는 전통의 고단백 영양 간식을 만들어 주었다. 백인 정착민은 이 음식을 맛있게 먹으며 겨울을 났다. 그들의 후손에 따르면 정착민이 나중에 프레리 케이크의 주재료 중 하나가 그레이트솔트 호숫가에 풍부했던 곤충(여치)인 걸 알고 먹길 거부했다고 한다. 이는 150년 전 서구 문화에 곤충을 먹는 것에 대한 혐오감이 있었다는 증거이기도 하다. 이렇게 모르몬 정착민의 생명을 구한 여치를 지금은 모르몬 귀뚜라미라고 한다.

\*이 글 상자의 내용은 *Florence Dunkel*의 도움을 받았다.

### 3.3 곤충에 대한 부정적인 태도

대체로 서구 사회에서는 곤충과 관련된 부정적 인식이 확고하다고 해도 무방하다(*Kellert, 1993*). 곤충 채집은 수렵 채집 시대 즉, "원시적" 형태의 식량 확보와 관련되어 있다. 농업이 출현하고 정착 생활 방식이 증가하면서 곤충은 해충에 불과한 것으로 여겨졌다(*Pimentel 외, 1975; Pimentel, 1991*). 이 점이 세계의 여러 열대 지역과 극명히 대조되는 부분이다. 열대 지역에서는 곤충을 장식용 및 여흥, 약, 주술용으로 사용했으며 신화, 전설, 춤에도 등장시켰다(*Meyer-Rochow, 1979; Yen 외, 2013*).

여전히 대부분 가축을 통해 단백질을 얻는 서구 사회에서 곤충은 골칫거리와 다름없다. 모기와 파리는 집에서 들끓고, 농부를 성가시게 물고, 흰개미는 목재 소유물을 망가뜨리고, 어떤 곤충은 먹는 음식에 빠져 혐오감을 유발하기도 한다. 일부 곤충은 질병을 옮기기도 한다(*Kellert, 1993*). 예를 들어 집파리와 같은 물리적 매개체는 몸에 전염성 병원체를 묻히고 사람이 먹을 음식에 옮긴다. 모기, 진드기, 벼룩 등의 생물학적 매개체는 병원균의 잠복처가 되어 말라리아, 바이러스성 뇌염, 샤가스병, 라임병 및 수면병과 같은 심각한 혈액 매개 질병의 원인이 되는 경우가 많다. 거미와 같은 절지동물은 특히 유럽에서 10세기 이후 질병 및 감염과 관련되어 왔다(*Davey, 1994*). 혐오, 회피, 역겨움, 거부감 등을 불러일으키지 않는 곤충은 나비와 무당벌레 등 소수에 불과하며(*Kellert, 1993; Looy 및 Wood, 2006*), 곤충이 대부분 익충에 속하며 해충은 극히 적다는 점을 아는 사람도 매우 적다.

식충을 혐오하는 서구의 태도는 열대 국가 사람에 대한 선호에도 영향을 준 것으로 보인다. *Silow(1983)*에 따르면 "일부 선교사가 날개 달린 흰개미를 먹는 것은 이교도 관습이라고 비난했다고 알려져 있고", 같은 이유로 한 기독교인이 "곤충 소비를 기독교에서 매우 어긋난 것으로 여기면서 절대로 먹지 않겠다고 했다"고 한다. 말라위에서 수행된 연구에서는 도시 지역에 사는 사람과 독실한 기독교인이 곤충 소비를 경멸하는 반응을 보인 것으로 나타났다(*Morris, 2004*). 이러한 서구의 영향으로, 특히 아프리카에서는 영양 및 경제 분야에 대한 식용 곤충의 기여와 곤충류의 생물학 및 생태학에 대한 연구가 산발적으로 분산되었다(*Kenis 외, 2006*). 그러나 곤충을 먹는 사람들만 어쩔 수 없이 인정하게 될지언정 곤충 소비 문화는 지속될 것으로 보인다(*Tommaseo Ponzetta 및 Paoletti, 1997*). *DeFoliart(1999)*는 "자신들이 곤충 섭취에 대해 가져온 편견으로 인해, 영양 및 기타 장점에 대한 대체제 없이 곤충 섭취가 점차 줄어드는 부정적인 영향이 생겼다는 사실을 서구인들이 깨달아야 한다"고 했다.

그러나 몇몇 연구자가 주목하듯이 서구의 태도는 바뀌고 있다. "곤충은 오랫동안 세계 빈곤 지역의 중요한 먹거리가 되어 왔다. 이제 과학자들이 이 점을 인식하고 식충 관습을 말리거나 무시하는 대신 공고히 할 때이다." (Ramos Elorduy, 1990)

### 3.4 곤충 소비의 역사

#### 3.4.1 곤충 소비와 종교

식습관은 문화의 영향을 받으며, 역사적으로 종교적 믿음의 영향을 받았다. 곤충을 먹는 관습은 기독교(글 상자 3.3), 유대교, 이슬람교의 종교 문헌 곳곳에 언급되어 있다. 성경의 레위기에서는 비황(사막 비황(*Schistocerca gregaria*)일 가능성이 높음)을 음식으로 묘사한다.<sup>9</sup>

그러나 네 발로 걸으며 날개가 돋은 곤충 가운데서도 발뿐 아니라 다리도 있어서 땅에서 뛰어오를 수 있는 것들은 먹을 수 있다(레위기 11장 21절).

그러니 곤충 가운데서 너희가 먹을 수 있는 것은 각종 메뚜기, 각종 방아깨비, 각종 누리, 각종 귀뚜라미이다(레위기 11장 22절).

#### 글 상자 3.3 곤충 소비와 현대의 기독교

2012년에 덴마크의 한 신부가 세례자 요한의 이야기를 실제로 보여 주려고 곤충을 섭취했다. 신약에서는 성자 요한의 단백질원을 명확하게 묘사한다.

요한은 낙타 털 옷을 입고 허리에 가죽띠를 두르고 메뚜기와 들꿀을 먹으며 살았다 (마르코 복음 1장 6절).

신도 중 하나가 이 시연을 잘 받아들이지 못하고 항의했지만, 덴마크의 주교는 그 신부는 성경의 말씀을 시연하고 있었기 때문에 죄를 범한 것이 아니라고 말했다. 이 신도는 신부가 메뚜기를 먹었다는 이유로 교회를 떠났다.

출처: Rohde, 2012

이슬람 전통에서는 비황, 벌, 개미, 이, 흰개미를 비롯한 곤충을 먹는 것에 대한 여러 언급이 있다(El-Mallakh 및 El-Mallakh, 1994). 이들 언급 대부분은 비황에 대한 것이며, 특히 먹어도 되는 생물에 대한 부분에 등장한다.

비황을 먹어도 되느니라(Sahih Muslim, 21.4801)

비황은 바다의 사냥감이니 먹어도 되느니라(Sunaan ibn Majah, 4.3222)

비황은 알라의 군대이니 먹어도 되느니라(Sunaan ibn Majah, 4.3219, 3220)

<sup>9</sup> 성경 인용구 제공: Jørgen Eilenberg



곤충 소비는 유대교 문헌에도 등장한다. *Amar(2003)*에 따르면 고대에는 율법에 따라 처리된 특정 비황 종류는 대체로 먹을 수 있도록 용인되었다고 한다. 그러나 토라에 언급된 다양한 종류의 "날개가 있고 기어 다니는 것"에 대한 지식이 부족하여 유대인 디아스포라의 상당 부분에서 이 관습이 쇠퇴했다. 이 전통은 예멘 유대인과 북아프리카 일부에서만 보존되었다. *Amar(2003)*는 서구화로 인해 유대인이 이전에 비황을 먹던 관습을 뒤바꾸었다고 주장했다.

### 3.4.2 고대의 곤충 소비

곤충 소비의 역사는 *Bodenheimer(1951)*의 논문에서 자세히 나와 있다. 중동에서는 기원전 8세기에 하인이 비황을 막대기에 줄줄이 매달고 *Asurbanipal*의 궁전(니네베)에서 열리는 궁중 연회로 나른 것으로 보인다. 유럽에서 곤충 소비가 처음 언급된 곳은 그리스였는데, 이곳에서는 매미를 먹는 것을 별미로 여겼다. *Aristotle(기원전 384-322)*은 *Historia Animalium*에서 "매미의 유충은 땅속에서 완전히 자라 약충이 된다. 그런 다음 껍질이 벗겨지기 전[즉, 마지막 허물 벗기 전]이 가장 맛이 좋다"라고 썼다. 또한 교미 후 암컷 성충이 알이 차서 가장 맛이 좋다고도 했다.

곤충 소비에 대한 언급은 지역과 시대를 막론하고 계속 이어진다(글 상자 3.4). 기원전 2세기에 시칠리아의 *Diodorus*는 에티오피아 사람들을 *Acridophagi* 또는 "비황과 메뚜기(메뚜기와 *Acrididae*, 메뚜기목)를 먹는 사람"이라고 했다. 고대 로마에서 작가이자 자연 철학자 및 박물학자인 *Pliny the Elder(Historia Naturalis* 백과사전의 저자)는 굴벌레 큰나방을 로마인이 몹시 탐내는 요리라고 말했다. *Bodenheimer(1951)*에 따르면 굴벌레 큰나방은 하늘소(*Cerambyx cerdo*)의 유충으로, 참나무(*Oak*)에 산다고 한다.

고대 중국의 문헌에서도 곤충 소비 관습을 언급한다. 중국 명조 때(1368 ~ 1644) 중국 의학에 대한 가장 방대하고 포괄적인 책 중 하나인 *Li Shizhen*의 *Compendium of Materia Medica*에는 많은 수의 곤충을 포함해 온갖 음식에 대한 인상적인 기록이 있다. 이 개론서에서는 곤충의 약효도 강조한다.

#### 글 상자 3.4 여러 세기의 식용 곤충

아라비아와 리비아 유목민은 비황 때가 나타나면 반기며 기뻐한다. 이들은 비황을 끓여 먹은 다음, 나머지를 햇볕에 말린 다음 가루로 빻아서 나중에 먹는다. – *Leo Africanus, 1550년* 모로코

이탈리아의 독일 병사들은 튀긴 누에를 정말 기꺼이 반복해서 먹는다. – *Ulysse Aldovandi, 자신의 1602년 논문, De Animalibus Insectis Libri Septem*

인류가 곤충을 먹는 것에 대한 반감을 극복하고 음식의 하나로 받아들이게 된다면 끔찍할 것은 전혀 없고 오히려 쾌감을 줄 수도 있다는 것을 알게 될지도 모른다. 프랑스의 여러 지방에서 개구리, 뱀, 도마뱀, 조개, 굴 등을 먹는다는 것을 받아들인 바가 있듯이 말이다. 이러한 것들을 처음 먹도록 충동질한 것은 아마도 배고픔이었을 것이다. – *René Antoine Ferchault de Réaumur, Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes, 1737년*

아프리카인 대부분과 일부 아시아인들은 비황을 먹는다. 특히 아랍의 시장에서는 비황을 대량으로 굽거나 석쇠로 굽는 장면을 목격할 수 있다. 소금에 절여 창고에 일정 시간 저장하기도 한다. 이 음식은 보급선에서 후식으로 제공되거나 커피와 함께 먹는다. 이 음식은 전혀 혐오스럽게 보이거나 징그러운 인상을 주지 않는다. 새우와 맛이 비슷하지만 더 섬세한 풍미를 지니고 있으며 특히 알을 뺀 암컷이 맛있다. – *Foucher d'obsonville, 1783년*의 다양한 외국 동물에 대한 관습과 관련된 철학 에세이(여러 동양 국가의 법률과 관습에 대한 관찰이 담겨 있음)

### 3.4.3 현대의 곤충 소비

1522년에 태어난 이탈리아의 곤충학자이자 박물학자인 *Ulysse Aldovandi*는 현대 곤충 연구의 창시자로 추정된다. 1602년에 출간된 *Aldovandi의 De Animalibus Insectis Libri Septem*에는 그의 연구뿐 아니라 독창적인 관찰을 통해 얻어 낸 개념과 참고 자료가 다양하게 등장한다. 매미 전문가인 *Aldovandi*는 곤충이 기원전 수 세기 훨씬 전에 고대 극동 문명 즉, 중국에서 중요한 식품이었을 것으로 추정했다.

그러나 탐험가가 열대 국가를 관찰하고 돌아온 19세기 전까지 서구 사회는 곤충 소비 관습에 익숙하지 않았다. *David Livingstone* 및 *Henry Morton Stanley*와 같은 탐험가가 말한 아프리카 이야기에 곤충을 먹는 내용이 등장하면서 서양에 곤충 소비 관습이 소개되기 시작했다. 예를 들어 1857년 독일인 탐험가 *Barth Heinrich*는 자신의 책 *Travels and Discoveries in North and Central Africa*에서 곤충을 먹는 사람들은 "입에 맞는 음식을 즐길 뿐 아니라 농작물에 준 피해를 유쾌하게 양값음한다"라고 농해충을 흥미롭게 다루었다.

미국에서는 로키 산맥 비황(*Melanoplus spretus*) 떼가 19세기에 국토의 서부 절반(북쪽으로 캐나다까지)을 자주 휩쓸고 지나가서 농촌 지역을 폐허로 만들었다(*Lockwood, 2004*). 비황이 198,000평방 마일을 덮고 있다고 추정한 유명한 목격 사례도 있다. 기네스북에 따르면 이 떼는 추정 무게가 2,750만 톤에 달하고 12조 5억 마리 곤충으로 이루어져 사상 최대 무리로 기록되었다.

미국 최고의 곤충학자 *Charles Valentine Riley*는 1868년에 미주리 주 최초의 주 곤충 학자로 임명되어 1873년과 1877년 사이에 서부의 여러 주를 덮친 로키 산맥 비황의 재앙을 연구했다. 그는 비황을 먹어서 제어하자고 주장했다(*Lockwood, 2004*).

나는 기회가 생길 때마다 여러 방법으로 조리된 비황을 먹었다. 어떤 날은 다른 음식은 일절 먹지 않고, 수천 마리의 반쯤 자란 비황 고기를 이런저런 형태로 먹어야 했다. 실험을 시작하면서 약간의 불안과 불쾌한 맛을 극복해야 한다고 단단히 각오하고 있었는데, 곧 어떻게 조리하든 곤충이 꽤 맛있다는 걸 알고 놀랐으며, 기분이 썩 좋았다. 날비황의 맛은 아주 강하고 불쾌하지만, 요리한 곤충은 맛이 좋고 상당히 부드러워서, 다른 음식과 섞어 먹으면 쉽게 중화되고 취향이나 선호에 따라 쉽게 감출 수 있다. 하지만 여기에서 중요한 점은 공들여 조리하거나 양념을 치지 않아도 맛있다는 것이다.

한편 영국의 곤충학자 *V.M. Holt*는 1885년에 출간된 소책자 *Why Not Eat Insects?*를 통해 보다 많은 사람이 곤충에 대해 논의하도록 하는 데 가장 많은 영향을 주었다고 볼 수 있다. 이 책에서 그는 동료 영국인에게 곤충 섭취를 고려하도록 강하게 권유한다.

오늘 계속 떠오르는 질문이 하나 있다. 농부가 게걸스레 곡식을 먹어 치우는 곤충과 가장 잘 싸우는 방법은 무엇일까? 이 걸신들린 곤충을 가난한 사람들의 음식으로 채집할 것을 제안한다. 어떠한가?(*Holt, 1885: 14-15*)

*Holt*의 주장은 빈민에게 먹을 것을 주고 자원을 보존하는 것을 포함하는 빅토리아 시대의 도덕성 높은 가치관을 기반으로 했다(*Friedland, 2007*). *Holt*는 별미로 보는 가재와 같은 동물이랑 성분이 거의 같음에도 곤충을 먹거리로 수용하지 않는 것에 매우 곤혹스러워했다. 하지만 그도 더러워서 먹을 수 없다고 본 곤충(예: 일반 파리와 송장벌레)과 깨끗한 곤충(왕풍뎅이, 메뚜기 등)은 구분했다. 또한 *Holt*는 다른 문화의 식충에 대해서도 알고 있었다.

고대 국가 또는 현대의 우리가 미개하다고 부르는 국가에서 예를 가져와서 들면 "이 미개한 종족을 왜 따라 해야 하지?"라는 주장을 만나게 될 것이다. 하지만 조사해 보면 이들이 미개할 수는 있겠지만 대부분 음식의 적절성에 대한 관심이 우리보다 더 각별하며, 그들이 깨끗한 비황이나 야자나무 유충을 제대로 조리해 즐기는 것을 볼 때 우리가 느끼는 것보다 우리가 더러운 돼지나 생가재를 먹는 것을 볼 때 그들이 훨씬 더 경악한다는 것을 알게 될 것이다 (*Holt, 1885*).

1885년에 이러한 견해를 지녔던 *Holt*는 시대를 앞서 갔음이 분명하다. 곤충 소비는 끝내 영국 음식 문화로 널리 받아들여지지 않았다.

# ***Memo***

## 4. 천연자원으로서의 식용 곤충

### 4.1 식용 곤충의 생태

식용 곤충 자원은 기본적으로 천연자원에서 거두어들이는 비목재 임산물(*NWFP*)로 분류된다(*Boulidam, 2010*). 식용 곤충은 수중 생태계, 산림 및 경작지와 같은 매우 다양한 장소에서 서식한다. 더 자세히 들여다보면 식용 곤충은 식물의 잎(예: 털벌레) 또는 뿌리(예: 꿀벌레큰나방 애벌레)를 먹거나, 나무의 가지와 줄기에 살거나(예: 매미), 토양에서 번성(예: 쇠똥구리)할 수 있다.

곤충 생태계는 개별 곤충 및 곤충 사회와 주변 환경의 상호 작용으로 정의할 수 있다. 여기에는 영양소 순환, 수분(화분매개) 및 이주뿐 아니라 개체군 동태 및 기후 변화 등과 같은 과정이 포함된다. 알려진 모든 생물 중 절반 이상이 곤충임에도 곤충 생태계에 대한 지식은 제한되어 있다. 오랫동안 부산물 때문에 중요하게 여겨진 꿀벌, 누에, 연지벌레와 같은 일부 종은 잘 알려져 있지만, 다른 많은 곤충에 대한 지식은 여전히 부족하다. 이 장에서는 식용 곤충 생태계를 연구할 필요성을 지적하고 이 지식을 어떻게 응용할 수 있는지 설명한다.

### 4.2 야생으로부터의 채집: 잠재적 위험과 해결 방법

#### 4.2.1 위험

곤충은 수분(화분매개), 퇴비, 산불 방지 및 해충 방지와 같은 필수적인 생태계 역할을 한다(*Losey 및 Vaughan, 2006*)(2장 참조). 열대에서 광범위하게 섭취하는 꿀벌, 쇠똥구리, 베짜기개미 등의 식용 곤충은 이러한 생태 역할을 많이 수행한다. 최근까지 식용 곤충은 무궁무진한 자원인 것처럼 여겨졌다(*Schabel, 2006*). 하지만 대부분의 천연자원과 같이 일부 식용 곤충류도 멸종 위험에 처해 있다. *Ramos Elorduy(2006)*는 멕시코의 이달고주에서만 해도 메스칼에서 사용되는 붉은 용설란 벌레(*Comadia redtembacheri*) (= *Xyleutes redtembacheri*), 나바호 원주민 보호 지역 개미(*Liometopum apiculatum*) 및 용설란 바구미(*Scyphophorus acupunctatus*)를 비롯한 14종의 식용 곤충이 멸종 위험에 처해 있음을 확인했다.

많은 인위적인 요소가 식용 곤충 개체군에 위협을 준다. 채집 자체만으로도 다른 포식자와의 직접 경쟁을 초래하여 개체군 생존력이 약화될 수 있다(*Choo, 2008*). 수많은 식용 곤충류는 다른 곤충류(예: 무당벌레 또는 기생말벌)와 조류, 거미, 포유류, 양서류, 파충류, 물고기 등의 다른 여러 생물의 먹이나 숙주다. 곤충 개체군의 감소가 포식자에 미치는 영향은 알려지지 않았다. 자기 자신이 포식자나 분해자인 식용 곤충류도 많다. 이러한 곤충 수의 감소는 다른 곤충류의 개체군에 부정적 영향을 미치고 생태계 작용에 영향을 줄 수 있다. 과잉 채집은 현재와 미래의 곤충 소비 관습에서 또 다른 심각한 문제이며(*Morris, 2004; Schabel, 2006*), 채집된 개체(성충 및 유충) 수가 세대 재건력을 초과할 경우 특히 그러하다(*Cerritos, 2009*). 또한 엄격한 선별 없이 채집하게 되면 식용 곤충 개체군의 안정성과 세대 재건력이 위협을 받는다(*Latham, 2003; Illgner 및 Nel, 2000; Ramos Elorduy, 2006*). 예를 들어, 첫 번째 교배 전이나 알을 낳기 전에 성충을 채집하면 이런 문제가 발생한다(*Cerritos, 2009*). 또한 많은 지역이 "누구나 접근할 수 있는" 곳이기에 때문에 채집 활동이 증가하면 기존 개체군을 위협할 수 있다(*Akpulu, Muchapondwa 및 Zikhali, 2009*)(글 상자 4.1).

서식지와 지속 가능한 활용 방법 등 식용 곤충에 대한 전통 지식이 점차 소멸되고 있으며 (Kenis 외, 2006), 때로 경험이 부족한 채집자가 지속 가능하지 않은 채집 방법을 쓴다 (Ramos Elorduy, 2006; Choo, 2008)는 점 때문에 문제가 더 복잡해지고 있다.

#### 글 상자 4.1

##### 라오스

라오스의 *Dong Makkhai* 마을에서는 21종의 식용 곤충을 채집하여 *Sahakone Dan xang* 신선 식품 시장에 판매한다. 평균적으로 마을의 총 가계 수입 중 23%가 식용 곤충의 생산과 판매에서 나온다. 소비자가 가장 좋아하는 품목은 개미 "알"(열대바느질개미(*Oecophylla smaragdina*)의 유충 및 번데기), 메뚜기(여러 종), 귀뚜라미(*Tarbinskiellus portentosus*, *Teleogryllus mitratus* 및 집 귀뚜라미(*Acheta domesticus*), 말벌(*Vespa spp.*), 매미(*Orientopsaltria spp.*) 및 꿀벌(*Apis spp.*)이다. 오늘날 채집자들은 비슷한 양의 식용 곤충을 채집할 때 10년 전에 비해 더 많은 시간이 필요하다고 하는데, 채집자 수가 증가한 것이 원인일 가능성이 높다.

출처: Bouldam, 2010

마지막으로 다른 많은 천연자원과 마찬가지로 산림 벌채, 훼손 및 오염(예: 해충약 사용)과 같은 서식지 손상 문제가 식용 곤충 개체군에 추가적인 압박을 가하고 있다(Morris, 2004; Ramos Elorduy, 2006; Schabel, 2006). 살렐리 나무의 잎을 먹는 식용 애벌레와 같은 곤충을 쉽게 채집하고 채집량을 늘리기 위해 숙주 나무를 베어 넘어뜨리는 경우가 많은데, 이는 당연히 향후 채집에 피해를 입히게 된다(Vantomme, Göhler 및 N'Deckere-Ziangba, 2004). 벌목 및 방목과 같은 다른 농사 활용 때문에 서식지 손상이 발생하는 경우도 많다(FAO, 2004). 곤충 서식지에 변화가 생기면 어김없이 곤충의 번성 정도와 분포도에도 영향을 미친다(FAO, 2011c). 이 때문에 어떤 기후 변화가 열대 식용 곤충 개체군에 영향을 미치는지는 아직도 비교적 잘 알려지지 않았다. 온도가 높아지면 특정 개체군이 늘 수 있지만, 폭염 또는 가뭄 기간에 감소할 수도 있다(Toms 및 Thagwana, 2005). 종의 분포도 영향을 받을 수 있다.

#### 글 상자 4.2

##### 아시아 및 태평양 지역의 야생 채집: 과거, 현재, 미래

과거 아시아 태평양에서는 야생에서 채집한 곤충이 대부분 마을 단위에서만 소비되었고, 채집할 수량은 개인의 소비 요구에 따라 결정되었다. 오늘날에는 야생에서 채집되는 곤충이 추가적인 수입원이 되었다. 가능하면 곤충을 많이 채집해야 그 중 일부를 시장에서 팔고 나머지는 개인 소비를 위해 비축할 수 있다. 채집할 수 있는 곤충이 적어지면 가정 소비량이 줄어들고 더 적은 현금 수입으로 건강에 덜 좋은 식품을 구입하는 경우가 많아진다.

새 도로와 현대적인 운송 수단을 통해 곤충 자원에 대한 접근이 개선되면서 더 많은 채집자가 더 먼 곳에서부터 오는 경우가 많아졌다. 또한 이를 통해 지역 마을 사람이 채집한 곤충을 더 멀리, 더 큰 시장으로 수송할 수도 있다.

계속

## 글 상자 4.2 계속

수요 증가도 곤충 개체군과 환경에 압박을 초래하는 원인 중 하나다. 그러나 현재로서는 식용 곤충 야생 채집의 지속 가능성과 생태계 영향에 대한 정보가 부족하다. 지속 가능한 채집 방법 채택과 더불어 서식지 관리, 한정된 장소(예: 우리 및 연못)에서의 통제된 소규모 사육, 공업 생산 시스템(공장) 등 식용 곤충 생산의 새로운 형태는 야생 식용 곤충 개체군에 미치는 부담을 줄일 수 있는 가능성을 보여준 바 있다. 사육에 적합한 종을 파악해야 한다. 다양한 무척추동물을 활용하면 질병 발생 및 기후 변동성과 같은 예측하지 못한 충격에 대한 취약성을 줄일 수 있을 것이다.

출처: Yen, 2012

식용 곤충 개체군이 직면한 문제는 곤충 채집과 직접 관련이 있으며 인류가 지속 가능하지 않은 방식으로 자연환경을 이용하는 데 깊이 뿌리를 두고 있다. 곤충의 지속 가능한 관리에 주의를 기울이지 않고 상업화되는 경우 식용 곤충 채집은 몇몇 필수적인 생태계 역할을 제공하는데 위협이 될 것이다(글 상자 4.2 및 4.3).

## 글 상자 4.3

## 모파인 애벌레와 다른 아프리카 애벌레들

모파인 애벌레의 개체 수는 상업화가 최고조에 달한 1990년대 이후 점차 줄었다. 모파인 애벌레 개체군은 많은 *NWFP*가 직면했던 것과 동일한 문제를 겪었다. 즉 커다란 시장이 발견되자 과잉 채집에 대한 압력이 거세진 것이다. 이 경우 대개 지속 가능하지 않은 방법으로 활용하게 된다 (Sunderland, Ndoye and Harrison-Sanchez, 2011). 여기에 빈곤, 식량 안보 위협, 환경 재앙이 문제를 악화시킨다.

과거에는 애벌레 채집에 제한을 두는 경우가 많았다. 예를 들어, 전통적으로 *Cirina forda*의 1세대는 "새를 위해" 건드리지 않았고 2세대만 채집했다(Latham, 2003). 그러나 농촌 지역의 만연한 빈곤과 함께 도시 중심지의 빈곤층이 늘어나자 과잉 채집 현상이 불거졌다. 이로 인해 새로운 수입원과 값싼 단백질원에 대한 희망을 보존해야 한다는 딜레마에 빠졌다. 특히 짐바브웨에서의 모파인 애벌레 개체군 과잉 채집으로 인해 수년 동안 유충 생산이 위태로워졌고(Roberts, 1998; Illgner 및 Nel, 2000), 최적의 환경 조건에도 불구하고 결국 개체군이 복구되기 어려울 것으로 보인다. 가뭄으로 인해 채집량 부족과 같은 환경 재난이 발생하면 대체로 누구나 값싸게 접근할 수 있는 이 자원을 채집하려는 움직임이 더욱 증가할 것이다. 이미 이 지역의 여러 부분에서 이런 현상이 나타나고 있다(Toms 및 Thagwana, 2005).

게다가 애벌레를 얻을 수 없을 때 필수적인 생계형 채집자들이 전통적으로 비난받아온 방식이지만 나무를 통째로 넘어뜨리는 경우가 많아진다. 이렇게 숙주 나무가 사라지면 향후 개체군 생존에 해가 된다(Latham, 2003; Morris, 2004; Toms 및 Thagwana, 2005). 지속 가능한 채집 수준을 결정하는 일은 여전히 어려운 문제이지만 이 부문을 성공적으로 개발하기 위한 필수적인 문제이기도 하다. 개체군 수준을 결정하기 위해 여러 변수를 고려해야 하기 때문이다. 특히 계절성을 띠며 대규모 발생을 예측할 수 없다는 자원 특성과 더불어 복잡한 생물 및 환경 요인이 다양하다는 점 등으로 인해 이 주제는 계속해서 논의되고 있다(Stack 외, 2003; Ghazoul, 2006). 이 부문을 지속 가능한 방향으로 개발하고 남아프리카의 삶과 생활에 계속 기여하게 하려면 이러한 문제들을 연구하고 해결해야 한다.

계속



## 글 상자 4.3 계속

여러 지역 사회에서는 모파인 숲에 해를 줄 수 있는 유해한 관습은 물론, 적절한 산불 관리, 애벌레와 애벌레 성장 모니터링, 특정 서식지 보호, 채집 제한 기간 준수 등을 포함하는 철저한 보호 조치가 중요하다는 점을 모두 잘 알고 있다(Holden, 1991; Mbata, Chidumayo 및 Lwatula, 2002; Toms 및 Thagwana, 2005). 문제는 이러한 지역 계획을 현재 사회 경제 상황에서 실현할 수 있느냐에 있다. 빈곤과 환경의 관계는 새로운 문제가 아니다. 지역 사회에서는 경제와 영양이라는 동기 때문에 당장 생계를 위해 과잉 채집하는 경우가 비일비재하다. 보존 정책에서는 이 점을 고려해야 한다. 예를 들어 계절 초에 채집하면 작은 유충을 남획하게 되므로 비효율적이다. 그러나 모파인 애벌레 채집 기간을 제한하기 위해서는 지역 주민에게 생계와 양식을 위한 다른 방법을 제공해야 한다. 또한 일부 지역에서는 주민들이 모파인 애벌레의 생애 주기를 인식하지 못해 서식지 관리(즉, 채집 제한)가 필요하다는 점을 이해하지 못하기도 한다(Toms 및 Thagwana, 2005). 생태뿐 아니라 사회, 문화, 경제 목표를 고르게 고려한 관리 방법을 사용해야 비로소 성공할 가능성이 생길 수 있을 것이다.

### 4.3 식용 곤충 자원의 보호와 관리

산림 관리자들은 곤충을 지속 가능하게 관리 및 채집할 경우의 잠재력을 거의 모르거나 인정하지 않는다. 또한 곤충 개체군을 늘리거나, 극대화하거나, 유지하는 인위적 산림 식생 조정이나 채집 방법에 대한 지식이나 경험도 거의 없다. 실제로 많은 곤충이 귀중한 상업용 수종에 막대한 손상과 폐사를 일으키므로 많은 산림 경영자가 대부분의 곤충을 해충으로 여긴다. 곤충 관리와 관련한 지식은 전통적인 숲 거주자와 숲에 의존하는 사람이 보유하는 경우가 많다(Durst 및 Shono, 2010).

일반적으로 과학자들은 생태계, 종, 유전의 세 가지 수준에서 생물다양성에 대해 설명한다. 세 가지 수준 모두에서 생물다양성은 식량 안보와 영양 개선에 상당한 기여를 할 수 있다고 생각된다(Toledo 및 Burlingame, 2006). 곤충이 생태계에서 하는 역할이 인간의 삶에 꼭 필요하기 때문에 최근 곤충과 곤충 서식지 보존이 더 많은 주목을 받고 있다(DeFoliart, 2005; Samways, 2007). "깃대종" 홍보는 보존 노력에 대한 대중의 관심을 불러일으키는 데 이용된다(Simberloff, 1998). 보존 생물학자는 거의 같은 방법으로 "우산종", 즉 보호할 경우 많은 수의 자연 동시 발생 종과 그 서식지에 간접적으로 이점을 제공할 것으로 여겨지는 대표 종을 지정한다(Roberge 및 Angelstam, 2004). 이러한 종으로는 자이언트 판다와 호랑이같이 대표적인 대형 포유류가 선정되기 쉽지만, 필수적인 생태계 작용에서 곤충이 하는 중요한 역할 때문이라도 식용 곤충류가 깃대종 및 우산종이 될 가능성에 관심을 가질 만하다(Yen, 2009; DeFoliart, 2005). 그러나 이렇게 되기 위해서는 척추동물과 식물에 비해 훨씬 뒤쳐진 곤충에 대한 분류학 지식을 향상시켜야 한다(Winfree, 2010). 곤충류와 관련하여 현재의 위협과 보존 및 관리 요구 사항에 대해 문서화된 지식이 척추동물과 식물종에 비해 상당히 적다(Yen, 2012). 전체 산림 생태계의 생물다양성에서 가장 큰 비율을 차지함에도 불구하고 아직도 곤충은 산림 생물 중 가장 적게 연구되고 있다(Johnson, 2010).

드문 경우긴 하지만 Samways(2007)는 곤충 개체군과 서식지를 효율적으로 관리 및 모니터링하는 방법을 자세히 설명하고 적절한 곤충 개체군 수준을 유지하기 위한 여섯 가지 원칙(보호구역 유지, 가능한 뛰어난 이종성 환경 유지, 잔류 패치와 인접 교란 패치 간 격차 축소, 보호구역 외 곤충용 토지 확보, 자연조건 및 교란 시뮬레이션, 유사성이 있는 좋은 서식지 패치 연결)을 세워 곤충 보존 노력에 유망한 기여를 했다. Boulidam(2010)은 식용 곤충 관리 노력에서는 잠재력과 가치가 가장 큰 식용 곤충류에 초점을 두어야 한다고 덧붙였다. 이러한 원칙은 임학, 생태학 및 곤충학 전문가에게 특히 중요하다.

그러나 곤충 보존 노력은 국내외 연구 개발 조직과 지역 사회의 적절한 지원 없이는 소용이 없다(Schabel, 2006; Cerritos, 2009; Boulidam, 2010).

현재 곤충 생태학 내의 부족한 영역은 식충 개발과 지속 가능성에 큰 걸림돌이 되고 있다. 긴급하게 연구해야 하는 문제로는 식용 곤충류 식별, 개체군 추정, 종 및 서식지에 대한 생태학 및 생물학과 종 개체 수를 결정하는 요인 이해 등이 있다. 식용 곤충 자원 고갈에 대응하기 위해서는 최대 개체 수, 개체군 동태 및 생활 주기와 같은 요인에 대한 지식을 늘려야 한다(Ghazoul, 2006; Cerritos, 2009). 여기에 전통 지식을 활용하면 특히 유용할 것이다. 위 내용을 고려하면 식용 곤충 연구 분야의 다음 단계는 다변화 또는 종별 심층 강화를 통해 야생 및 사육 식용 곤충의 생산을 지속 가능한 방법으로 늘리고, 이를 위해 생태학적으로 건강한 산림 관리 방법을 구현하는 데 있다(Johnson, 2010).

산림 관리원 및 임업 업계에서는 애벌레는 생잎(나뭇잎)을 먹고 살아 나무 개체군에 유해하다고 보고 오랫동안 해충으로 간주했다. 그러나 실제로 나무는 이렇게 뜯어 먹는 것에 대응해 더 많은 나뭇잎을 생산한다. N'Gasse 등(2004)은 애벌레의 나뭇잎 섭취가 나무에 주는 영향이 크지 않음을 관찰했다. 실제로 숲에서 애벌레를 채집하는 일은 애벌레 채집 중 나무를 베지 않는다면 생물적 방제로 볼 수 있다(Vantomme, Göhler 및 N'Deckere-Ziangba, 2004)(병해충 관리에 대한 자세한 내용은 4.3절 참조). 대신, 숙주 나무 보호와 관리는 애벌레 보호에 큰 도움이 될 수 있다(Holden, 1991; Munthali 및 Mughogho, 1992; Chidumayo 및 Mbata, 2002; Toms 및 Thagwana, 2005).

**동아프리카의 멸종 위기 곤충 목록.** 국제열대농업연구소는 베냉에서 34개 멸종 위기 곤충류 목록을 정했다. 곤충에 대한 주된 위협으로는 오염으로 인한 서식지 감소 또는 지역에 따라서는 서식지 소멸, 과도한 농업 확장, 잘못된 농사 관행, 무분별한 불태우기, 무분별한 벌목, 보호구 위반, 장기적으로는 기후 변화와 수분매개체 소멸 등을 들 수 있다. 멸종 위기 곤충이 대부분 산림 생태계에서 서식하므로 산림 파괴는 주된 우려 사항 중 하나이다(Neuenschwander, Sinsin 및 Goergen, 2011). 이 목록에는 특히 중앙아프리카에서 식용되는 아프리카 골리앗 풍뎅이(*Goliathus goliathus*)가 포함된다(Bergier, 1941). 베냉에서 이 종은 선호 숙주 나무인 희귀종 *Holoptelea grandis*(느릅나무과)가 줄어서 멸종 위기에 처해 있다. 이제 골리앗 풍뎅이는 쉽게 사육할 수 있으므로 곤충 사냥이 감소했고 더 이상 이러한 나무에 위협이 되지 않는다(Neuenschwander, Sinsin 및 Goergen, 2011).

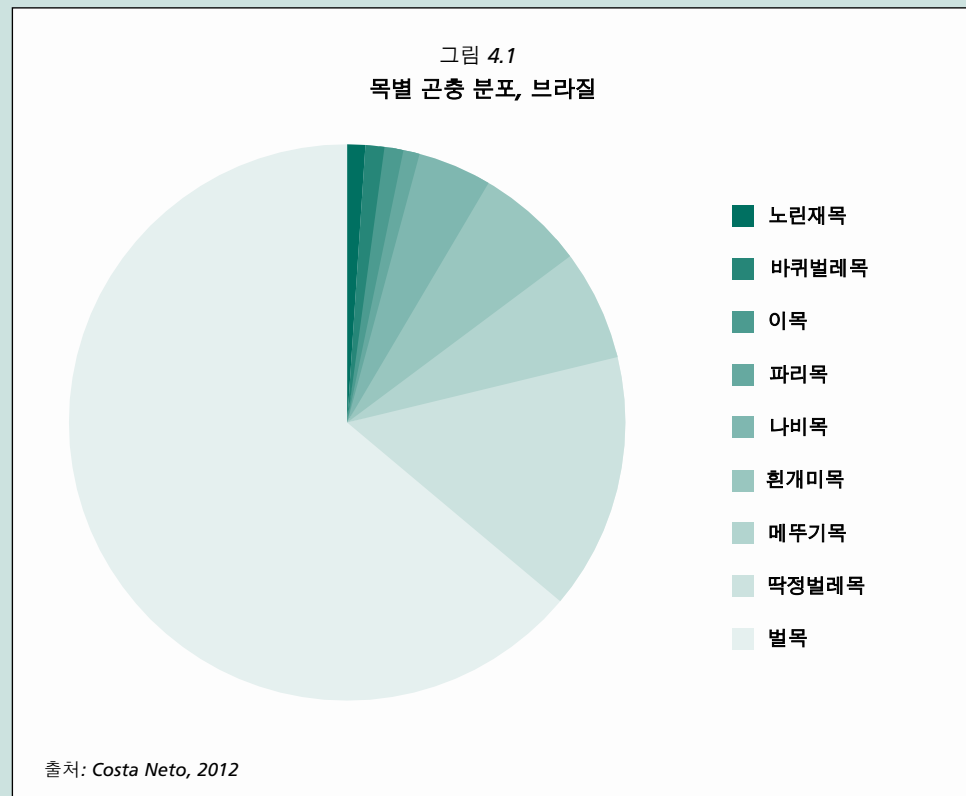
**미생물과 무척추동물의 생물다양성과 식량 및 농업의 관계.** FAO CGRFA(Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture)와 식량농업 식물유전자원 조약에서는 미생물과 무척추동물이 식품 생산 생태계와 자연환경 내 작용을 통해 식량 안보와 지속 가능한 농업에서 핵심적인 역할을 하고 있음을 인식하고 있다. CGRFA에서 식별한 작용그룹으로는 수분매개체, 생물방제제(생물적방제), 토양 생태계 공학자 및 규제가, 산림에서 얻는 비목재 임산물(예: 실크, 꿀, 식용 곤충)의 공급자와 식품 공급자, 수생 무척추동물과 어업과 농업에 대한 수생 무척추동물의 기여(무척추동물을 일반 가축의 사료로 사용하는 경우를 포함하도록 확장할 수 있음) 등이 있다(FAO, 2009a). FAO는 오랫동안 미생물과 무척추동물이 식품 및 농업에서 수행하는 중요한 역할에 대한 기술 연구를 진행하고 있다. 유해생물 종합관리(IPM)에 대한 FAO의 프로그램과 전략을 예로 들 수 있다. CGRFA를 통해 이러한 "숨겨진 생물다양성"에 더욱 역점을 두게 되었다.

#### 글 상자 4.4 브라질의 곤충과 생물다양성

브라질은 전 세계에서 생물다양성의 보고로 인정받고 있다(Myers 외, 2000). 또한 브라질은 주목할만한 222개 토착 인종 집단뿐 아니라 영세 어민, 아마존 토착민(또는 강 거주자) 및 아프리카-브라질 혼혈(*Quilombola*라고도 함)을 비롯한 여러 기타 집단으로 구성되어 문화 다양성이 풍부하다. 이렇게 결합된 다양성을 생물사회다양성(*Biosociodiversity*)이라고 한다(Costa Neto, 2012).

브라질 26개 주 중 14개 주에는 9개 목(그림 4.1)과 23개 과에 속한 총 135가지 식용 곤충류가 문헌에 기록되어 있다. 이 중 95개는 종 수준, 18개는 속 수준으로 분류되지만 나머지는 토착 이름으로만 알려져 있다. 가장 많이 식용되는 종류는 벌목(63%), 딱정벌레목(16%) 및 메뚜기목(7%)이 속한다(Costa Neto, 2012). 브라질의 광대한 생물사회다양성을 감안하면, "영양가 있는 식용 곤충이 풍부하므로 인류의 곤충 소비(*Anthropoentomophagy*)가 과소평가되고 있다고 할 수 있다."(Costa Neto, 2012)

그림 4.1  
목별 곤충 분포, 브라질



또한 FAO는 미생물과 무척추동물이 전체 생산 시스템에 필수적인 서비스를 제공한다는 인식을 바탕으로 제정된 생물다양성협약에 대한 두 가지 글로벌 구상 즉, 수분매개체 보존 및 지속 가능한 이용(*Conservation and Sustainable Use of Pollinators*)과 토양 생물다양성 보존 및 지속 가능한 이용(*Conservation and Sustainable Use of Soil Biodiversity*)에 대한 국제 구상을 관장하고 있다. 국가 곤충 생물다양성에 대한 예는 글 상자 4.4를 참조하기 바란다. 많은 파트너 단체가 이러한 중요한 구상을 실현하기 위해 FAO와 협력하고 있다.

#### 4.4 식용 곤충 준사육

특정 곤충류의 생물학과 생태학 지식이 향상되면 해당 곤충의 계절성을 파악하거나 곤충을 효율적으로 채집하는 도구를 개발하는 등의 결과를 얻을 수 있다. 또한 연중 곤충 동태 및 가용성 등 크고 작은 규모로 식용 곤충 서식지를 인위적으로 조정하는 일이 가능해질 수도 있다(Van Itterbeeck 및 van Huis, 2012). 이를 준사육(Semi-cultivation)이라고 하는데, 노동과 기술을 이용하여 생물의 성장(또는 품질)을 증진하는 과정인 사육과 비슷하기 때문이다. 준사육에서는 7장에서 다루는 실제 사육 또는 양식과 달리 곤충을 돌보는 경우가 드물다. 준사육되는 곤충은 야생에서 얻을 수 있으며, 대개 가두어 키우지 않는다(베네수엘라에서 플라스틱 용기에 기르는 야자나무 바구미 유충과 같이 성장 과정에서 부분적으로 가두는 경우도 있음, Cerda 외, 2001). 따라서 준사육 곤충은 야생 개체군과 격리되지 않는다. 아마존 분지, 인도네시아, 말레이시아, 파푸아뉴기니, 태국, 열대 아프리카 등의 야자나무 바구미 유충, 사하라 사막 이남 아프리카의 애벌레, 태국의 대나무 애벌레, 멕시코의 수생 노린재목 알 및 사하라 사막 이남 아프리카의 흰개미는 모두 많은 적든 얼마간 서식지가 인위적으로 조정되고 있는 준사육 곤충의 예이다. 식량에 대한 환경의 인위적 조정 사례는 고고학 기록에서도 찾을 수 있는데, 정착 식량 생산과 사육의 발전에 중요한 징검다리가 되었다고 나타나 있다(Barker, 2009). 따라서 식용 곤충 생산을 위한 인위적 조정은 생산 조절로 가는 첫 단계로 유용하다. 준사육에는 많은 이점이 있는데, 특히 식용 곤충의 가용성과 예측 가능성을 보장할 수 있다는 점을 들 수 있다. 또한 준사육 관련 활동은 식용 곤충 서식지 보존과 식량 안보에 기여할 수 있다. 열대에서는 이미 자리를 잡은 준사육 방식의 생산성을 극대화하는 데 중점을 두어야 한다. 다른 식용 곤충류의 생물학 및 생태학에 대한 이해가 충분한 경우 해당 종에 대해 이러한 활동을 개발할 수 있다.

##### 4.4.1 야자나무 바구미 유충

준사육의 대표 사례에는 야자나무 바구미(*Rhynchophorus palmarum*, 중앙 및 남아메리카), *R. phoenicis* (아프리카) 및 *R. ferrugineus* (동남아시아)의 유충(애벌레)이 포함된다(2.3.2절 참조). 이 중 야자나무 바구미(*R. palmarum*)에 대한 정보가 가장 자세하게 알려져 있다. 야자나무를 선택한 위치와 시간에 고의로 베어 넘어뜨리므로 제어 가능한 변수로 간주할 수 있다. 과정은 비교적 간단하다. 나무를 넘어뜨리고 나서 1 ~ 3개월 후 나무줄기로 돌아와 유충을 채집하면 된다(Choo, Zent 및 Simpson, 2009). 일부 아메리칸 인디언은 오랫동안 마을에서 떠나 있는 장기 사냥과 어로 기간 동안 이 기술을 전략으로 이용한다(Dufour, 1987).

베네수엘라 볼리바르 공화국의 아메리칸 인디언은 야자나무 바구미에 대한 전통 지식을 이용하여 남아메리카 야자나무 바구미(*R. palmarum*)와 수염 바구미(*Rhinostomus barbirostris*)라는 두 가지 야자나무 바구미 종 유충의 상대적 수량을 조정한다고 알려져 있다. 두 종의 암컷은 동일한 나무줄기에 산란하지만 산란 생물학이 서로 다르다. *R. palmarum* 성충은 넘어뜨리거나 절로 넘어진 야자나무의 노출된 내부 야자나무 조직에서 먹고, 교미하고, 산란하는 반면 *R. barbirostris*는 줄기의 온전한 표면에 산란하므로 줄기 전체에 알을 낳을 수 있다. *R. palmarum* 성충이 *R. barbirostris*보다 먼저 줄기에 도달한다. 따라서 *R. palmarum*을 더 좋아한다면 줄기 곳곳을 깊게 잘라 내 부드러운 내부 조직을 이용할 수 있도록 만들어 *R. barbirostris* 유충보다 *R. palmarum* 유충을 더 많이 확보할 수 있다.

파푸아뉴기니에서는 소철(*Metroxylon sagu*)에 유사한 기술이 사용된다(Mercer, 1994). 야자나무 바구미(*R. ferrugineus papuanus*)의 교미 행동은 군서성이어서, 하나의 줄기에서 100마리 이상의 애벌레가 쉽게 생긴다. 성충 바구미는 녹말을 채취하기 위해 벤 나무 중 이용되지 않은 부분에만 산란하므로 유충을 채집하기 위해 고의로 나무를 베어 넘어뜨리면 알의 수가 증가한다. 파푸아뉴기니에서는 소량의 녹말을 제공하는 야자나무가 야자나무 유충의 준사육에 사용되는 경우가 많다(Townsend, 1973).

*Cerda* 등(2001)은 베네수엘라의 아메리칸 인디언이 다른 작물을 먹여 남아메리카 야자나무 바구미 *R. palmarum*을 가정 단위에서 기르는 간단한 방법을 기록했다. 바구미는 이테야자(*Mauritia flexuosa*)로 기르는 것이 좋은데, 이 야자나무로 기른 바구미는 건조 중량 기준 단백질 함량이 40%로, 다른 야자나무 종으로 기른 것보다 훨씬 높기 때문이다. 아메리칸 인디언 종족은 4주 후 나무에서 유충을 채집하고 집 근처에서 플라스틱 용기에 여러 주 동안 계속 기른다. 이들은 유충에게 바나나 헛줄기, 남은 채소 및 과일을 먹인다(*Cerda* 외, 2001). 파인애플-사탕수수 사료도 실험된 바 있다(*Giblin-Davis* 외, 1989). 딱정벌레 성충의 산란 및 유충 성장을 촉발하기 위해 야자나무를 베는 현상 때문에 과잉 채집이 문제로 여겨졌다. *Cerda* 등(2001)은 12개 과에 속한 31가지 식물 종이 야자나무 바구미에게 먹이를 공급하는 숙주가 될 수 있지만 이 방법의 지속 가능성을 보장하기 위해서는 야자나무의 세심한 관리가 여전히 중요하다고 보고했다.

전통에 따라 사는 사람들은 야자나무를 비롯한 일부 수종을 관리 및 보호하고 있으며(*Politis*, 1996) 산림 벌채, 나무 심기, 나무 가꾸기 등을 통해 환경에 개입한다(*Barker*, 2009). 세계 여러 지역에서 야자나무 바구미 유충 생산을 촉진하기 위해 나무를 고의로 베어 넘어뜨리고 있다는 것은 이러한 유충이 중요한 곤충 식량원임을 나타낸다. 녹말을 채취하거나 과일을 따거나 나무의 수액을 채취해 와인을 만들기 위해 나무를 베어 넘어뜨리는 경우 유충은 이용되지 않은 줄기 부분에서 성장했으므로 부산물(*Dufour*, 1987) 및 후작물(*Bodenheimer*, 1951)이라고 불리기도 했다. 이중 생산이 매우 잘 계획된 것일 수는 있지만 야자나무 바구미 유충을 부산물로 보는 것에는 대단히 주의해야 한다(*Van Itterbeeck* 및 *van Huis*, 2012).

#### 4.4.2 애벌레

글 상자 4.5에는 애벌레 수량을 늘릴 수 있는 두 가지 서식지 관리 방법인 *Chitemene* 이 동 사육과 산불 관리의 사례가 나와 있다. 이러한 활동은 준사육으로 볼 수 있다. 마찬가지로 숙주 나무를 심고 숙주 나무 베기를 자제하면 애벌레가 알을 낳을 장소가 늘어난다(*Takeda*, 1990; *Latham*, 1999). *Latham*(2003)은 식용 애벌레 종과 해당 숙주 식물의 광범위한 목록을 제공하고 애벌레 채집에 대한 전통 규제가 어떻게 유지되거나 부활하고 있는지도 보여주었다. *Mbata* 및 *Chidumayo*(2003)는 잠비아의 코파 지역에서 지역 사회 모든 층이 참여하는 시스템을 자세히 설명했다. 이 시스템에서는 나방 알 밀도가 높은 곳을 발견하면 1명과 최종령(지역 주민들이 채집할 수 있는 유일한령)을 모니터링한다. 이러한 관찰을 바탕으로 채집 시기가 통제되고 필요한 경우 애벌레 채집이 임시로 제한된다. 의식이 거행되고 행사가 열리는 등 애벌레가 지역 문화에 단단히 정착되어 있다. 콩고의 바스콩고에서는 지역 주민이 집 근처 아카시아 나무에 *Cirina forda*와 같은 애벌레를 다시 들여와 먹을 만큼 자랄 때까지 둔다. 유충 중 일부를 번데기가 되도록 남겨 두면 이들이 성체 나비로 자라 같은 곳에 알을 낳는다. 이런 방식으로 다음 철의 애벌레 공급이 보장된다(*Latham*, 2003).

불규칙하고 예측 불가능한 급증 시기(*Hope* 외, 2009) 등 야생 개체군이 직면하고 있는 문제를 고려하여 농림당국에서 애벌레와 숙주 식물의 사육이 논의되고 있다. 예를 들어 가지를 덮는 보호용 차광천 및 차광구조물과 같은 간단한 방법을 사용하여 야생 폐사에 일조하는 가뭄, 더위 및 포식으로부터 유충을 보호할 수 있다. 그러나 이러한 사업의 장기적인 타당성은 확실하지 않다. 포획 번식은 바이러스성 및 세균성 질병과 모파인 야생 개체군에서도 발생하는 문제인 포식기생충에 취약하다. 최근 연구에 따르면 바이러스성 질병의 영향을 줄이려면 모파인을 소규모로 길러야 한다고 한다. 따라서 마을에 큰 농장 하나가 있는 것보다는 소규모 농장이 여럿 있는 것이 더 좋다. 그래야만 농장 간에

정보와 자원을 손쉽게 교환할 수 있는 경우 실패한 농장에서도 건강한 알이나 유충을 쉽게 보충할 수 있다. 그러나 이러한 방식은 농부들 간에 어느 정도 신뢰가 확립되어 있어야 가능하므로 하루아침에 개발될 수 있는 것은 아니다. 준사육을 진지하게 고려하려면 모파인 애벌레 양식 과정에서 질병 관리와 통제에 세심한 주의를 기울여야 한다. 포획 번식의 개발은 야생 개체군에 대한 지속적인 개발과 성공적인 관리와 병행되어야 한다. 또한 질병으로 인한 모파인 폐사를 줄이기 위한 추가 연구는 야생 개체군과 애벌레 사육 부문의 발전에 모두 기여한다(Ghazoul, 2006).

아프리카에서 모파인 애벌레의 경제 및 영양적 중요도를 고려하면 야생 모파인 애벌레 생태학 및 개체군 생물학과 관련된 더 많은 과학 지식이 절실하다. 다른 식용 애벌레의 숙주에 대해서도 마찬가지다(Munyuli Bin Mushambanyi, 2000). 이는 서구 과학에서 곤충을 실용적인 식량원과 소득원으로 보지 않는 편견 때문에 이 주제에 거의 관심을 두지 않은 결과일 수 있다(Kenis 외, 2006). 기존 연구 격차를 해소하면 야생 모파인 애벌레 개체군을 지속 가능한 방법으로 관리하는 데 필요한 지식을 얻을 수 있다. 예를 들어 개체군의 급증 시기를 더 정확하게 예측하고 질병과 포식기생충이 모파인 애벌레 개체군에 미치는 영향을 더 잘 이해하면 사육에 도움이 되어 결국 지역 사회에 이익이 된다(Ghazoul, 2006).

태국에서는 왕립 산림부(Royal Forest Department)의 산림 제품 연구부서(Forest Products Research Division)가 대나무 벌레라고도 하는 대나무 애벌레(*Omphisa fuscidentalis*)에 대한 연구를 수행했다. 이 애벌레는 대나무 마디 사이에 살면서 연한 내부 조직을 먹는다. 이 애벌레를 채집하기 위해서는 대나무를 잘라 쪼개야 하지만, 이렇게 해도 줄기는 죽지 않는다. 애벌레가 사는 대나무는 어린 유충이 들어가면서 뚫은 구멍뿐 아니라 마디 크기로도 식별할 수 있는데, 비전문 채집인은 애벌레를 찾느라 쓸데없이 대나무를 베어 넘어뜨리는 것으로 알려져 있다. 그렇긴 해도, 넘어뜨린 대나무는 땀감이나 정원 재료 및 수공예품 제조에 사용할 수 있다. 태국 왕립 산림부에서는 대나무 벌레의 생물학 및 생태학에 대한 데이터를 비롯한 연구 내용을 2000년에 매뉴얼로 출간했다. 특히 이 매뉴얼에서는 지역 주민에게 대나무 애벌레 채집으로 인한 손상을 보충하기 위해 대나무를 심도록 권장한다. 대나무 애벌레를 준사육하는 방법도 제공되어 있다. 예를 들어 집에서 물속에 넣고 망으로 덮은 죽순에 다 자란 유충을 넣어 두면 여기에서 성충이 자라 교미하고 성충 암컷이 대나무에 알을 낳는다. 최근에는 휴면 기간을 단축해 연중 생산할 수 있게 하는 방법을 연구하고 있다(Singtripop, Wanichacheewa 및 Sakurai, 2000).

#### 글 상자 4.5

#### 산불 관리와 이동 사육이 애벌레 개체군에 미치는 영향

##### 산불 관리

임업에서는 불을 질러 산을 관리하는 경우가 종종 있다. 이 방법이 흔히 사용되는 말라위의 카순구 국립 공원(Kasungu National Park)에서는 산불 정책이 애벌레 채집량에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Munthali 및 Mughogho, 1992). 9월에서 10월 사이의 늦은 불태우기는 애벌레 개체군에 특히 해로운데, 이 기간이 성충 나방의 산란 기간과 일치하기 때문이다. 반면 6월과 7월 사이의 이른 불태우기는 애벌레 채집량을 늘린다. 나방 알과 유충의 포식자 수가 줄고 애벌레가 먹는 어린잎의 성장이 촉진되기 때문일 것으로 보인다.

처음에는 나무 높이가 1 ~ 3m(공교롭게도 채집하는 사람이 닿을 수 있는 높이에 해당)일 때 애벌레 채집량이 가장 높은 것으로 추정되었다. 이것이 사실이라면 0 ~ 4m 사이의 줄기 성장을 촉진하는

계속



글 상자 4.3 계속

돌림 태우기 계획이 산림에서 생명과 생계 모두에 도움이 되는 지속 가능한 산림 관리 정책의 방향을 제시할 수 있었을 것이다(Munthali 및 Mughogho, 1992). 그러나 이후 연구에서는 모 파인 애벌레 대부분(70%)이 숙주 나무의 3 m 위에서 발견되는 것으로 나타났다(Roberts, 1998). 이 차이는 서식지들의 국지적인 조건에 따라 발생한 것으로 볼 수 있다. 따라서 산불 관리 정책은 지역 수준에서 결정해야 하고, 무엇보다도 사람이 식량 안보와 생계를 위해 의존하는 중요한 산림 자원(예: 모파인 애벌레)을 고려해야 한다.

#### Chitemene 이동 사육

휴한지에서의 Chitemene 이동 사육(임관 개간)은 애벌레 숙주 나무의 재생을 촉진하므로 애벌레의 수를 늘릴 수 있다(Chidumayo 및 Mbata, 2002). 얼마간의 택벌은 산림에 나쁜 영향을 주지 않을 것이므로 애벌레에 도움이 될 수 있다. 보존림은 이러한 형태의 서식지 관리에 적합한 환경일 뿐 아니라 지역 사회에서 서식지 보존의 중요성을 교육하기 위한 장을 제공할 수도 있다. 보존림의 역할에 대한 개념을 다시 정립하여 애벌레 생산을 위해 지정된 지역도 포함하도록 할 수 있으며, 그럴 경우 애벌레 숙주 나무의 벌목을 줄이는 데에도 도움이 될 수 있다(N'Gasse, 2004). 그러나 이러한 관리 전략의 장기적인 효과와 함께 키 큰 나무와 작은 나무의 비율에 미치는 영향에 대해서는 추가 연구가 필요하다(Chidumayo 및 Mbata, 2002).

#### 4.4.3 수생 노린재목 알

아즈텍 측은 수생 노린재류 알을 아후아후틀(Ahuauhtle)이라고 부르며 진미로 여겼다. 스페인 정복자들에게는 멕시코 캐비어(이 용어는 개미 유충에도 사용됨)라고 알려져 있었다(Bachstesz 및 Aragon, 1945). 아후아후틀(성충은 악사야카틀(Axa-yacatl)이라고 함)의 길이는 약 0.5 ~ 1 mm이다. Corisella, Corixa 및 Notonecta 종의 알이 가장 인기 있다(Bergier, 1941; Bachstesz 및 Aragon, 1945; Parsons, 2010).

아후아후틀의 생산량을 높이는 것은 비교적 간단하다. 암컷 벌레가 호수에서 수생 식물에 알을 낳으므로(Bergier, 1941; Bachstesz 및 Aragon, 1945; Parsons, 2010) 산란 장소를 제공하여 알을 준사육하면 된다. 잔가지, 풀 또는 갈대(예: 사초(Carex); Guerin-Meneville, 1857) 다발을 밧줄로 묶어 호수 바닥에 깔고(잔잔하고 얇은 물이 가장 좋음), 돌로 고정한다(Guerin-Meneville, 1857; Ramos Elorduy, 1993; Parsons, 2010). 최근에는 긴 U자 모양 잔디/갈대 다발을 1 m 간격으로 배치하는 방식을 사용한다. 암컷 노린재목이 이 다발에 알을 낳으면 다발을 풀고 흔들어 쉽게 채집할 수 있다. 그러나 최근 수십 년간에는 오염으로 인해 이러한 호수 대부분에서 채집이 감소했다(Ramos Elorduy 및 Pino, 1989).

#### 4.4.4 흰개미

Farina, Demey 및 Hardouin(1991)은 시원하고 어두운 곳에 적신 셀룰로오스(예: 종이, 판지, 말린 식물 재료)와 흙을 함께 제공하여 흰개미집 내부 조건을 똑같이 따라 하여 흰개미를 준사육하는 간단한 방법을 설명한다. 토고에서는 오래된 카나리(canari, 회반죽을 바른 저수용 물받이), 마른 수수 줄기 또는 기타 곡류, 물, 오래된 마대 조각, 돌 및 습토와 같은 전용 토산물을 흰개미 준사육에 사용한다. 간단한 목재 구조물을 만들어 카나리를 더미 입구 위에 고정시키며, 3~4주 내에 흰개미를 채집할 수 있다. 건설 중인 흰개미집이 가장 좋지만 오래된 흰개미집에도 좋은 효과를 발휘한다(Farina, Demey 및 Hardouin, 1991).



## 4.5 해충 관리

식용 곤충은 대부분 농작물에 위협을 주는 해충으로 간주되며(글 상자 4.6), 세계 여러 지역에서 농약과 살충제 같은 화학 방제 방법으로 처리하는 일이 흔하다. 이러한 해충을 손으로 채집하면 사람을 먹여 살리고 곡식을 절약할 뿐 아니라 살충제 사용을 줄여 환경에도 이익을 준다.

### 글 상자 4.6

#### 왕풍덩이의 사례: 농해충에서 별미, 보호를 위한 논쟁의 대상으로

믿기 어려운 일이지만 왕풍덩이, 특히 흔한 유럽 왕풍덩이(*Melolontha melolontha*)가 18세기에 식품으로 등장한 적이 있다. 자연 철학자, 생리학자, 발명가, 시인이자 *Charles Darwin*의 할아버지이기도 한 *Erasmus Darwin*(1731–1802)은 1800년에 파이톨로지아(*Phytologia*)에서 다음과 같이 왕풍덩이를 식품으로 기록했다.

참새가 왕풍덩이를 죽이고 가운데 부분을 먹는 것을 보았는데, 칠면조와 떼까마귀도 똑같이 한다고 들었다. 따라서 동양의 메뚜기나 흰개미처럼 제대로 요리하면 맛 좋은 음식이 될 수 있다고 결론 내릴 수 있다. 그리고 떼까마귀가 쟁기를 따라다니며 집어 먹는 왕풍덩이의 큰 애벌레나 유충은 *Grugru*라는 애벌레와 야자나무를 먹는 큰 애벌레만큼 맛있을 것 같다. 서인도에서는 이 두 벌레를 구워서 먹는다. [후자는 거의 모든 열대 국가에서 별미로 먹는 *Rynchophorus* 종, 야자나무 바구미를 나타내는 것으로 보임]

수년 후(1878년 2월 13일) 왕풍덩이로 인해 논란이 일어났다. 농해충(특히, 왕풍덩이) 박멸을 요구하는 법률에 반대하려고 프랑스 상원의원 *Tesselin*은 *Journal Officiel*에 다음과 같은 왕풍덩이에 대한 조리법을 실었다.

잡은 왕풍덩이를 빵아 가루로 만들고 체로 거른다. 위에 물을 부으면 묽은 수프가 되고 부용을 부으면 진한 수프가 된다. 그러면 미식가도 호평하는 맛있는 요리가 된다.

놀랍게도 왕풍덩이는 소수의 유럽 국가에서 만들어진 왕풍덩이 수프라는 전통 수프의 주재료가 되었다. 실제로 20세기 중반까지 바닷가재 수프와 비슷한 이 수프는 프랑스, 독일 및 여러 기타 유럽 국가에서 별미로 간주되었다. 이 요리는 별미임에도 불구하고 여러 해에 걸쳐 논란이 계속되었으며, 현재에는 종과 서식지를 보호하기 위한 노력이 벌어지고 있다. 왕풍덩이 사례는 인식이 바뀔 수 있으며 실제로 바뀐 것을 보여 주므로 식용 곤충을 식량원으로 개발하는 것에 대한 고무적인 예로 볼 수 있다.

출처: Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Maik%C3%A4fersuppe>

*Cerritos* 및 *Cano-Santana*(2008)는 알팔파 밭에서 차폴리네(*Sphenarium purpu-rascens*)라는 인기 있는 식용 메뚜기를 손으로 잡는 것이 화학 방제 방법 없이도 곡식과 곤충을 보호하는 효과가 있다고 기록되어 있다(2.2절에서 메뚜기에 대한 내용도 참조). 곡식 수확량이 약간 낮지만 비슷한 기계적 방제 방법은 환경 손상을 상당히 낮출 뿐 아니라 메뚜기 소비 및 판매를 통해 영양원과 수입원을 추가로 창출하는 이점이 있다.

여러 아랍 지역에서는 살충제 사용을 바람직하지 않게 여긴다. 비황을 손으로 잡으면 곤충이 곡식에 주는 영향을 줄이고 추가 식량원을 얻을 수 있기 때문이다. *Saeed, Dagga* 및 *Sarraf(1993)*는 급증 시기에 잡은 비황에 인체에 유해한 살충제 성분이 포함되어 섭취하는 사람의 건강을 해칠 수 있다는 점을 밝혔다. *Cerritos(2009)*는 전 세계 또는 지역의 농업 생태계에서 중요한 해충으로 간주되지만, 기계적 채집과 같은 대체 관리 전략을 통제하여 사람이 널리 식용할 수 있는 15개 식용 곤충류를 식별했다(표 4.1).

표 4.1

전 세계 또는 지역 농업 생태계에서 중요 해충으로 간주되지만 대체 관리 전략을 통제하여 식용으로 널리 사용할 수 있는 식용 곤충

목	종 및 일반 이름	분포
메뚜기목	<i>Locusta migratoria</i> , 이주 비황	여러 대륙
	<i>Locustana pardalina</i> , 남아프리카 이주 비황	아프리카
	<i>Schistocerca gregaria</i> , 사막 비황	여러 대륙
	<i>Zonocerus variegatus</i> , 얼룩 메뚜기	아프리카
	<i>Sphenarium purpurascens</i> , 차폴리네	멕시코
딱정벌레목	<i>Rhynchophorus phoenicis</i> , 아프리카 야자나무 바구미	아프리카
	<i>Rhynchophorus ferrugineus</i> , 인도 빨간 대추 야자나무 바구미	아시아
	<i>Rhynchophorus palmarum</i> , 아메리카 야자나무 바구미	아메리카
	<i>Augosoma centaurus</i> , 풍뎅이	아프리카
	<i>Apriona germari</i> , 뽕나무 하늘소	아시아
	<i>Oryctes rhinoceros</i> , 코코넛 코뿔소 딱정벌레	여러 대륙
나비목	<i>Agrius convolvuli</i> , 박각시나방	짐바브웨, 남아프리카
	<i>Anaphe panda</i> , 야생 누에나방	아프리카
	<i>Gynanisa maja</i> , 황제 나방	아프리카

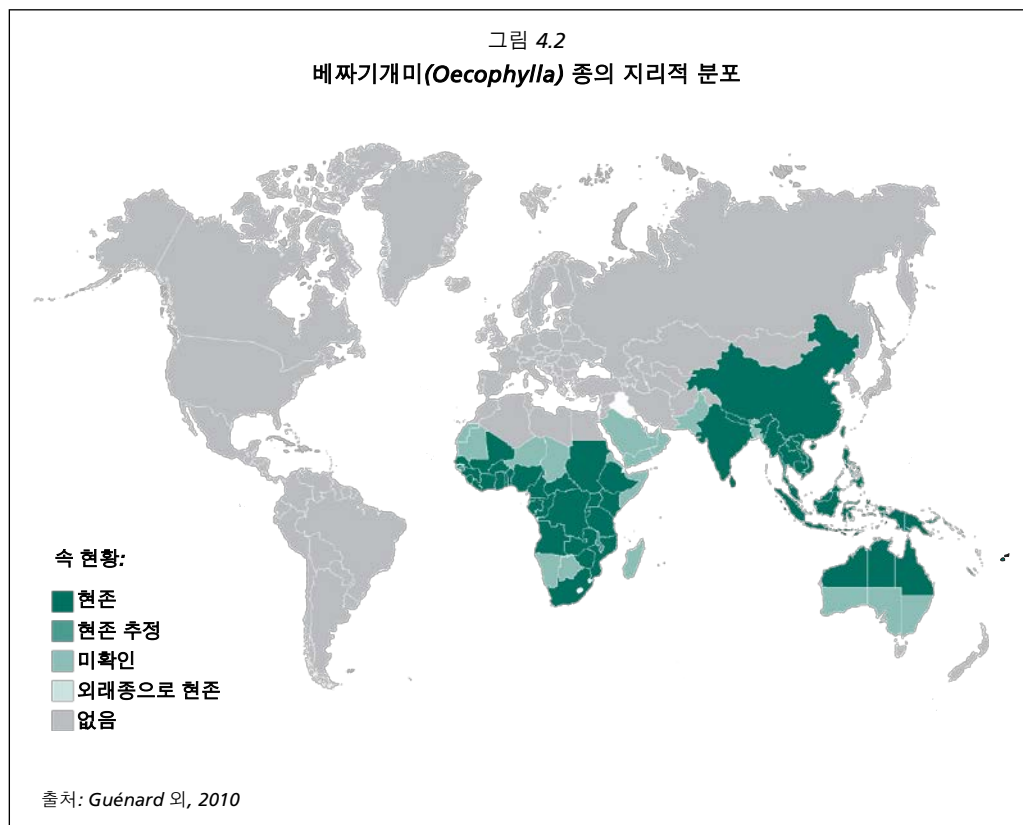
출처: Cerritos, 2009

생태적으로 건전한 다른 병해충 관리 시스템으로는 *Oecophylla* 속의 베짜기개미를 예로 들 수 있다. 이 공격적인 잡식성 포식자는 여러 중요한 상용 수종에 대한 매우 효율적인 생물 방제 역할을 수행한다(*Peng, Christian* 및 *Gibb, 2004*). *Offenberg* 및 *Wiwatwitaya(2009b)*에 따르면 베짜기개미(*Oecophylla smaragdina*)가 태국 및 라오스와 같은 국가에서 육종이 대중화되어 있는 것(*Yhoun-Aree* 및 *Viwatpanich, 2005*; *Sribandit* 외, 2008)을 고려하면 음식으로도 활용될 수 있고, 망고 재배에 있어서는 생물 방제 역할로 사용할 수 있는 잠재력이 높았다.

#### 4.5.1 사례 연구: 베짜기개미(*Oecophylla* spp.)

아시아 베짜기개미(*Oecophylla smaragdina*)는 중국, 인도, 인도네시아, 라오스, 미얀마, 파푸아뉴기니, 필리핀 및 태국에서 식용된다(*DeFoliart, 2002*; *Yhoun-Aree* 및 *Viwatpanich, 2005*; *Sribandit* 외, 2008). 아프리카 자매종 *O. longinoda*는 콩고에서 식용되며(*DeFoliart, 2002*), 카메룬에서는 일개미를 주재료로 소스를 만든다(*A. Dejean, 개인적 서신, 2012*). 아시아 베짜기개미 *O. smaragdina*는 인도에서 호주 사이에 걸쳐 분포하고 있지만 초록나무 개미 *O. longinoda*는 열대 아프리카에만 있다. 베짜기개미라고 하는 이유는 유충이 분비하는 견사로 생나무 잎을 묶어("짜서") 동지를 만들기 때문이다. 개미 군락 하나는 수많은 동지로 구성되고, 나무 여러 그루를 점유하는 경우가 많다(*Lokkers, 1990*).

일반적으로 유충 및 번데기("개미알"), 특히 미수정 여왕개미가 될 큰 유충이 식용으로 사용된다. 성충(일개미, 미수정 여왕개미 및 수개미)은 덜 선호되지만 양념으로 사용된다. 라오스에서는 신맛을 살릴 때 일개미를 생선국에 넣는다. 여러 서양 국가에서 레몬을 사용하는 것과 비교할 수 있다(J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012). 또한 중국과 인도(Chen 및 Akre, 1994; Oudhia, 2002)뿐 아니라 호주 북부의 호주 원주민(Yen, 2005)은 베짜기개미를 전통 약제로도 사용한다. 인도네시아에서는 유충과 번데기를 명금류의 사료와 낚시 미끼로 사용한다(Césard, 2004a). 아시아 베짜기개미는 호주 북쪽지역(Northern Territory)의 망고 과수원에서 망고 멸구(*Idioscopus nitidulus*)의 생물 방제 역할로 사용되었다(Peng 및 Christian, 2005)(그림 4.2 참조).



베짜기개미는 텃세가 아주 강하며(Hölldobler, 1983) 캐슈, 카카오, 코코넛, 망고, 차 나무 및 유칼립투스 나무를 비롯한 숙주 나무에서 사는 여러 곤충류를 잡아먹는다(Peng 외, 2004). 서기 304년 중국에서는 이 개미가 감귤 나무의 병해충을 방지하기 위해 사용되었다. 이러한 생물 방제 방법으로 처리된 과일의 품질과 수확량이 기존 살충제 살포를 통해 얻는 것보다 더 우수했다(Van Mele, 2008). 베짜기개미는 성공적인 병해충 관리의 완벽한 사례다.

### 생계

태국과 라오스에서 채집 철은 2월과 4월 사이에 절정이며 대개 미수정 여왕개미가 될 유충 및 번데기의 가용도에 따라 결정된다(Sribandit 외, 2008; J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012). 개미 굴이 발견되는 지역은 누구나 접근할 수 있는 곳으로 여겨지고 있다(Césard, 2004b; J. Offenberger, 개인적 서신, 2010; J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012). 유충 및 번데기 채집은 대개 여성이 수행하며, 많은 농촌 인구의 현금 수입원이자 귀중한 영양 공급원이기도 하다. 신선한 유충 및 번데기는 100 g당 7 g의 단백질과

79.2 kcal의 에너지를 제공한다(Yhoung-Aree, Puwastien 및 Attig, 1997). Sribandit 등 (2008)은 태국의 일반 가정의 개미 채집 철에 유충과 번데기를 49 kg 소비하며, 개미 채집이 연간 수입의 30%를 차지(노동 고용 면에서는 20% 미만 점유)한다고 추산했다. 따라서 이러한 노력은 여러 가계의 생계를 위해 중요하다. 그러나 Césard(2004b)는 보존 기술 부족 및 관련된 가격 하락으로 인해 상업화에 제약이 따른다고 했다.

### 채집 방법

여왕개미 유충 및 번데기(개미알)는 태국의 도시와 농촌에서 인기 있는 음식이며(Yhoung-aree, 2010), 농촌에서 집중적으로 채집된다(Sribandit 외, 2008). 한쪽 끝에 바구니, 자루 또는 망이 달린 긴 대나무 막대기를 굴에 넣어 굴 안쪽의 "알"을 잡는 방법으로 채집한다(Césard, 2004b; Sribandit 외, 2008; J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012). 여기에서는 "알"이 과잉 채집되지 않는 것으로 보이는데, 이는 개체군이 빨리 재생되기 때문일 가능성이 가장 크다. 그 외에도 채집자가 고의로 하나의 굴에서 유충과 번데기를 모두 채집하지 않거나, 최초 여왕개미의 굴은 일반적으로 채집하지 않거나(예: 라오스에서는 이러한 굴은 대개 아주 작으므로 알 채집량이 작을 걸 예상하고 무시함), 전통 관례로 철에 따라 다른 산림 패치를 돌아가며 채집하거나, 일개미의 극히 일부만 잡는(Césard, 2004b; Sribandit 외, 2008; Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012) 등의 여러 이유가 있을 수 있다. 그러지만, 대부분의 NWFP와 마찬가지로 경제 인센티브가 늘면(이미 일부 지역에서 발생하고 있음) 채집자 수가 늘게 되고 채집 부담도 커질 것이므로 주의를 기울여야 한다. 태국 채집자들은 이미 가용도 감소를 보고하고 있다. 여기에 대한 원인이 채집 방법, 채집 부담 또는 산림 손실 중 어디에 있는지 확실하지 않다. 더욱이 채집자 사이에 경쟁이 심해져 전통적인 교대 시스템을 지속하기가 어려워지면 더 파괴적인 도구와 방법을 채택하게 될 수 있다(Sribandit 외, 2008). 일일 수입을 보완할 대안이 있는 경우 개미알 채집이 줄어든다고 확인된 것은 긍정적이다(J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012).

베짜기개미(*Oecophylla spp.*)는 해충을 방제하는 데 유용할 수 있지만, 공격적인 일개미는 특히 과일과 같은 생산물을 채집할 때 골칫거리인 경우가 많다. 태국에서 이루어진 최근 연구에서는 베짜기개미를 생물 방제 방법으로 이용하면서도 군집 생존에 중요하지 않은 여왕개미 유충과 번데기를 채집하는 방법을 제안했다. 개미알 채집 철의 정점에는 생산되는 일개미의 유충과 번데기 수가 적은 것으로 보이며(Offenberg 및 Wiwatwitaya, 2009a), 태국에서는 이를 채집하지 않는 경우가 많다. 알이 채집된 개미 굴에서는 곧 일개미 밀도가 더 높아지므로 생물 방제 능력은 최소로 유지되거나 증가된다. 과일 수확량과 품질을 높이면서, 해충(즉, 베짜기 여왕개미 유충과 번데기)을 관리하기 쉽고 이용 가능한 단백질 식품으로 전환하는 새로운 농업 시스템을 확립할 수 있다(Offenberg 및 Wiwatwitaya, 2009b). 태국의 한 연구에서 Offenberg(2011)는 아시아 베짜기개미를 상업용으로 사육할 수 있는 아주 유망한 곤충으로 간주하였다.

## 5. 식량 및 사료용 곤충 사육의 환경적 기회

까다로운 소비자가 증가하는 세계 인구를 먹여 살리려면 식량 생산량을 늘려야 한다. 따라서 토지, 바다, 비료, 물, 에너지 등 부족한 자원에 대한 압력이 심해질 수 밖에 없다. 농업 생산이 현재 형태로 유지되는 경우 온실가스 배출 증가뿐 아니라 산림 파괴와 환경 악화가 계속될 것이다. 이러한 환경 문제, 특히 가축 사육과 관련된 문제에 시급히 주의를 기울여야 한다.

가축과 어류는 대다수 국가에서 중요한 단백질원이다. *FAO(2006)*에 따르면 가축 생산이 전체 농지 이용의 70%를 차지한다고 한다. 2000년과 2050년 사이에 전 세계 축산물 수요가 두 배 이상(2억 2천 9백만 톤 → 4억 6천 5백만 톤) 늘어날 것으로 예상되는 가운데, 이 수요를 충족하려면 혁신적인 솔루션이 필요하다. 마찬가지로 어류 생산과 소비도 지난 50년간 급증했다. 결과적으로, 수산 양식 부문이 호황을 이루어 현재 세계 어류 생산의 거의 50%를 차지한다. 이 부문의 지속 가능한 성장은 주로 육생 및 수생 식물 기반 단백질을 사료로 공급할 수 있느냐에 달려 있다. 증가하는 육류 제품 수요를 충족하고 어분과 어유를 대체할 수 있는 곤충의 가능성은 엄청나다고 할 수 있다.

대규모 가축 및 어류 생산 시설은 생산성이 높기 때문에 단기간에는 경제적 측면에서 실용적이지만, 여기에 필요한 시설은 엄청난 환경 문제를 발생시킨다(*Tilman 외, 2002; Fiala, 2008*). 예를 들어 가축과 어류의 분뇨는 지표수와 지하수를 영양소, 독소(중금속) 및 병원균으로 오염시킨다(*Tilman 외, 2002; Thorne, 2007*). 분뇨를 보관하고 뿌릴 때 많은 양의 암모니아가 배출되기 때문에 생태계에 산성화 영향을 미칠 수 있다. 또한 가축 생산이 늘면 사료와 경작지가 추가로 필요하므로 산림 파괴의 원인이 될 수 있다. 아마존이 좋은 예인데, 이전에 숲으로 뒤덮였던 땅의 70%가 이제 목초지가 되었고, 사료 곡식이 나머지 대부분을 차지하고 있다(*Steinfeld 외, 2006*).

2010년에 *Sachs(2010)*는 인류로 인한 기후 변화의 주된 원인이 농업이라고 보고, 전 세계적으로 더 건강하고 지속 가능한 식사를 기반으로 한 음식 소비 양식과 새로운 농업 기술이 필요하다고 주장했다. 미래에 인류를 먹이려면 인공 고기, 해조류, 콩류, 버섯류, 곤충과 같은 대체 단백질을 개발해야 한다.

곤충 섭취에는 다음과 같은 여러 이점이 있다.

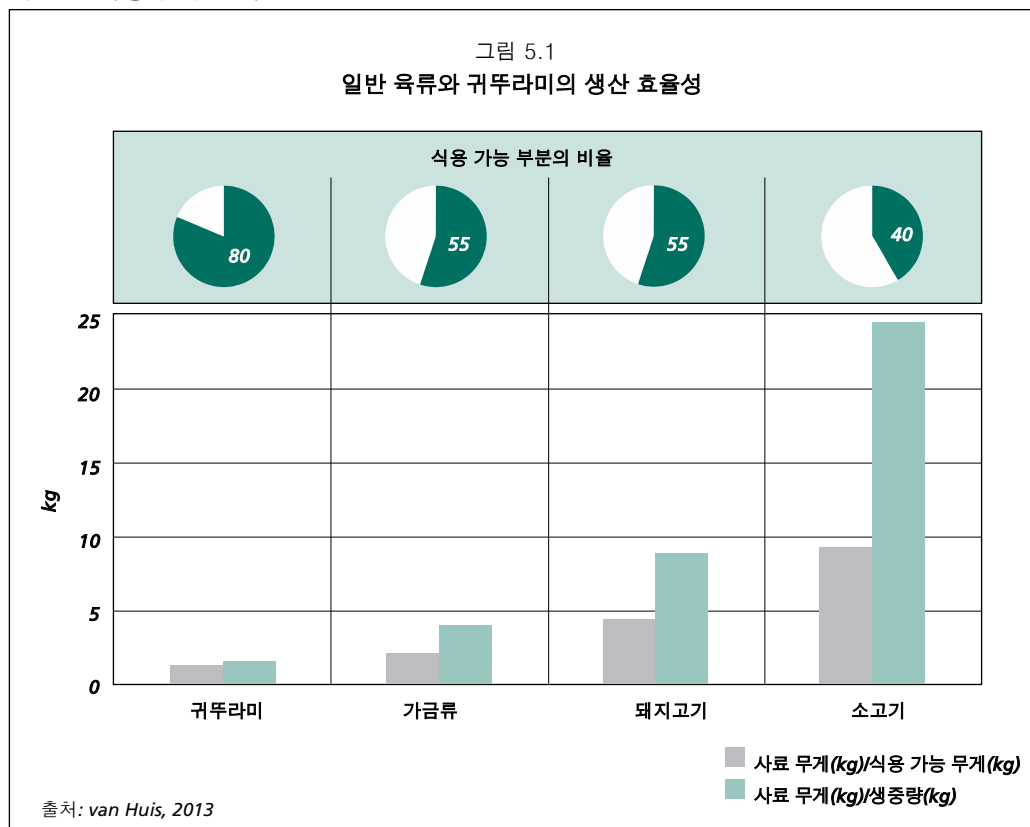
- 곤충은 사료 효율(동물이 사료 질량을 신체 질량으로 전환할 수 있는 능력, 체중 증가량(kg) 당 사료 질량(kg)으로 나타냄)이 높다.
- 곤충은 유기 사이드 스트림으로 사육할 수 있으므로, 환경 오염을 줄이고 폐기물의 가치를 늘린다.
- 곤충은 GHG 및 암모니아를 비교적 적게 배출한다.
- 곤충 사육에 필요한 물의 양은 소 사육에 비해 매우 적다.
- 곤충이 어느 정도로 고통을 느끼는지는 알려진 바가 거의 없지만 곤충은 동물 복지 문제를 일으킬 소지가 적다.
- 곤충은 동물원성 감염을 일으킬 위험이 낮다.

이러한 이점에도 불구하고 많은 서구 국가에서는 여전히 소비자의 수용 여부가 곤충을 실용적인 단백질원으로 채택하는 데 가장 큰 장벽 중 하나다. 하지만, 역사적으로도 볼 수 있듯이 식생활 양식은 빠르게 변화하며 세계화된 환경에서는 특히 그러하다. 낱생선이 초밥이라는 형태로 빠르게 수용된 것이 좋은 예이다.

그러나 기존 육류 부분을 식용 곤충으로 대체하면 더 이상 자연에서 무제한 채집하는 일은 사라질 것이다. 야생 개체군에 막대한 압력을 주게 되기 때문이다. 영세 규모 수준 이든 대규모 산업 단위이든 식용 곤충 생산을 사육 형태로 전환해야 할 것이다.

### 5.1 사료 전환

고기 수요가 늘면 곡류 및 단백질 사료도 더 필요하게 된다. 동일한 양의 동물 단백질을 얻으려면 훨씬 더 많은 식물 단백질이 필요하기 때문이다. *Pimentel(2003)*의 계산에 따르면 고품질 동물 단백질 1 kg을 얻으려면 가축에게 식물 단백질을 약 6 kg 먹여야 한다. 고기에 필요한 사료 효율(몸무게 1 kg을 늘리기 위해 필요한 사료 양)은 가축 종류와 사용하는 생산 방법에 따라 매우 다양하다. 일반적으로 미국의 일반 생산 시스템에서 생체 무게 1 kg을 늘리기 위해 필요한 사료 양은 닭고기 2.5 kg, 돼지고기 5 kg, 소고기 10 kg 이다(*Smil, 2002*). 이에 비해 곤충은 사료가 훨씬 적게 든다. 예를 들어 귀뚜라미 생체 1 kg을 생산하려면 사료 1.7 kg이 필요하다(*Collavo 외, 2005*). 이를 식용 가능한 무게(대개 몸 중 일부는 먹을 수 없음)에 적용하면 곤충 섭취의 이점이 훨씬 커진다(*van Huis, 2013*). *Nakagaki* 및 *DeFoliart(1991)*의 추산에 따르면 식용 가능하고 소화하기 쉬운 부분이 귀뚜라미는 최대 80%인데 비해 닭과 돼지는 55%, 소는 40%였다. 즉, 귀뚜라미는 고기에 필요한 사료 요구율이 닭보다 2배, 돼지보다 4배 이상, 소보다 12배 이상 뛰어나다(그림 5.1 참조). 이는 곤충이 냉혈동물이라 체온을 유지하는데 사료가 필요하지 않기 때문일 가능성이 크다.

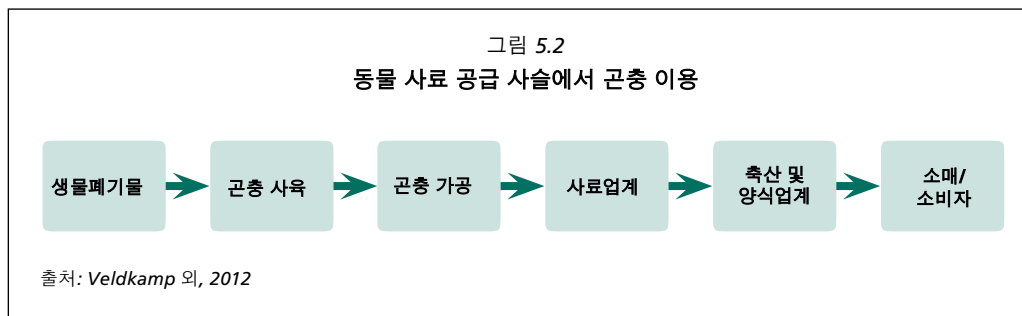


### 5.2 유기 사이드 스트림

곤충이 대체 동물 단백질원으로서 가지는 장점은 유기 사이드 스트림(예: 분뇨, 돼지 슬러리 및 퇴비)을 통해 지속 가능한 방법으로 사육할 수 있다는 점이다. 곤충의 유기 사이드 스트림 이용은 생물 폐기물로 곤충을 사육하는 것으로 시작된다. 곤충을 처리하여

특정 가축에게 먹인(그림 5.2) 다음 이 가축의 고기를 소비자에게 판매한다(Veldkamp 외, 2012)(8장 참조).

동애등에(*Hermetica illucens*), 보통 집파리(*Musca domestica*), 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)와 같은 곤충류는 유기성 폐기물을 매우 효율적으로 생물전환한다. 이 때문에 이러한 종들은 더 많은 관심을 받고 있는데, 연간 통틀어 13억 톤의 생물 폐기물을 전환할 수 있다고 한다(Veldkamp 외, 2012). 귀뚜라미와 같은 다른 곤충류를 곤충 농장에서 키우면서 닭 사료와 같은 고품질 사료를 먹이는 경우가 있는데, 이 사료를 유기 사이드 스트림으로 대체하면 곤충 양식의 수익성을 높일 수 있다(Offenberg, 2011). 그러나 현재로서는 식품 및 사료 관련 법률 때문에 허용되지 않는다(14장 참조).



농업 및 임업 폐기물을 사료로 재활용하면 유기성 오염을 크게 줄일 수 있다. DeFoliart(1989)에 따르면 "사실상 셀룰로오스를 비롯한 모든 유기성 물질이 하나 이상의 곤충류의 먹이가 되므로, 성공적인 재활용 시스템이 개발되는 것은 시간 문제일 것이다." 식용 곤충을 유기성 폐기물로 사육할 수 있을 지에 대해서는 여전히 논의 중이다. 병원균과 오염 물질의 위험이 아직 알려지지 않았기 때문이다(글 상자 5.1).<sup>10</sup>

#### 글 상자 5.1 *Ecodiptera* 프로젝트

2004년, 유럽 전역에서 생산되는 엄청난 양의 돼지 분뇨를 더 효율적으로 활용하기 위해 유럽 프로그램 LIFE에서 공동으로 후원하는 *Ecodiptera* 프로젝트가 시작되었다. 비료의 과잉 이용은 질산화, 토양과 물에 대한 영양소 과잉 농축, 온실가스 등 일련의 환경 문제와 밀접하게 연관된다. 또한 분뇨 이용은 환경 내에서뿐만 아니라 인간과 동물 사이에서도 병원균이 확산되는 결과로 이어질 수 있다. 이 프로젝트에서는 파리 유충을 이용하여 분뇨를 비료와 단백질로 변환했다. 슬로바키아에서는 기존 닭 분뇨용 기술을 바꾸어 파리 유충으로 돼지 슬러리를 생분해하는 파일릿 플랜트를 개발했다. 또한 파리 군집 유지 및 최적의 조건 식별에 적합한 방법이 개발되었다. 이 프로젝트에서는 번데기 단계에 도달한 파리를 수산양식에서 단백질 사료로 사용할 수 있음이 확인되었다.

이 프로젝트의 목표는 다음과 같다.

- 새로운 돼지 분뇨 관리 방법(파리목(구더기) 이용)의 기술 및 경제적 타당성 입증
- 지역 사회의 수용을 늘리기 위해 환경 및 사회 문제 사이의 균형 확보

계속

<sup>10</sup> 이 주제에 대한 자세한 내용은 Wageningen University Livestock Research에서 제작한 2012년 보고서, *Insects as a Sustainable Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets – A Feasibility Study*를 참조하기 바란다.

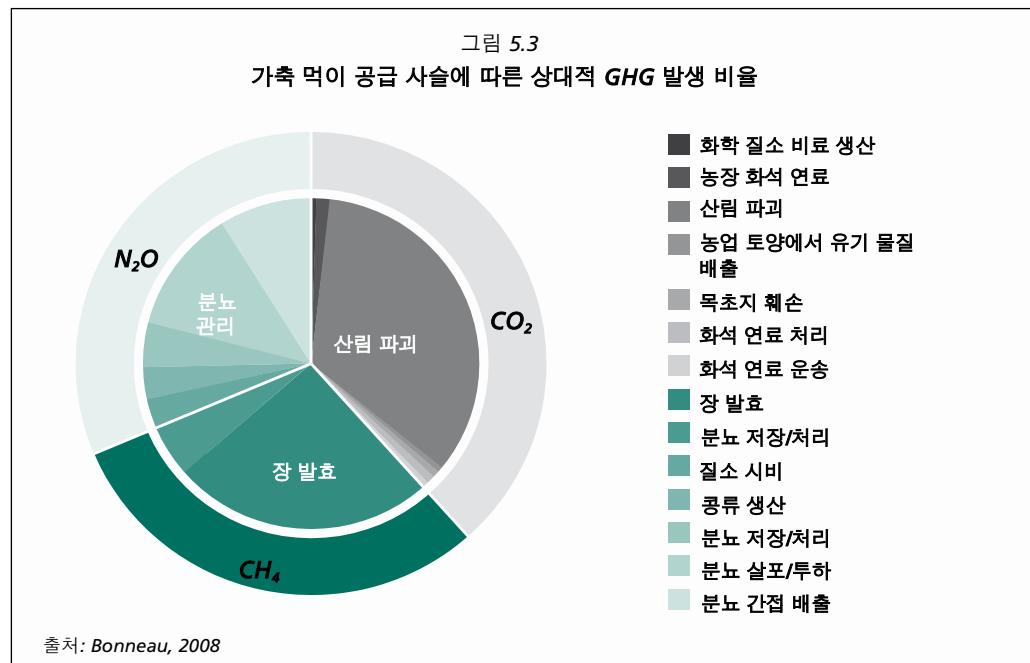


글 상자 5.1 계속

- 현재 돼지 분뇨를 바로 유기 비료로 사용하는 방법은 아질산염 함량이 많아 바람직하지 않으므로 점진적으로 중단하도록 장려
- 생분해 가능한 잔존 폐기물인, 번데기 및 파리와 같은 부산물을 다른 프로세스(예: 가축 사료 및 식물 수분(화분매개))에 적용하여 폐기물을 생산하지 않는 순환 과정 입증
- 새로운 현지 법률 모델 도입
- 돼지 분뇨에서 자연적으로 생기는 파리 유충은 이전에는 환경 문제로 간주되었으나 환경 친화적 관리 기술을 사용하면 분해 잠재력을 크게 발휘한다는 것을 입증한 것은 골칫거리였던 파리가 돼지 분뇨 폐기물 문제에 대한 지속 가능한 솔루션을 제공한 경우라고 할 수 있다.

출처: European Commission, 2008

### 5.3 온실가스와 암모니아 배출



가축 사육으로 인해 발생하는 온실가스( $\text{CO}_2$  환산가)는 전체 배출량의 18%에 해당하며, 이는 운송 분야보다 높은 비율이다(Steinfeld 외, 2006). 메탄( $\text{CH}_4$ ) 및 이산화질소( $\text{N}_2\text{O}$ )는  $\text{CO}_2$ 보다 GWP(지구온난화지수)가 크다.  $\text{CO}_2$ 의 GWP 값이 1이라면  $\text{CH}_4$ 는 GWP가 23이고,  $\text{N}_2\text{O}$ 는 GWP가 289이다(IPCC, 2007)(표 5.1).

표 5.1

축산업계가 온실가스 배출에 미치는 영향

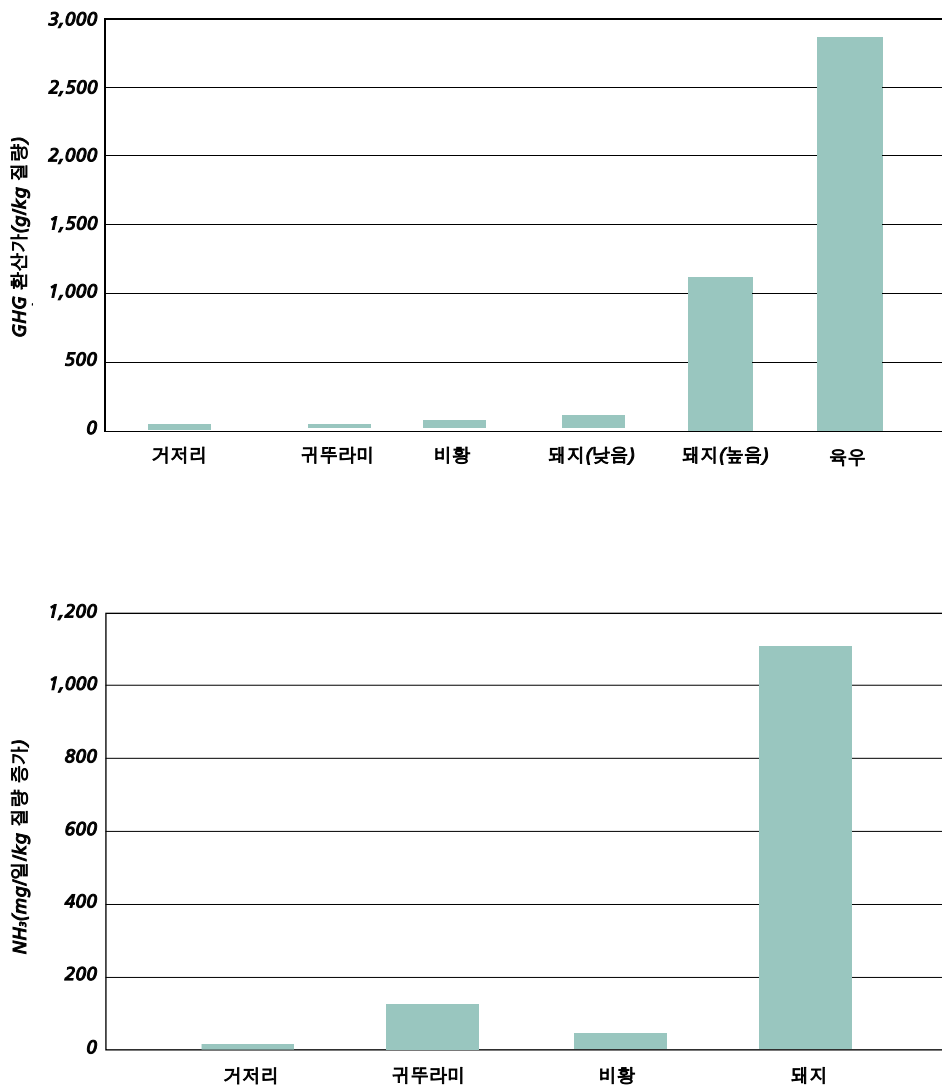
	이산화탄소( $\text{CO}_2$ )	메탄( $\text{CH}_4$ )	이산화질소( $\text{N}_2\text{O}$ )
전 세계 배출량 비율	9	35 ~ 40	65
배출원	사료 곡물용 비료 생산, 농장 에너지 소비, 사료 운송, 축산물 처리, 가축 운송, 토지 이용 변경	반추동물의 장내 발효 및 가축 분뇨	농장 분뇨

참고: 이 표는 축산업계가 온실가스 배출량에 미치는 영향의 정도와 원인을 보여 준다. Fiala(2008)에 따르면 소고기 1 kg으로 인한 배출량은  $\text{CO}_2$  14.8 kg에 해당하며, 돼지와 닭의 배출량은 더 낮아 각각 3.8 kg과 1.1 kg이다.

출처: Steinfeld 외, 2006

곤충류 중에 바퀴벌레, 흰개미 및 풍뎡이만  $CH_4$ 를 발생시키며(Hackstein 및 Stumm, 1994), 이는 *Methanobacteriaceae*과의 후장(後腸) 세균성 발효 때문이다(Egert 외, 2003). 서구 지역에서 식용 가능하다고 간주되는 거저리 유충, 귀뚜라미, 비황 등은 GHG 배출량이 돼지 및 소에 비해 낮다(100배 정도 낮음)(Oonincx 외, 2010)(그림 5.4). 축산 폐기물(분뇨)도 환경 오염(암모니아 등)을 유발하여 질산화와 토양 산성화를 초래할 수 있다(Aarnink 외, 1995). 또한 거저리 유충, 귀뚜라미, 비황은 그림 5.4와 같이 돼지에 비해 암모니아 배출량도 적다(약 10배 차이)(Oonincx 외, 2010). 본 결과는 실험실에서 소규모 실험을 통해 얻은 것이므로 대규모 돼지고기 및 소고기 생산과 비교하는 경우 주의하기 바란다.

그림 5.4  
세 가지 곤충류, 돼지 및 육우의 kg당 온실가스 및 암모니아 생산량



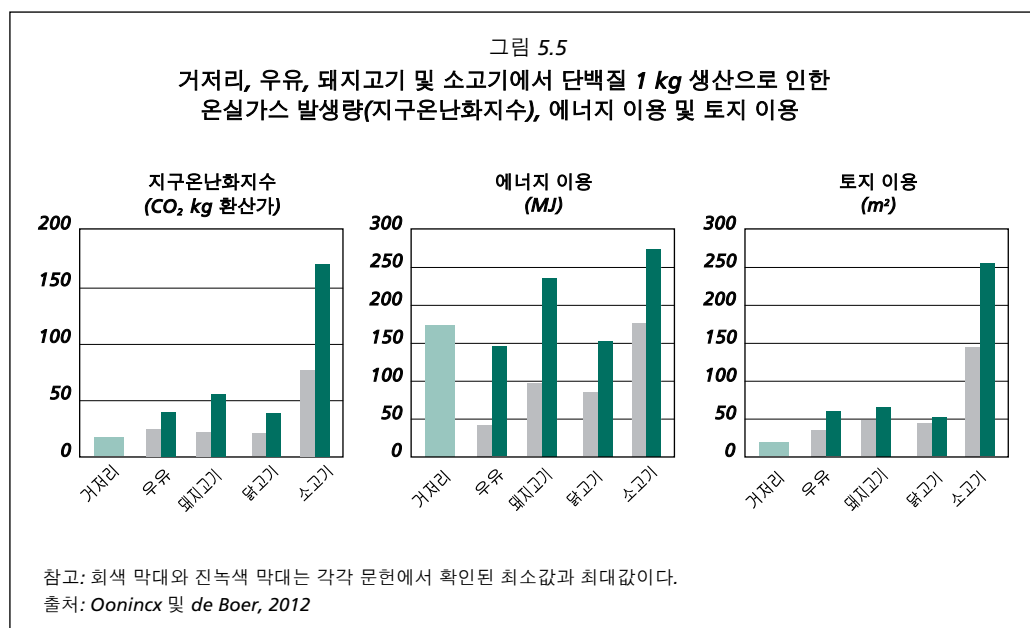
출처: Oonincx 외, 2010

## 5.4 물 이용

물은 토지 생산성의 핵심적인 결정인자다. 이미 세계 곳곳에서 물 부족으로 농업 산출이 제한되는 사례가 증가하고 있다. 2025년쯤에는 18억명의 사람들이 물이 절대적으로 부족한 국가나 지역에서 살게 되고 세계 인구의 2/3가 물 부족의 압박에 시달릴 것으로 추산된다(FAO, 2012b). 전 세계 물 공급 수요가 늘면 생물다양성, 식량 생산 및 인간에게 꼭 필요한 기타 사항이 위협을 받는다. 농업은 전 세계 담수의 70%를 소비한다(Pimentel 외, 2004). Chapagain 및 Hoekstra(2003)의 추산에 따르면 동물 단백질 1 kg을 생산하려면 곡류 단백질 1 kg을 생산할 때보다 물이 5 ~ 20배 더 필요하다고 한다. 사료 및 곡류 생산에 필요한 물을 환산할 경우 이 수치는 100배에 가까워진다(Pimentel 및 Pimentel, 2003). Chapagain 및 Hoekstra (2003)는 이 개념을 가상수(Virtual Water)로 설명했다. 이들 저자에 따르면 닭고기 1 kg 생산에 2,300리터의 가상수가 필요하고 돼지고기 1 kg에는 3,500리터, 소고기 1 kg에는 22,000 ~ 43,000리터로 추정된다(Pimentel 외, 2004). 동일한 중량의 식용 곤충을 기르는 데 필요한 물의 양에 대한 예상치는 연구된 바 없지만 상당히 낮아질 수 있다. 예를 들어 거저리는 소보다 가뭄에 더 잘 견딘다(물이 충분할 때 거저리의 발육 효율은 6.1절에 설명되어 있음).

## 5.5 생애 분석

생애 평가는 대상 생애의 모든 단계와 연관된 환경 영향을 평가하는 기술이지만, 식용 곤충 중 거저리만 이 방법으로 평가되었다. Oonincx 및 de Boer(2012)는 거저리 생산망 전체에서 온실가스 발생량(GWP), 에너지 이용 및 토지 이용 영역을 수량화하고 거저리 단백질 1 kg 생산에 필요한 에너지 사용량이 소고기보다 낮고 돼지고기와 유사하며 닭고기와 우유보다 약간 높다는 것을 확인했다. 거저리 생산으로 인한 온실가스 배출량은 일반 가축보다 훨씬 낮았다(그림 5.5). 일정량의 거저리 단백질 생산에 토지 1헥타르가 필요하다고 할 때 비슷한 양의 우유 단백질 생산에는 2.5헥타르, 비슷한 양의 돼지고기나 닭고기 생산에는 2 ~ 3.5헥타르, 비슷한 양의 소고기 단백질 생산에는 10헥타르가 필요하다. 따라서 이 연구에 따르면 거저리가 우유, 닭고기, 돼지고기 및 소고기보다 환경 친화적인 동물 단백질원이라고 볼 수 있다.



## 5.6 동물 복지

집중 사육되는 가축과 관련하여 *Brambell(1965)*은 축산업계가 달성해야 하는 기준으로 배고픔, 목마름, 불편, 고통, 부상, 질병, 공포 및 괴로움이 없고 정상 행동을 표출할 수 있는 자유를 들었다. 배고픔 및 목마름과 관련해서는 특히 동종포식을 방지하기 위해 영양소가 풍부한 음식을 충분히 제공하는 것이다. 불편함이 없고 자연스러운 행동을 표출할 수 있는 자유라는 기준은 과밀 및 사육 밀도에 대한 허용 수준과 관련이 있다. 집중적으로 사육되는 여러 포유류처럼 곤충도 대개 협소한 공간에서 사육된다. 동물 복지를 보장하기 위해서는 사육 곤충에게 적당한 공간을 제공해야 한다. 이 공간은 해당 곤충이 자연 상태에서 동종(같은 종의 다른 생물)과 맺는 상호작용의 수준에 따라 다르다. 예를 들어 가두어 기르는 메뚜기는 항상 군서 습성이 있으며 자연히 높은 밀도로 발생한다. 거저리도 무리를 이루는 경향이 있다. 사육 시설은 폐사를 최소화하고 생산성을 늘리기 위한 최적 조건을 유지해야 한다. 곤충이 고통과 불편함을 어느 정도 경험하는지에 대해서는 알려진 바가 거의 없지만(*Erens 외, 2012*), 초파리(*Drosophila melanogaster*)를 모델 생물로 사용하여 수행된 몇몇 연구가 있다. *Neely 등(2011)*은 통각수용("손상을 줄 수 있는 유해 자극에 대한 감각 인지"로 정의됨)에 대해 관찰한 결과 통각수용 유전자가 포유류와 동일함을 확인하고 적어도 일부 곤충에서는 통각수용이 일어난다고 추정했다. 그러나 이것이 반사 작용인지 고등 신경계와 관련되어 있는지는 확실하지 않다. 곤충이 고통을 경험할 수 있는 인지 능력이 있다는 증거는 부족하지만 두족강과 같은 일부 무척추동물은 인지 능력이 발달한 것으로 보인다(*Crook 및 Walters, 2011*). *Eisemann 등(1984)*은 곤충이 고통을 느낀다는 결정적인 증거가 모아질 때까지는 예방 차원에서 곤충에게 유리하게 해석해야 한다고 했다. 곤충을 잡을 때 고통을 더는 방법으로는 냉동 또는 분쇄와 같은 순간적인 기술 등이 있다.

## 5.7 동물원성 감염의 위험

집중적인 고밀도 축산은 여러 중요한 위생 문제의 시발점이며 항미생물 저항성을 일으키는 것으로 알려져 있다. 질병은 높은 사망률 또는 도축 정책으로 인해 대규모 가축 손실의 원인이 되고 있다. 이러한 질병 중 일부는 동물을 매개로 감염된다(예: *H5N1*, 조류인플루엔자, 구제역, 광우병 및 *Q*열).

동물원성감염증(*zoonosis*)은 야생동물 또는 가축이 자연에서 인간에게 옮거나 옮기는 감염 또는 전염이다. 최근 축산 증가와 기후 변화로 인해 동물원성 질병이 심각하게 증가한 듯하다. 근년에는 중증급성호흡기증후군(*SARS*) 및 신종 인플루엔자 *A(H5N1* 및 *H7N7*)가 발생하여 범유행 가능성에 대한 전 세계 우려를 불러 일으켰다. 과거의 여러 동물원성감염증은 한정된 인구 내에만 머물렀지만, 세계화 시대에 이르러 이러한 질병의 범유행 가능성이 증가하고 있다. 이 같은 사례는 브라질 마나우스의 피부 동물원성 리슈만편모충증, 아프리카 및 아라비아의 에볼라, 원두 및 리프트게곡열, 중동의 크리미아 콩고 출혈열, 유럽 및 기타 지역의 광우병(*BSE*), 캐나다와 미국의 웨스트나일열, 오스트랄라시아의 파라믹소바이러스 등 세계 곳곳에서 발견할 수 있다. 이는 가축과 야생 동물을 포함하여 다양한 동물이 바이러스, 세균 또는 기생충 등 병원균의 보유자 역할을 한다는 것을 보여준다(*Meslin 및 Formenty, 2004*).

축산업계는 전염병을 전달하는 병원균으로 인해 생산, 처리, 판매 환경에 대한 압력을 받고 있다. 종합하면 이에 따라 먹이 사슬의 숙주 접촉률, 집단 크기 및 미생물 전염 흐름이 달라지는 것이다. 식용 및 사료용 곤충의 경우 인간에게 질병을 전달할 위험이 있는지 확인하기 위한 테스트가 충분히 이루어지지 않았다. 집중적인 곤충 사육 시설도 축산에서와 동일한 압력을 받을 것이며 현재로서는 이러한 곤충이 유해한 신생 병원균의 원인이 될 수 있는지 여부는 완전히 파악되지 않았다. 처음에는 동물을 숙주로 하지만 인간을 숙주로 삼을 수 있는 병원균에 특히 주의를 기울여야 한다. 잘 알려진 몇몇 질병(예: *HIV* 관련 질병)은 이 방식으로 도입되었다.

병원균은 1차로 병원균이 새 숙주 개체군에 맞게 적응되고 2차로 숙주 개체군 내에서 확산되면서 전달된다. 병원균의 새 숙주 적응도는 두 종 간의 유전자 차이와 병원균 자체의 특성에 따라 달라진다(Slingenbergh 외, 2004).

곤충은 기존 가축보다 분류학상으로 인간과 훨씬 차이가 크므로 동물원성 감염 위험이 낮을 것으로 예상된다. 그렇기는 하지만 곤충은 인간 대변에서 발견되는 위장 연충 알을 비롯해 의학적으로 의미가 있는 병원균의 매개체가 될 수 있다. 부주의한 폐기물 이용, 비위생적인 곤충 취급, 취약한 생물안전으로 인한 사육 곤충과 농장 외부 곤충 간의 직접 접촉 등은 동물원성 감염(인간과 동물 사이의 질병 전달) 위험의 증가 요인이 될 수 있다. 이 분야에 대해서는 추가적인 연구가 필요하며, 안전 문제와 위생적인 곤충 취급에 대해서는 10장에서 논의한다.

### 5.8 하나의 건강(One Health) 개념

FAO, 세계보건기구(WHO) 및 세계동물보건기구에서는 하나의 건강(One Health)을 "여러 학문 분야가 사람, 동물 및 환경에 대한 최적의 건강 상태를 달성하기 위해 지역, 국가 및 세계적으로 기울이는 공동 노력"으로 정의한다. 하나의 건강은 인간, 동물 및 환경 건강 간의 상호 작용으로 야기되는 위협을 관리하는 것을 의미한다. 건강에 대한 이러한 관점에서는 동물-인간-환경 건강 융합 간의 긴밀한 관련성과 상호 연결성을 인정한다. 이러한 건강 접근방식은 생물안전 접근 방식과 결합된다. "생물안전은 인간, 동물 및 식물 생태와 관련된 위험과 환경 관련 위험을 분석하고 관리하기 위한 전략적 통합 접근방식이다(WHO/FAO, 2010)." 곤충 소비와 곤충을 사료로 이용하는 일은 추가 연구가 필요한 하지만 하나의 건강 개념을 응용하기에 적합한 영역으로 판단된다.

## 6. 식용 곤충의 영양학적 가치

### 6.1 영양 성분

식용 곤충의 영양학적 가치는 매우 다양한데, 특히 종이 다양하기 때문에 그러하다. 심지어 동일한 식용 곤충 종 내에서도 곤충(특히 개미, 꿀벌, 딱정벌레 등과 같은 완전 변태 종(*holometabolous* 종이라고도 함))의 변태 시기 및 서식지와 식습관에 따라 가치가 다를 수 있다. 대부분의 음식처럼 섭취 전 적용된 준비 및 가공 방법(예: 건조, 삶기, 튀기기)도 영양소 구성에 영향을 준다. 몇몇 산발적 연구에서 식용 곤충의 영양학적 가치를 분석하였지만, 위에서 언급한 곤충 간 편차와 성분 분석에 사용된 다양한 방법 때문에 결과가 항상 비슷하지는 않다. 또한 흔히 섭취되는 곳에서 곤충은 현지 음식의 일부에 불과하다. 예를 들어, 특정 아프리카 지역에서 곤충은 단백질 섭취의 5 ~ 10%를 차지한다(Ayieko 및 Oriaro, 2008). 그럼에도 불구하고, 곤충은 영양학적 가치 때문에 인간에게 매우 중요한 식량원이다. 현재 곤충의 영양학적 가치에 대한 자료를 정리하려는 시도가 이루어지고 있다(글 상자 6.1).

이 장에서는 사람이 섭취하는 곤충의 영양학적 측면을 살펴보고, 8장에서는 곤충의 동물 영양 관련 내용을 다룬다. 곤충의 주요 성분은 단백질, 지방 및 섬유질이며, 이 장에서 영양 가치는 식이 에너지, 단백질, 지방산, 섬유질, 식이 미네랄 및 비타민으로 표시된다.

#### 글 상자 6.1

##### 생물다양성을 위한 FAO/INFOODS의 식품 성분 데이터베이스

1984년에 설립된 INFOODS(International Network of Food Data Systems)는 식품 분석 데이터의 품질과 전 세계 가용성을 향상하기 위한 노력을 독려 및 조정하고 세계 곳곳의 모든 사람이 적절하고 신뢰할 수 있는 식품 성분 데이터를 얻을 수 있도록 보장하는 것을 목표로 한다. INFOODS 및 FAO는 생물다양성을 촉진하기 위해 여러 수준(예: 변종, 재배종 및 품종)에서 식품 성분 및 섭취에 대한 데이터와 야생 및 활용도 낮은 식품에 대한 데이터를 수집하고 있다. 출판되거나 출판되지 않은 문헌의 분석 데이터로 구성된 INFOODS의 생물다양성을 위한 식품 성분 데이터베이스의 첫 번째 버전은 2010년 12월 15일에 론칭되었고, 지금은 특정 식용 곤충의 영양학적 가치를 포함하고 있다. 여기에 포함되는 영양 가치는 생체 중량의 식용 부분 100 g을 기준으로 표시해야 한다(FAO, 2012f).

Rumpold 및 Schlüter(2013)는 236가지 식용 곤충에 대한 영양 성분을 정리해서 문헌으로 출간했다(고형물 함량 기준). 상당한 차이가 있기는 했지만, 대부분의 식용 곤충이 충분한 양의 에너지와 단백질을 제공하고, 인간의 아미노산 요구 사항을 충족하며, 단일 불포화 및 고도불포화 지방산이 높고, 구리, 철, 마그네슘, 망간, 인, 셀레늄, 아연 뿐만 아니라 리보플라빈, 판토텐산, 비오틴, 일부 경우에는 엽산 등과 같은 미량 영양소가 풍부한 것으로 나타났다.

### 6.1.1 식이 에너지

Ramos Elorduy 등(1997)은 멕시코 와하카 주에서 78종의 곤충을 분석하고 열량 함량이 고형물 100 g당 293 ~ 762 kcal인 것으로 확인했다. 예를 들어, 이주 비황(*Locusta migratoria*)의 총 에너지(일반적으로 대사 에너지보다 높음)는 곤충의 먹이에 따라 100 g 생체 중량당 598 ~ 816 kJ(고형물 함량 기준으로 재계산)이었다(Oonincx 및 van der Poel, 2011). 표 6.1에는 전 세계 야생 및 양식 곤충 중 일부의 에너지 값(생체 중량 100 g당 kcal)이 나와 있다.

표 6.1

지역별로 다르게 가공된 곤충 종의 에너지 함량 예

위치	통칭	학명	에너지 함량 (kcal/100 g 생체 중량)
호주	호주 전염성 비황, 미가공	<i>Chortoicetes terminifera</i>	499
호주	푸른 베짜기개미, 미가공	<i>Oecophylla smaragdina</i>	1 272
캐나다, 퀘벡	붉은 다리 메뚜기, 전체, 미가공	<i>Melanoplus femurrubrum</i>	160
미국, 일리노이	갈색거저리, 유충, 미가공	<i>Tenebrio molitor</i>	206
미국, 일리노이	갈색거저리, 성충, 미가공	<i>Tenebrio molitor</i>	138
코트디부아르	흰개미, 성충, 급습, 건조, 가루	<i>Macrotermes subhyalinus</i>	535
멕시코, 베라쿠르스 주	가위 개미, 성충, 미가공	<i>Atta mexicana</i>	404
멕시코, 이달고 주	꿀개미, 성충, 미가공	<i>Myrmecocystus melliger</i>	116
태국	쌍별귀뚜라미, 미가공	<i>Gryllus bimaculatus</i>	120
태국	물장군, 미가공	<i>Lethocerus indicus</i>	165
태국	벼메뚜기, 미가공	<i>Oxya japonica</i>	149
태국	메뚜기, 미가공	<i>Cyrtacanthacris tatarica</i>	89
태국	양식 누에, 번데기, 미가공	<i>Bombyx mori</i>	94
네덜란드	이주 비황, 성충, 미가공	<i>Locusta migratoria</i>	179

출처: FAO, 2012f

### 6.1.2 단백질

글 상자 6.2에는 단백질과 각종 아미노산 및 단백질 품질에 대한 일반 정보가 나와 있다.

#### 글 상자 6.2 단백질 및 아미노산("식품화학")

단백질은 아미노산으로 구성된 유기 화합물이다. 단백질은 식품 영양의 중요 요소일 뿐 아니라 식품의 물리적 및 감각적 특성에도 영향을 준다. 영양가는 단백질 함량, 단백질 품질 및 단백질 소화율이라는 여러 인자에 따라 달라진다. 단백질 함량은 모든 식품에서 매우 다양하다. 단백질 품질은 포함된 아미노산 종류(필수 또는 비필수)와 인간의 요구에 부합되는 품질인자의 여부에 따라 결정된다. 단백질 소화율은 식품에 있는 아미노산의 소화율을 나타낸다.

아미노산은 적절히 성장, 발달 및 유지하기 위해 인체 신진대사를 통해 모든 단백질을 생합성하는 데 필요한 구성 단위이다.

필수아미노산은 몸에서 합성할 수 없어 음식을 통해 얻어야 하기 때문에 없어서는 안 된다. 페닐알라닌, 발린, 트레오닌, 트립토판, 이소류신, 메티오닌, 류신 및 라이신의 여덟 가지 아미노산이 필수로 분류된다.



Xiaoming 등(2010)은 여러 곤충 목의 100가지 종에 대한 단백질 함량을 평가했다. 표 6.2에서는 단백질 함량이 고형물 함량의 13 ~ 77% 범위이고, 곤충 목 내외 간에 큰 차이가 있었음을 보여준다.

표 6.2

곤충 목별 조단백질 함량

곤충 목	단계	범위(단백질 %)
딱정벌레목	성충 및 유충	23 ~ 66
나비목	번데기 및 유충	14 ~ 68
노린재목	성충 및 유충	42 ~ 74
매미목	성충, 유충 및 알	45 ~ 57
벌목	성충, 번데기, 유충 및 알	13 ~ 77
잠자리목	성충 및 수서약충	46 ~ 65
메뚜기목	성충 및 약충	23 ~ 65

출처: Xiaoming 외, 2010

Bukkens(1997)에 따르면 모파인 애벌레는 건조된 상태일 때보다 기름을 쓰지 않고 볶았을 때 단백질 함량이 더 낮았다(각각 48%와 57%). 또한 흰개미도 미가공 흰개미의 단백질 함량은 생중량의 20%였고, 튀긴 경우와 훈제한 경우 각각 32%와 37%(수분 함량 변화로 인한 차이)였다. 곤충은 단백질 함량이 높으므로 곤충을 섭취하면 동물 단백질을 포함하여 식사의 질이 향상될 수 있다.

표 6.3

곤충, 파충류, 어류, 포유류의 평균 단백질 함량 비교

동물	종 및 일반 이름	식용 가능한 제품	단백질 함량 분류 (g/100 g 생중량)
곤충 (미가공)	비황 및 메뚜기: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia differens</i>	유충	14 ~ 18
	비황 및 메뚜기: <i>Locusta migratoria</i> , <i>Acridium melanorhodon</i> , <i>Ruspolia differens</i>	성충	13 ~ 28
	<i>Sphenarium purpurascens</i> (차폴리네 - 멕시코)	성충	35 ~ 48
	누에( <i>Bombyx mori</i> )	애벌레	10 ~ 17
	야자벌레 딱정벌레: <i>Rhynchophorus palmarum</i> , <i>R. phoenicis</i> , <i>Callipogon barbatus</i>	유충	7 ~ 36
	갈색거저리( <i>Tenebrio molitor</i> )	유충	14 ~ 25
	귀뚜라미	성충	8 ~ 25
	흰개미	성충	13 ~ 28
소		소고기(미가공)	19 ~ 26
파충류 (요리)	거북이: <i>Chelodina rugosa</i> , <i>Chelonia depressa</i>	고기	25 ~ 27
		내장	18
		간	11
		심장	17 ~ 23
		간	12 ~ 27
어류 (미가공)	물고기	틸라피아	16 ~ 19
		고등어	16 ~ 28
		메기	17 ~ 28
	갑각류	바닷가재	17 ~ 19
		참새우(말레이시아)	16 ~ 19
	연체동물	새우	13 ~ 27
		갑오징어, 오징어	15 ~ 18

출처: FAO, 2012f

곤충의 단백질 함량도 종에 따라 확연히 차이가 난다. 표 6.3에 나와 있듯이 일부 곤충은 포유류, 파충류, 어류보다 뛰어나다.

또한 단백질 함량은 사료(예: 채소, 곡물 또는 폐기물)에 따라서도 달라진다. 나이지리아에서 필수 지방산이 많이 함유된 겨를 먹이는 메뚜기의 단백질 함량이 옥수수를 먹인 메뚜기의 거의 두 배에 달한다. 곤충의 단백질 함량은 변태 단계에 따라서도 달라진다(Ademolu 외, 2010). 일반적으로 성충이 유충보다 단백질 함량이 높다(표 6.4).

표 6.4

얼룩 메뚜기의 후속 변태 단계에 따른 곤충 단백질의 차이, 얼룩 메뚜기(*Zonocerus variegatus*), 나이지리아, 오군 주

곤충 단계	단백질(g)/100 g 생중량
령:	
1령	18.3
2령	14.4
3령	16.8
4령	15.5
5령	14.6
6령	16.1
성충	21.4

출처: Ademolu, Idowu 및 olatunde, 2010

멕시코에서 평가된 78종의 단백질 함량은 고형물 함량의 15 ~ 81% 범위였고 단백질 소화율은 76 ~ 98% 범위였다(Ramos Elorduy 외, 1997). 모파인 애벌레(Headings 및 Rahnema, 2002) 및 쌍별귀뚜라미 *Gryllus testaceus*(Wang 외, 2004)와 같은 단일 종에 대한 비교 연구도 수행되었다. Bukkens(2005)는 누에나방과(모파인 애벌레가 속함) 17개 애벌레 종의 단백질 함량을 분석하고 단백질 함량이 고형물 함량의 52 ~ 80% 범위임을 확인했다.

### 6.1.3 아미노산

전 세계에서 주식인 곡류의 단백질은 아미노산 중 대개 라이신 함량이 적으며, 어떤 경우에 트립토판(예: 옥수수)과 트레오닌이 부족하다. 일부 곤충류에는 이러한 아미노산이 아주 충분하다(Bukkens, 2005). 예를 들어 누에나방과의 여러 애벌레, 야자 바구미 유충 및 수생 곤충은 라이신의 아미노산가가 조단백질 100 g당 아미노산 100 mg보다 높다. 그러나 식용 곤충을 이용해 식단을 보완하려면 기존 식단을 전체적으로 살펴보고, 특히 주식의 영양가와 지역에서 얻을 수 있는 식용 곤충의 영양가를 비교해 보아야 한다. 예를 들어 콩고에서는 라이신이 풍부한 애벌레로 라이신이 부족한 단백질을 지닌 주식을 보충한다. 마찬가지로 파푸아뉴기니 사람은 라이신과 류신이 부족한 덩이줄기를 먹지만 야자 바구미 유충을 먹어 이 영양 차이를 보충한다. 덩이줄기는 야자 바구미에 부족한 트립토판과 방향족 아미노산을 공급한다(Bukkens, 2005). 옥수수가 주식인 앙골라, 케냐, 나이지리아, 짐바브웨 등의 아프리카 국가에서는 간간히 트립토판 및 라이신 결핍이 널리 일어나는데, 이때에는 이미 기존 식단의 일부로 수용된 *Macrotermes bellicosus*(Angola, 앙골라)와 같은 흰개미 종으로 식단을 보완하는 것이 영양 보충면에서 비교적 쉬운 방법일 수 있다. 그러나 흰개미 종이 모두 적합한 것은 아니다. 예를 들어 *Macrotermes subhyalinus*에는 이러한 아미노산이 풍부하지 않다(Sogbesan 및 Ugwumba, 2008).

#### 6.1.4 지방 함량

지방은 음식의 다량영양소 중 에너지 밀도가 가장 높다. 지방은 글리세롤 분자 하나와 지방산 3개로 분자가 구성된 트리글리셀리드로 구성된다. 글 상자 6.3에는 포화, 불포화 및 필수 지방산에 대한 정보가 나와 있다.

##### 글 상자 6.3 지방산

**포화 지방산.** 일반적으로 포화 지방산은 불포화 지방산보다 녹는점이 높고 상온에서 고체이다. 종종 축산물과 열대 기름(예: 야자기름 및 코코넛기름)에서 발견된다.

**불포화 지방산.** 단일불포화 지방산과 고도불포화 지방산으로 구성되며 일반적으로 상온에서 액체이다. 불포화 지방은 하나 이상의 이중 결합으로 구성되며 대사 중 약간 적은 에너지를 생산한다. 대부분 식물성 기름, 견과류 및 해산물에 있다. 불포화 지방산은 포화 지방보다 건강에 더 좋은 것으로 간주된다.

**필수 지방산.** 이 지방산은 인체에서 합성할 수 없으므로, 음식을 통해 섭취해야 한다. 일부 오메가-3 지방산(예: 알파 리놀렌산) 및 일부 오메가-6 지방산(예: 리놀레산)이 포함된다.

지방 함량이 높은 식용 곤충(고형물 함량의 38%)의 예는 호주의 꿀벌레큰나방 애벌레이다(글 상자 6.4). 이 애벌레에는 오메가-9 단일불포화 지방산인 올레산이 매우 풍부하다(Naughton, Odea 및 Sinclair, 1986).

##### 글 상자 6.4 꿀벌레큰나방 애벌레

꿀벌레큰나방(Witchetty 또는 Witjuti) 애벌레는 나무를 먹으며 호주에서 발견되는 여러 나방(굴벌레나방과 및 박쥐나방과)과 딱정벌레(하늘소과)의 큰 흰색 유충을 말한다. 그러나 대개 이 이름은 지하 60 cm에서 볼 수 있고 유칼립투스(*Eucalyptus camaldulensis*)의 뿌리를 먹고 사는 굴벌레나방(*Xyleutes* 종) 유충을 일컫는다. 이 애벌레는 사막의 가장 중요한 곤충 음식이며 호주 원주민 여성과 아동의 주식이었다. 호주 원주민들은 날로 먹거나 뜨거운 재로 살짝 익혀 먹을 수 있는 이 애벌레를 고단백질, 고지방 식품으로 찾는다. 익히지 않은 생 꿀벌레큰나방 애벌레는 맛이 아몬드와 비슷하며, 익히면 껍질이 구운 닭고기처럼 바삭하게 되고 안쪽이 연노랑게 변한다.

식용 곤충은 중요한 지방 공급원이다. Womeni 등(2009)은 여러 곤충에서 추출한 기름의 내용물과 성분을 조사했다(표 6.5 참조). 여기에는 고도불포화 지방산이 풍부하고 필수 지방산인 리놀레산과 알파 리놀렌산이 포함된 경우가 많다. 이 두 필수 지방산은 영양적 중요성이 잘 알려져 있으며, 주로 아동과 유아의 건강한 발육을 위한 필수 성분으로 잘 알려져 있다(Michaelsen 외, 2009). 최근 이러한 오메가-3 및 오메가-6 지방산 섭취가 부족해질 수 있다는 것에 대한 관심이 커지고 있는 가운데, 특히 육지로 둘러싸여 어류 식량원을 접할 기회가 적은 개발 도상국에서 곤충은 현지 식단에 이러한 필수 지방산을 공급하는 중요한 역할을 할 수 있다(N. Roos, 개인적 서신, 2012). 곤충 지방산의 성분은 어떤 식물을 먹는지의 영향을 받는 것으로 보인다(Bukkens, 2005). 불포화 지방산이 있으면 가공 중 곤충 식품의 산화 속도가 높아져 빠르게 산패된다.

표 6.5

카메룬에서 소비되는 여러 식용 곤충의 지방 함량과 임의로 선택된 지방산

식용 곤충류	지방 함량 (고형물 함량의 %)	주요 지방산 성분 (기름 함량의 %)	SFA, UFA 또는 PUFA1
아프리카 야자 바구미 ( <i>Rhynchophorus phoenicis</i> )	54%	팔미톨레산(38%) 리놀레산(45%)	MUFA PUFA
식용 메뚜기 ( <i>Ruspolia differens</i> )	67%	팔미톨레산(28%) 리놀레산(46%) 알파 리놀렌산(16%)	MUFA PUFA PUFA
얼룩 메뚜기 ( <i>Zonocerus variegates</i> )	9%	팔미톨레산(24%) 올레산(11%) 리놀레산(21%) 알파 리놀렌산(15%) 감마 리놀렌산(23%)	MUFA MUFA PUFA PUFA PUFA
흰개미 ( <i>Macrotermes</i> 종)	49%	팔미트산(30%) 올레산(48%) 스테아르 산(9 %)	SFA MUFA SFA
산누에나방 애벌레 ( <i>Imbrasia</i> 종)	24%	팔미트산(8%) 올레산(9%) 리놀레산(7%) 알파 리놀렌산(38%)	SFA MUFA PUFA PUFA

참고: 1SFA - 포화 지방산, MUFA 및 PUFA - 단일 및 고도 불포화 지방산

출처: Womeni 외, 2009

### 6.1.5 미량영양소

미네랄과 비타민을 포함하는 미량영양소는 식품의 영양가에서 중요한 역할을 한다. 개발도상국에서 흔한 미량영양소 결핍증은 건강을 크게 해쳐 성장, 면역 기능, 심신 발달, 생식력 저하의 원인이 될 수 있으며, 영양 보충으로는 이러한 손상을 되돌리지 못할 수도 있다(FAO, 2011c). 곤충의 변태 단계와 먹이에 따라 영양가가 크게 달라지므로, 곤충류의 미량영양소 함량에 대한 포괄적인 설명은 별로 가치가 없다. 더욱이 문헌에 설명된 식용 곤충의 미네랄 및 비타민 함량은 종과 목에 따라 크게 차이가 난다. 곤충 몸 전체를 먹으면 일반적으로 영양분을 더 섭취하게 된다. 예를 들어 소형 어류에 대한 한 연구에서는 모든 조식을 포함하여 전체를 먹을 경우 살코기만 먹을 때보다 미네랄과 비타민 공급량이 더 높다고 했다. 마찬가지로 곤충을 통째로 먹으면 개별 부위를 먹을 때보다 미량영양소가 더 많이 공급될 것으로 예상된다(N. Roos, 개인적 서신, 2012).

### 6.1.6 미네랄

미네랄은 생물학적 과정에서 중요한 역할을 한다. 일반적으로 영양권장량(RDA)와 적정 섭취 수준을 이용하여 미네랄의 권장 일일 섭취량을 정량화한다. 표 6.6에서는 25세 남성에게 대한 미네랄의 RDA와 모파인 애벌레가 제공하는 미네랄을 비교한다. 표에서 여러 식용 곤충과 마찬가지로 모파인 애벌레가 우수한 철분 공급원임을 확실히 알 수 있다. 식용 곤충은 대부분 소고기보다 철분 함량이 동일하거나 높다(Bukkens, 2005). 소고기의 철분 함량이 고형물 함량 100 g당 6 mg인데, 모파인 애벌레의 철분 함량은 100 g당 31 ~ 77 mg이다. 메뚜기(*Locusta migratoria*)의 철분 함량은 먹이에 따라 고형물 함량 100 g당 8 ~ 20 mg이다(Oonincx 외, 2010).

식용 곤충이 풍부한 철분 공급원이라는 점은 틀림 없으며 개발 도상국에서 매일 식사에 곤충을 포함할 경우 철분 영양 상태가 개선되고 빈혈 예방에 도움이 될 수 있다. WHO에서는 철분 결핍을 세계에서 가장 흔하고 광범위한 영양 장애로 지정하고 있다. 개발 도상국에서는 임산부 50%, 미취학 아동 40%가 빈혈이 있는 것으로 추정된다. 이로 인해 임신 경과가 나빠지거나, 신체 및 인지 발달이 저하되거나, 아동이 병에 걸리는 위험이 증가하거나, 성인의 작업 생산성이 떨어지는 등 건강에 악영향이 발생할 수 있다. 빈혈은 예방 가능한 질병이지만 전체 임산부 사망 원인 중 20%를 차지하기도 한다. 여러 곤충류의 철분 함량이 높은 점을 고려하면 더 많은 곤충류에 대해 추가적인 평가가 필요하다(FAO/WHO, 2001b).

아연 결핍은 또 하나의 중요한 공중 보건 문제로, 아동과 임산부 건강에 특히 중요하다. 아연 결핍은 성장 지체, 성(性) 성숙 및 골성숙 지연, 피부 병변, 설사, 탈모, 식욕 저하 및 면역 체계 결함을 통한 간접 감염 감수성 증가를 초래할 수 있다(FAO/WHO, 2001b). 일반적으로 곤충은 대부분 우수한 아연 공급원인 것으로 보인다. 소고기는 평균적으로 고형물 함량 100 g당 12.5 mg인데, 야자 바구미 유충(*Rhynchophorus phoenicis*)에는 100 g당 26.5 mg이 함유되어 있다(Bukkens, 2005).

표 6.6

일일 필수 미네랄 권장 섭취량과 모파인 애벌레(*Imbrasia belina*) 함량 비교

미네랄	25세 남성에게 대한 권장 섭취량(mg/일)*	모파인 애벌레 (고형물 함량 100 g당 mg)
칼륨	4,700	1,032
염화물	2,300	-
나트륨	1,500	1,024
칼슘	1,000	174
인	700	543
마그네슘	400	160
아연	11	14
철분	8	31
망간	2.3	3.95
구리	0.9	0.91
요오드	0.15	-
셀레늄	0.055	-
몰리브덴	0.045	-

참고: \* DRI(영양 섭취 기준): 영양권장량 및 적정 섭취 수준, 미네랄,  
Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies

출처: Bukkens, 2005

### 6.1.7 비타민

대부분의 식용 곤충에는 대사 과정을 활발하게 하고 면역 체계 기능을 향상시키는 데 필요한 비타민이 포함되어 있다. Bukkens(2005)에 따르면 모든 곤충은 티아민(비타민 B1이라고도 함, 기본적으로 탄수화물을 에너지로 바꾸는 대사작용의 조효소로 사용되는 필수 비타민)이 고형물 함량 100 g당 0.1 ~ 4 mg이 존재한다. 리보플라빈(비타민 B2라고도 함, 물질 대사 기능)은 100 mg당 0.11 ~ 8.9 mg이 검출되었다. 이에 비해 통밀 빵은 100 g당 B1 및 B2를 각각 0.16 mg 및 0.19 mg 제공한다. 비타민 B12는 동물성 식품에서만 발견되며 거저리 유충 *Tenebrio molitor*(100 g당 0.47 µg)와 집 귀뚜라미 *Acheta domesticus*(성충 100 g당 5.4 µg 및 약충 100 g당 8.7 µg)에 충분하다. 그렇지만 많은 곤충류가 비타민 B12 함량이 아주 낮으므로 비타민 B가 풍부한 식용 곤충을 찾기 위한 더 많은 연구가 필요하다(Bukkens, 2005; Finke, 2002).

레티놀 및 베타카로틴(비타민 A)은 *Imbrasia(=Nudaurelia) oyemensis*, *I. truncata* 및 *I. epimethea*와 같은 일부 애벌레에서 발견되었으며, 레티놀과 베타카로틴 함량은 각각 고형물 100 g당 32 ~ 48  $\mu\text{g}$  및 6.8 ~ 8.2  $\mu\text{g}$  범위였다. 갈색거저리 유충, 슈퍼거저리, 집 귀뚜라미의 경우에는 100 g당 레티놀이 20  $\mu\text{g}$  미만, 베타카로틴은 100 g당 100  $\mu\text{g}$  미만의 함량 수치를 보였다(Finke, 2002; Bukkens, 2005; Oonincx 및 Poel, 2011). 일반적으로 곤충은 이상적인 비타민 A 공급원은 아니다(D. Oonincx, 개인적 서신, 2012). 비타민 E의 경우, 야자 바구미 유충에서는 100 g당 알파 토코페롤과 베타+감마 토코페롤 함유량이 각각 35 mg과 9 mg(일일 권장 섭취량 15 mg)에 달한다(Bukkens, 2005). 동결 건조 누에 가루(*Bombyx mori*)의 비타민 E 함량도 비교적 높아서 100 g당 9.65 mg이다(Tong, Yiu 및 Liu, 2011).

### 6.1.8 섬유질 함량

곤충은 조섬유, 산성세제불용성 섬유 및 중성세제불용성 섬유로 측정되는 섬유질을 다량 함유하고 있다. 곤충에 있는 섬유질의 가장 일반적 형태는 외골격에서 나오는 불용성 섬유인 키틴질이다. 곤충 섬유질 함량에 대한 상당한 양의 데이터가 있긴 하지만, 다양한 방법을 통해 얻은 것이어서 비교하기가 쉽지 않다(H. Klunder, 개인적 서신, 2012). Finke(2007)는 식용 동물 사료로 판매하기 위해 사육된 곤충류의 키틴질 함량을 추정했는데, 생중량 kg당 2.7 ~ 49.8 mg 및 고형물 함량 kg당 11.6 ~ 137.2 mg 범위로 확인되었다.

곤충 외골격의 주성분인 키틴질은 포도당의 유도체인 N-아세틸글루코사민의 긴사슬 중합체이다. 키틴질은 식물에 있는 다당류 셀룰로오스와 많이 유사한데, 사람의 위액에서도 키틴질 분해 효소가 발견되었지만 대체로 인체는 소화할 수 없다고 알려져 있다(Paoletti 외, 2007). 또한 키틴질은 기생충 감염과 일부 알레르기 증세를 방지하는 것과 관련되어 있다. 이탈리아인 사이에서 수행된 위의 연구에서는 사례 중 20%에서 키틴질 분해 효소 활동이 결여된 것으로 나타났다. 곤충을 자주 소비하는 열대 국가에서는 키틴질 분해 효소 활동이 더 우세하고, 서구 국가에서는 음식에 키틴질이 부족하여 키틴질 분해 효소 활동률이 낮을 수 있다. 키틴질이 식이 섬유소처럼 작용한다는 일부 주장도 있다(Muzzarelli 외, 2001). 이는 식용 곤충, 특히 외골격이 단단한 종의 섬유질 함량이 높음을 의미할 수 있다(Bukkens, 2005).

## 6.2 소고기와 곤충 비교: 거저리 사례

Finke(2002)는 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)를 비롯한 여러 곤충류의 영양가를 분석했다. 딱정벌레 유충은 서구 국가에서 대량 사육을 위한 유망한 종으로 언급되고 있는데, 이 종이 온대 기후의 재래종이고, 대규모로 양식하기 쉬우며, 수명이 짧고, 이미 양식 기술이 알려져 있기 때문(특히 애완동물 사료 업계)이다. Finke(2002)는 먼저 곤충을 24시간 동안 굶겨 창자를 비운 후 연구를 시작했으며, 다음과 같은 결론을 도출했다(수분과 열량을 제외한 고형물 중량 기준).

- **다량영양소의 성분.** 소고기의 지방 함량이 거저리 유충보다 높다. 소고기가 거저리보다 수분 함량이 약간 낮고 단백질과 대사 에너지는 아주 조금 높다.
- **아미노산.** 소고기가 거저리에 비해 글루타민산, 라이신 및 메티오닌이 높고 이소류신, 류신, 발린, 타이로신 및 알라닌이 낮다.
- **지방산:** 소고기가 거저리보다 팔미톨레산, 팔미트산, 스테아르산을 더 많이 함유하고 있지만, 필수 리놀레산은 거저리에 훨씬 많았다. Howard와 Stanley-Samuelson(1990)은 성충 *T. molitor*의 인지질 지방산 성분을 분석하고 이러한 지방산의 80% 이상이 팔미트산, 스테아르산, 올레산 및 리놀레산으로 구성되어 있음을 확인했다. Finke(2002)는 동일한 지방산이 *T. molitor* 유충에 많이 있음을 확인했다. 고도불포화 지방산은 대부분 인지질임을 확인했다(Howard 및 Stanley-Samuelson, 1990).

- **미네랄.** 거저리는 소고기와 비슷한 분량의 구리, 나트륨, 칼륨, 철분, 아연 및 셀레늄을 함유하고 있다.
- **비타민.** 거저리가 일반적으로 소고기보다 비타민 함량이 높다(*B12* 제외).

표 6.7

선택한 *Tenebrio molitor*와 소고기에 대해 수분 함량을 제외한 고형물 함량의 비율로 대략적인 평균치 분석

	<i>T. molitor</i> <sup>1</sup>	소고기
수분(생중량 중 %)	61.9	52.3
단백질	49.1	55.0
지방	35.2	41.0
대사 에너지(kcal/kg)	2056	2820

참고:<sup>1</sup> 평균 몸무게 0.13 g. 단일 분석을 기준으로 데이터 표시

출처: Finke, 2002 및 D. oonincx의 USDA, 2012

표 6.8

*Tenebrio molitor* 및 소고기의 평균 아미노산 함량(다른 설명이 없는 한 g/고형물 함량 kg으로 표시)

아미노산	<i>T. molitor</i> g/고형물 함량 kg	소고기 g/고형물 함량 kg
<b>필수</b>		
이소류신	24.7	16
류신	52.2	42
라이신	26.8	45
메티오닌	6.3	16
페닐알라닌	17.3	24
트레오닌	20.2	25
트립토판	3.9	-
발린	28.9	20
<b>준필수</b>		
아르기닌	25.5	33
히스티딘	15.5	20
메티오닌 + 시스테인	10.5	22
티로신	36.0	22
<b>비필수</b>		
알라닌	40.4	30
아스파르트산	40.0	52
시스테인	4.2	5.9
글리신	27.3	24
글루타민산	55.4	90
프롤린	34.1	28
세린	25.2	27
타우린(mg/kg)	210	-

출처: Finke, 2002 및 D. oonincx의 USDA, 2012에서 인용

표 6.7, 6.8 및 6.9에 제시된 *T. molitor*의 영양소 함량을 일반화할 수 있는 정도는 제한되어 있는데, 하나의 연구에서 얻은 데이터이고 곤충의 발육과 영양 성분은 곤충의 특정 먹이에 따라 달라지기 때문이다(Davis 및 Sosulski, 1974; Anderson, 2000; Finke, 2002). 예를 들어 *T. molitor* 유충은 식이 탄수화물 농도가 40% 이상이어야만 발



표 6.9

**Tenebrio molitor와 소고기의 고형물 함량 기준 지방산 함량**

지방산	포화	<i>T. molitor</i> <sup>a</sup>	소고기
<b>필수</b>			
리놀레산	오메가-6 고도불포화	91.3	10.2
리놀렌산	오메가-3 고도불포화	3.7	3.9
아라키돈산	오메가-6 고도불포화	-	0.63
<b>비필수</b>			
카프린산	포화	-	1.05
라우린산	포화	< 0.5	1.05
미리스테인산	포화	7.6	13
판타데칸산	포화	< 0.5	-
팔미틴산	포화	60.1	99
팔미토레산	오메가-7 단일불포화	9.2	17
헵타데칸산	포화	< 0.5	-
헵타데센산	오메가-7 단일불포화	0.8	-
스테아르산	포화	10.2	48
올레산	오메가-9 단일불포화	141.5	159
아리킨산	포화	0.8	-
에이코넨산	오메가-9 단일불포화	-	0.63
기타		0.5	-

참고: 하이픈(-)은 사용 가능한 값이 없음을 나타낸다. 부등호가 있는 값은 분석의 검출 한계를 나타낸다. 즉, 함량이 이 한계보다 낮았다. <sup>a</sup> 단일 분석을 기반으로 한 데이터이다.

출처: Finke, 2002 및 D. oonincx의 USDA, 2012

육하고 탄수화물이 70% 포함된 음식을 먹고 자랄 때 최적으로 자란다(Behmer, 2006). 또한 건조 사료로만 기를 때보다 물을 공급할 때 유충 발육이 더 빠르다(Urs 및 Hopkins, 1973a). 또한 수분이 있는 상태로 기른 유충이 더 무겁다. 이러한 무게 차이는 수분 함량이 아니라 지방 함량 차이에서 온다. 곤충을 저가의 유기 폐기물로 기를 수도 있지만, 이 경우 영양가가 영향을 받아 표 6.8 및 6.9에 나온 값이 낮아진다.

### 6.3 식사의 일부로서의 곤충

#### 6.3.1 식이 요법에서 곤충의 역할: 전통 음식

전통 음식이란 지역 사회에서 풍습과 전통을 통해 바람직하고 적절한 식량원으로 수용한 음식을 말한다. 전통 음식은 지역의 주어진 자연 환경 내에서 농경이나 수렵을 통해 확보 가능하며 전 세계 식이 요법에서 중요한 요소이다.

토착민의 식품 체계에서는 지역 식물과 동물을 주재료로 한 다양한 음식과 전통 음식이 건강과 복지를 위해 중요한 역할을 수행한다. 대부분의 경우 가공 식품과 상용 식품이 점차 늘면서 음식의 품질이 떨어지고 있다. 전통 식품 체계를 유지하는 국가, 사회 또는 문화에서는 지역 식품 특산물과 이에 상응하는 다양한 곡류와 가축을 더 잘 보존할 수 있으며, 또한 음식 관련 질병이 널리 퍼질 가능성이 더 낮다(FAO, 2009b).

아프리카, 아시아 및 라틴아메리카 사람들은 곤충을 상식 식사로 즐긴다. 이는 소고기, 생선 및 닭고기와 같은 종래의 고기를 구할 수 없어서 곤충이 꼭 필요한 단백질원이기 때문이기도 하지만 곤충을 중요한 식품으로 보며 별미라고 생각하는 사람도 많기 때문이다.

서구인이 곤충을 소비하도록 설득하는 것만 문제가 되는 것이 아니라 식용 곤충을 먹는 기존 관습이 식이 요법 서구화에 따라 사라지지 않도록 하는 일도 중요하다. 식용 곤충이 전통 음식의 정식 요소를 이룬 국가에서는 서구 음식으로의 전환이 곤충 소비를 실제로 위협한다. 이에 대응하기 위해 전통 식충 관습을 더 대중적인 음식과 결합하려는 노력이 이루어지고 있다. 예를 들어 멕시코에서는 또띠야에 전통적인 단백질원인 갈색거저리를 첨가해 음식의 질을 높이는 일을 흔히 볼 수 있다(Aguilar-Miranda 외, 2002)(글 상자 6.5).

#### 글 상자 6.5

##### **Don Bugito: 창의적이고 전통적인 멕시코의 이동 주방**

Monica Martinez는 36세의 예술가다. 그녀는 예술을 이용해 사람들이 곤충을 실용적인 식량 원으로 고려하도록 설득하기 위해 2011년에 Don Bugito(돈 부기토)를 추진하기 시작했다. Don Bugito는 거리 파티, 페스티벌 및 음식 축제에서 사람과 지구 모두에 이로운 특별한 식용 곤충 요리를 판매하는 길거리 음식 프로젝트다. 스페인 정복 이전과 현대의 멕시코 요리에서 영감을 받은 Don Bugito에서는 Martinez가 주로 활동하는 캘리포니아에서 유기농으로 자연스럽게 기른 식용 곤충을 독창적이면서도 전통적인 방법으로 조리한다. "전통적으로 식용 곤충 요리를 이미 접한 아시아와 라틴아메리카 소수 민족 사회가 크게 자리잡고 있으며 미식 문화가 있는 샌프란시스코를 자연스럽게 시험 무대로 삼게 되었다"고 이 예술가는 말한다. 이 이동 주방에서는 익숙한 멕시코 요리 재료(부드럽고 푸른 옥수수 또띠야, 칠리 및 치즈)와 더불어 스페인 정복 이전 음식에서 볼 수 있는 단백질이 풍부한 곤충을 제공한다. Martinez는 타코 속을 꿀벌부채명나방의 토실토실한 유충, 후추, 민트 실란트로 살사로 채워 대접하고(Campbell, 2011) 구운 귀뚜라미를 추가로 낸 다음, 후식으로 노릇노릇하게 익힌 거저리를 멕시코 바닐라 아이스크림에 얹어 제공한다.

출처: Sweet, 2011

### 6.3.2 전통 음식에서 식용 곤충이 단백질 섭취를 위해 차지한 비중

전 세계 범위에서 식용 곤충이 차지하는 중요도를 예측하기는 어렵다. 소수의 특정 연구에서만 얻을 수 있어 통계와 정보가 부족하다. 그럼에도 불구하고 이러한 연구를 통해 다양한 식품 체계에서 식용 곤충이 차지하는 비중을 파악하고 이 부문을 전 세계적으로 개발할 가능성을 통찰할 수 있다.

토착민 사이에서는 곤충 채집이 식량 확보를 위한 중요한 활동일 수 있다(3장 참조). 토착민의 영양 및 환경 센터(Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment) 및 FAO의 공동 연구에서는 세계 곳곳의 12개 토착 사회<sup>11</sup>에서 다양한 전통 음식이 차지하는 영양과 문화적인 중요도를 평가한 바 있다(표 6.11 참조)(Kuhnlein, Erasmus 및 Spigelski, 2009). 이 연구에서는 콜롬비아의 잉가노(Ingano) 지역사회에서 곤충의 영양적 중요도가 특히 크다는 것을 확인했다. 예를 들어 잉가노 지역사회에서 먹는 왕풍덩이(Mojojoy) 유충은 특히 지방이 풍부하다. 개미과의 개미(Hormigas) 역시 중요한 열량 공급원으로, 일 년 내내 채집할 수 있다. 이 지역사회에서는 곤충의 특성을 다음과 같이 설명한다.

- **개미과의 개미(Hormigas).** 영양가가 높고 아주 인기가 많다. 발육을 향상시키고 면역력을 강화하며 단백질, 비타민 및 미네랄을 제공한다.
- **왕풍덩이(Mojojoy).** 영양가가 높고 발육을 향상시키며 폐질환 치료제로 사용되며 포함된 지방은 폐질환 예방에 도움이 되고 단백질, 비타민 및 미네랄을 제공한다.

<sup>11</sup> 일본(Ainu), 페루(Awajun), 캐나다(Baffin Inuit), 인도(Bhil), 인도(Dalit), 캐나다(Gwich'in), 나이지리아(Igbo), 콜롬비아(Ingano), 태국(Karen), 케냐(Maasai), 캐나다(Nuxalk), 미크로네시아(Pohnpei)

잎과 찌꺼기를 먹는 무척추동물은 여러 아메리칸 인디언 종족에게 중요성에 비해 덜 인정받는 식량원이다. 아마존 강 유역에서는 32개 이상의 아메리칸 인디언 종족이 육생 무척추동물을 식용한다(Paoletti 외, 2000). 무척추동물 소비는 특히, 어류와 사냥감이 부족한 힘든 시기에 상당한 양의 동물 단백질을 제공한다(표 6.10 참조). 예를 들어 사바나 국경 지역(베네수엘라 아마조나스의 *Alcabala Guajibo*에 있음)에 사는 *Guajibo*에서는 곤충, 특히 메뚜기와 야자 바구미(*Rhynchophorus palmarum*)의 유충에 주로 의존하며 우기(6 ~ 8월) 중에는 동물 단백질의 60% 이상을 곤충에서 얻는다. 즉, 아메리칸 인디언은 에너지 흐름이 가장 높으며 가장 크고 재생 가능한 영양의 보고인 우림에서 동물성 식품으로 이 작은 무척추동물을 선택한 것이다. 산림 거주민이 단백질, 지방 및 비타민을 얻기 위해 잎과 찌꺼기를 먹는 무척추동물을 소비한 일을 통해 지속 가능한 동물성 식품 생산에 대한 새로운 관점을 얻을 수 있다.

표 6.10

인구 100명 정도의 *Lapu*(콜롬비아 바우페스의 *Rio Papuri*)의 *Tukanoan* 마을에서 연간 무척추동물 소비

이름	소비된 평균 생중량 (연간 kg)	소비된 총 무척추 동물 수에 대한 비율
<i>Atta</i> 병정개미 및 여왕개미(3종)	100	29.3
<i>Syntermes</i> 병정개미(3종)	133	39.0
애벌레(5종)	96	28.1
말벌과 유충 및 번데기(3종)	2	0.60
부봉침 벌 유충 및 번데기(1종)	1.5	0.44
<i>Rhynchophorus palmarum</i> 유충	6	1.7
나무와 마른 가지에 구멍을 뚫는 딱정벌레 유충(4종) <sup>1</sup>	2.5	0.73

참고: <sup>1</sup> 4종(풍뎅이과, 비단벌레과, 하늘소과, 사슴벌레붙이과)

출처: Paoletti 외, 2000

20세기 중반 콩고 남서부에서 수행된 연구 결과, 건기에는 대형 사냥감, 귀뚜라미, 메뚜기에서 동물 단백질을 얻고 우기에는 대부분 애벌레에서 얻었음을 알아냈다(2장 참조)(Adriaens, 1951). 어류, 설치류, 파충류 및 다양한 곤충 유충은 일 년 내내 섭취되는 것으로 나타났다. 1954년과 1958년 사이에 *Kwango* 지역에서 말린 애벌레의 추정 생산량은 연간 300톤에 가까웠다. 또한 콩고 6개 지방의 일일 식사에서는 곤충이 동물 단백질의 평균 10%(서부 지방에서는 최대 15 ~ 22%), 두 가지 주된 단백질원인 어류와 사냥감이 각각 47%와 30%의 비중을 차지했다(Gomez, Halut 및 Collin, 1961). 최근에는 콩고 남서부에 있는 *Kananga* 시에서 주민 중 28%가 주로 흰개미, 애벌레 및 딱정벌레 유충과 같은 곤충을 먹었으며 매월 평균 2.4 kg의 곤충을 소비한 것으로 확인되었다(Kitsa, 1989). 그러나 일 년 내내 시장에서 구할 수 있는 곤충은 야자 딱정벌레 유충과 병정 흰개미(식용 곤충류의 20%)뿐이었다. 나머지, 특히 애벌레와 날흰개미는 특정 계절(12 ~ 4월)에만 구할 수 있었다.

활용도가 낮은 야생 토착 및 재래 동식물에 대한 음식 소비 데이터는 여전히 부족하고 단편적이다(FAO, 2010c). 식용 생물다양성의 중요성에 대한 인식이 점점 늘어감에 따라 곤충을 비롯한 다양한 음식의 섭취 및 성분 파악을 위한 연구가 더 많이 진행되어야 한다. 특히 활용도가 낮은 야생 토착 및 재래 곤충에 대한 영양 성분과 넓게는 식용 생물다양성에 대한 연구가 필요하며, 데이터를 이용 가능한 데이터베이스로 엮어야 한다. 이 목표를 위해 2010년 INFOODS 네트워크 산하에 식품 생물다양성 데이터에 대한 국제 네트워크가 설립되었다(글 상자 6.1).

표 6.11

세계 4개 토착민 마을의 전통 식품들:

페루(*Awajun*), 콜롬비아 (*Ingano*), 태국(*Karen*) 및 나이지리아(*Igbo*)

전통 식품으로 먹는 곤충	영어 이름	현지 이름
<b>페루, <i>Awajun</i></b>		
딱정벌레목	야자 바구미 유충	<i>Bukin</i>
벌목( <i>Brachygastra</i> 종)	말벌 유충	<i>Ete téji</i>
벌목(개미과)	개미	<i>Maya</i>
<b>콜롬비아, <i>Ingano</i></b>		
벌목: <i>Atta</i> 종	가위개미	<i>Hormiga arriera</i>
딱정벌레목	왕풍덩이	<i>Mojoyoy</i>
<b>태국, <i>Karen</i></b>		
메뚜기목: 귀뚜라미과( <i>Gryllus bimaculatus</i> )	쌍별귀뚜라미	<i>xer-lai-zu-wa</i>
<b>나이지리아, <i>Igbo</i></b>		
딱정벌레목	딱정벌레	<i>Ebe</i>
흰개미목: 흰개미과(2종)	흰개미	<i>Aku-mkpu, aku-mbe</i>
딱정벌레목: 바구미상과(3종)	야자 바구미 유충 (야자, 라피아야자)	<i>Akpa-nkwu, akpa-ngwo, nzam</i>
메뚜기목: 귀뚜라미과	귀뚜라미	<i>Abuzu</i>
메뚜기목: 메뚜기과	비황	<i>Wewe, igurube</i>

출처: Kuhnlein, Erasmus 및 Spigelski, 2009

## 6.4 지속 가능한 음식

지속 가능한 음식이란 환경에 미치는 영향이 적고 현재와 미래 세대의 건강한 삶과 식량 및 영양 안보에 기여하는 음식이다. 지속 가능한 음식은 생물다양성과 생태계를 보호 및 보존하고, 문화적으로 수용 가능하며, 이용 가능하고, 경제적으로 공정하고 가격이 알맞으며, 영양이 충분하고, 안전하며 건강에 이로울 뿐 아니라 자연 및 인간 자원을 최적화한다(FAO, 2010b).

전 세계적인 인구 증가에 따라 곡물 생산에 대한 압력이 지속되고 결과적으로 자연 자원이 저하되는 일은 피할 수 없다(FAO, 2009a). 더욱이 기후 변화로 인한 어려움 때문에 현재 생산 문제가 더욱 악화될 것 같다. 현재 지속 가능한 음식에 대한 FAO 활동에서는 식용 생물다양성, 영양, 식품 성분, 식품 생산, 농업, 도시 농업(*Food for the Cities* 프로그램) 및 지속 가능성 간의 관련성과 시너지 효과를 탐구하고 있다. 기본 목표는 환경적으로 지속 가능한 식품 체계를 명확히 정의하는 데에서 출발하여 소비자와 정책 입안자에게 생태적으로 안전한 식품을 추천하고 식품 및 영양 보안을 향상하는 것이다(FAO, 2009b). 식품으로 이용하는 식용 곤충은 환경적으로 안전한 시나리오를 무리없이 만족하며(5장 참조), 더 나아가 주식과 보조식의 주요 후보이자 식문화의 구성요소로 지속적으로 이용되어야 한다.

## 6.5 긴급 구조 프로그램에서 식용 곤충 이용

UN의 영양학 상임위원회(*Standing Committee on Nutrition*)에 따르면 질병을 일으키는 단일 요소 중 최고는 영양실조라고 한다. 긴급 상황에서 종종 질병이 영양실조를 일으키거나 영양실조로 인해 질병이 발생할 수 있다. 이는 비단 사람들이 먹는 음식의 양뿐 아니라 음식의 품질과도 관련이 있다. 부족한(또는 과다한) 음식, 잘못된 종류의 음식 및 영양소 흡수장애를 일으키거나 영양소를 적절히 사용하지 못해 건강을 유지하지 못하게 하는 다양한 감염에 대한 신체 반응은 모두 영양실조에 영향을 주는 요인이다. 임상의학 관점에서 영양실조는 단백질, 열량, 비타민과 같은 미량영양소를 불충분하거나

과도하게 섭취하는 것이 특징이다. 이 정의에는 부적절한 식사의 결과인 빈번한 감염과 장애도 포함된다(WHO, 2013).

식량 안보 문제가 가장 두드러진 세계 70여개 국가에서는 강화된 혼합 식료품(Fortified blended food products, FBF)이 일반적으로 대부분의 취약 계층에게 분배되고 있다. FBF는 부분적으로 미리 조리되고 가공된 콩, 땅콩 등의 곡류에 미량영양소를 첨가한 혼합 식품이다. 식물성 기름이나 분유를 포함하는 특수한 변형도 있다. UN의 세계 식량계획에서 분배하는 주된 혼합 식품은 옥수수과 콩으로 이루어지지만, 밀 콩 혼합 식품도 사용된다. FBF는 주로 식량 원조 프로그램에서 단백질 및 미량영양소 보충식으로 제공하기 위한 것이다. 또한 세계식량계획의 긴급 영양 지원 및 모자 보건(Supplementary Feeding and Mother and Child Health) 프로그램에서도 흔히 사용된다(Pérez-Expósito 및 Klein, 2009).

하지만 FBF의 주성분(예: 대두)은 일반적으로 전통 음식의 일부도 아니고 많은 국가에서 현지 조달 가능한 곡류도 아니므로 영양, 사회 및 생태적 관점 특히, 지속 가능한 음식이라는 틀에서 보면 부적당하다는 것이 문제다(FAO, 2010b). 여러 식용 곤충의 단백질 및 미량영양소 함량, 생태계에 미치는 영향이 아주 적다는 점, 가용성, 그리고 무엇보다 식량 안보 문제가 주로 발생하는 개발 도상국 대부분에서 문화적으로 적절하다는 점을 고려하면 곤충을 FBF로 이용하는 것을 고려해야 한다.

#### 글 상자 6.6

#### **WinFood: 전통 음식을 효율적으로 이용하여 아동 영양실조 완화**

덴마크의 Consultative Research Committee for Development Research and Danida에서 후원하는 프로젝트인 WinFood는 전통 음식 개량을 통해 유아와 아동을 위한 영양이 개선된 음식을 개발하는 것을 목표로 한다. 재배한 채소, 과일 및 동물성 음식은 영양가는 많지만 값이 비싸고 이 대상 집단에서는 많이 소비되지 않는다. 또한 주식이 아닌 음식이 너무 적고 영양 균형이 맞지 않아 특히 철분, 아연 및 비타민 A 섭취가 불충분하여 아동 영양실조의 주된 원인이 된다. WinFood의 계획은 반재배한 야생 재래 동식물 음식(예: 과일, 뿌리, 작은 물고기, 달팽이, 개구리 및 곤충)을 주식 및 주식인 식품의 발아, 발효, 절임과 같은 전통 방법으로 가공하는 전통 식품 체계에 중점을 두어 아동 영양실조를 완화하는데 기여하는 것이다.

WinFood 개념은 문화와 생태 환경이 아주 다른 캄보디아와 케냐라는 두 국가에서 병행 연구를 통해 개발되고 있으며, 개발된 결과를 토대로 WinFood 전략에 대한 일반 지침을 세워 가정에서나 지역의 중소기업을 통해 구현할 것이다.

캄보디아와 케냐의 전통적인 지역 음식인 식용 곤충은 현지에서 구할 수 있고 아연과 철분의 소중한 공급원이라는 중요한 역할을 한다. 이에 따라 다음과 같이 두 가지 WinFood 제품이 개발되었다.

- WinFood Cambodia - 쌀, 물고기, 거미(*Haplopetma albostratum*) 및 기타 식품으로 구성된다.
- WinFood Kenya - 일반적으로 아마란스 낱알, 옥수수, 물고기 및 흰개미(*Macrotermes subhyalinus*)가 포함된다.

좋은 결과가 기대되지만, 식용 곤충에 대한 식품 표준이 부족하다는 점이 여전히 향후 개발에 주된 걸림돌이 되고 있다(10장과 14장 참조).





ARNOLD VAN

베 짜기개미



WIKIMEDI

부채선인장에 있는 연지벌레, 카나리아제도, 라팔마





FAO/ASTORYS/CHINA

분무 작업 중 날아오르는 메뚜기 떼, 마다가스카르



ARNOLD VAN

흰개미집 둔덕



JOOST VAN IT

베짜기개미 유충 및 번데기 채집, 라오스





ARNOLD VAN

귀뚜라미 덫 놓기, 라오스



PAUL VANTOMME

거저리와 왕겨 분리, 네덜란드



HARMKE

메뚜기를 채집하는 여인, 라오스





LAUREN HEATON

동애등에 유충을 사용한 양식 시설용 사료 개발



MARCUS

금노린재 간식





FAO - PATRICK DIRST

지역 시장에 판매하기 위해 조리한 가루나무 좀, 태국, 치앙마이



BENJAMIN

일본의 장식용 벌레 상점 내부





DAWN STARRIN

거리 음식으로 판매하는 다양한 곤충, 태국, 방콕



BRANK SHUTZ

차폴리네 노점상, 멕시코, 와하카



DAVID SKINNER

초콜릿 입힌 개미가 담긴 오래된 통조림, 미국





FAO/CIJLO NARPOLITANO

애벌레 판매, 콩고, 킨샤사



AFTON

곤충 스낵 및 캔디 판매, 캐나다



MICHAEL

전갈 판매, 중국





AGRIPROTEIN

일반 집파리로 만든 구더기 모이 주기



JOSH

꿀벌 유충 그레놀라와 꿀벌 유충 요구르트, 코펜하겐, *Nordic Food Lab*

## 7. 동물 사료로서의 곤충

### 7.1 개요

2011년 세계의 전체 사료 생산량은 8억 7천만 톤으로 추산되며, 전 세계 상용 사료 제조 업계 매출액이 미화 약 3천 5백억 달러에 달했다. FAO에서는 2050년에 세계 인구에 필요한 육류 생산량(가금류, 돼지고기 및 소고기)을 맞추려면 생산을 70% 늘려 2배로 올려야 한다고 추산한다(IFIF, 2012). 그럼에도 불구하고 곤충을 사료원으로 제공할 수 있는 기회에 대해 이야기하는 사람은 드물다(글 상자 7.1). 현재 가축과 양어 사료 성분에는 어분, 어유, 콩 및 기타 여러 곡물이 포함된다.

추가 개발을 제약하는 주된 요인은 생산비의 60 ~ 70%를 차지하는 육분, 어분 및 대두분과 같은 사료가 엄청나게 비싸다는 데 있다. 또 다른 문제는 심각한 환경 문제이기도 한 분뇨 처리 부분이다. 가축 사육 시 많은 양의 분뇨를 야외 부지에 쌓아두어 파리가 들끓는 광경을 드물지 않게 볼 수 있다.

글 상자 7.1

#### **International Feed Industry Federation과 FAO: 새롭고 안전한 단백질을 찾아**

IFIF(International Feed Industry Federation)는 전 세계 사료 산업에서 안전하고 건강한 사료의 지속 가능한 공급을 독려하는 활동을 조정하는 기능을 하는 세계 기구이다. 이 기구는 개발도상국 특히, 국내 사료 협회 및 업계가 취약하거나 없는 국가에서 근본적으로 중요한 역할을 한다. 1990년대 말 IFIF는 국제식품규격(Codex Alimentarius)의 NGO 자격을 획득했으며, 이를 계기로 정부가 업계를 규제하는 방식이 개선되기 시작했다. 또한 이 기간 동안 IFIF는 FAO와 긴밀한 업무 관계를 맺기 시작했다. 국제식품규격 및 FAO 회의 참여를 통해 IFIF는 전 세계 사료 제조사에 영향을 주는 국제 법규, 기준, 관례의 개발 및 조정을 지속적으로 추진할 수 있었다. 특히 IFIF는 올바른 가축 사육에 대한 국제식품규격 실천 규약(Codex Code of Practice of Good Animal Feeding)을 개발했고, 동물 사육에 관한 국제식품규격 전자 업무 그룹에 참여했으며, 가축 사료 산업의 단백질원에 대한 FAO 전문가 자문회의(FAO Expert Consultation on Protein Sources for the Animal Feed Industry)를 지원했고, 전 세계 사료 회의(Global Feed and Food Congress)를 매년 2회 공동 개발했다. 또한 FAO와 함께 IFIF는 사료업 모범 사례 매뉴얼(Manual of Good Practices for the Feed Industry)을 개발하고 연례 국제 사료 규제 기관 회의(International Feed Regulators Meeting)에서 사료 협회와 사료 규제 기관이 만나는 자리를 마련했다. IFIF는 과학과 기술의 건전한 발전을 통해 모두가 식품을 안전하고, 풍부하고, 저렴하게 확보할 수 있을 것이라고 확신한다.

어분 가격이 상승하고 있다(그림 7.1). 2010년과 2011년 수요가 증가하면서 가격이 급격하게 올랐고, 2011년 후반과 2012년 초반에 수요가 누그러졌지만 가격은 여전히 높다. 따라서 소규모 농민은 어분을 구하기가 더 어려워졌다. 또한 양식업은 가축 사료 생산 업계에서 가장 빠르게 성장하고 있고 어류 수요 증가에 맞춰 지속적으로 확장해야 한다.

현재 전 세계 어류 생산량의 10%(즉, 생선 전체 또는 가공 후 남은 부분)가 어분이 되며 주로 양식에 사용된다(FAO, 2012b). 남아프리카는 멸치 어획량 덕분에 어분을 가장



많이 생산하는 지역이다. 멸치 어획량은 엘니뇨 현상의 주기에 따라 영향을 받으므로 변동량이 크다. 생산량(어획량)은 1994년에 천 2백 5십만 톤으로 최대였지만 2010년에는 4백 2십만 톤으로 줄었고, 앞으로 더 떨어질 것으로 예상된다.

곤충은 어분과 시장이 유사하다. 수산양식 및 축산에서 사료로 사용되고 애완동물 업계에서도 사용된다. 최근 어분에 대한 높은 수요와 이로 인한 높은 가격과 함께 수산양식에 대한 생산 부담이 증가하면서 양식 및 축산을 위한 곤충 단백질 개발에 대한 연구가 이루어지고 있다(최종적으로 어분을 보완할 수 있음). 한편, 수산양식이 증가하면서 어분을 사료원으로 쓰는 일이 급격히 줄고 있는데(글 상자 7.2) 더 엄격한 할당량, 무분별한 어업에 대한 통제 강화, 더 저렴한 식이 어분 대체물 사용 증가로 인해 대량으로 잡는 물고기의 공급이 줄었기 때문이다(FAO, 2012b). 대체 가능하고 지속 가능한 단백질을 찾는 일은 단기간에 실용적인 솔루션이 필요한 대단히 중요한 문제여서, 사료 옵션으로 곤충의 이점이 더욱 강조되고 있다.



#### 글 상자 7.2 비식용 어류

비식용으로 잡는 물고기의 양이 1976년과 1994년 사이에 증가했다. 그러나 이후 떨어져서 1995년에 총 어획량의 34%에서 2009년에는 약 26%로 떨어졌고, 결과적으로 어분과 어유가 될 총 분량도 줄었다(약 30% → 20%). 2008년 세계 어분 생산량의 61%와 어유 생산량의 74%가 수산양식에 이용되었다. 그러나 양식 사료로 사용된 어분은 2005년 19%에서 2008년 13%로 떨어졌고, 2020년에는 5%로 감소할 것으로 예상된다.

## 7.2 가금류 및 어류 사료로 곤충 이용

곤충은 여러 어류와 가금류의 천연 먹이원이다. 예를 들어 닭은 걸어가면서 겉흙과 깔짚에서 벌레와 유충을 쫓아 먹는다. 레저 낚시에서 구더기가 미끼로 사용되는 것도 이런 이유이다. 곤충이 자연적으로 많은 가축류의 먹이로 사용되는 것을 고려하면 특정 가금류와 어류의 사료로 사용하는 것을 재고할 만하다(글 상자 7.3).

## 글 상자 7.3

## 현재 어떤 곤충이 가축 사료로 이용됩니까?

FAO의 *Animal Feed Resources Information System*(현재 *Feedipedia*라고 함)에서는 가축 및 어류 사료로 이용되는 사막 비황(*Schistocerca gregaria*), 일반 집파리 구더기(*Musca domestica*) 및 사육 누에(*Bombyx mori*)를 비롯한 곤충에 대한 정보를 제공한다. 공급원, 가공, 사료 주기 지침, 사료 주기 실험 및 영양 특성에 대한 정보를 "축산물 (*animal products*)" 범주 아래에서 볼 수 있다.

그러나 다른 많은 곤충류도 산업 규모의 사료 생산에 적합할 수 있다. 예를 들어 딱정벌레목은 현재 장식용 수집가가 기른다(2장 참조).

## 7.2.1 가금류

가금류 업계는 지난 20년간 개발 도상국에서 빠르게 성장했다. 메뚜기, 귀뚜라미, 바퀴벌레, 흰개미, 이, 노린재, 매미, 진딧물, 개각충, 굴나무이, 딱정벌레, 애벌레, 파리, 벼룩, 벌, 말벌, 개미가 모두 가금류의 보충 먹이원으로 사용되고 있다(Ravindran 및 Blair, 1993). 개발 도상국에서는 동식물 단백질이 가금류 사료의 아미노산(예: 리신, 메티오닌 및 시스틴)을 공급한다. 단백질이 풍부한 동물성 원료 사료는 일반적으로 수입한 어류와 육류 또는 혈분으로 구성되고, 식물성 자원에는 수입한 깻묵 및 콩과 곡물이 포함된다. 토고와 부르키나파소에서는 흰개미가 닭과 뿔닭의 사료로 사용되었다고 한다(2.3절 참조)(Iroko, 1982; Farina, Demey 및 Hardouin, 1991).

곤충 외골격에 있는 다당류인 키틴질은 면역 체계 기능에 긍정적인 영향을 줄 수 있다(10.3절 참조). 닭에게 곤충을 먹이면 양계업에서 항생제 사용으로 인한 인간의 약물내성 균주 감염(글 상자 7.4)을 줄일 수 있다.

## 글 상자 7.4

## 닭고기 소비로 인한 약물내성이 높은 ESBL 균주 감염

네덜란드에서 요로 또는 혈류 감염에 시달리는 환자를 평가했다. 이들 환자 다섯 명 중 한 명은 닭에서 발견되는 세균과 유전적으로 동일한 ESBL(*Extended Spectrum Beta-Lactamase*) 세균에 감염되었다. ESBL이 포함된 균주는 페니실린 및 세팔로스포린과 같은 항생제에 대한 저항성을 발생시키는 효소를 생산한다. 두 가지 세균(*Escherichia coli* 및 *Klebsiella pneumoniae*)이 가장 흔히 ESBL 효소를 생산한다. 약 35%의 인간이 포함된 가금류 관련 ESBL 유전자를 격리한다. 네덜란드 양계업에서는 다른 유럽 국가보다 항생제를 많이 사용하므로 ESBL 유병률도 높다. 또한 이 연구에서는 네덜란드 슈퍼마켓과 양계장의 닭 중 대부분(94%)이 ESBL 세균에 감염되어 있고, 이는 사료에 항생제를 흔히 사용하기 때문일 것으로 밝혔다. 닭에게 키틴질이 포함된 곤충을 먹이면 면역 체계를 강화하여 항생제를 사용할 필요가 없게 되는지 여부를 확인하는 연구가 필요하다.

출처: van Hall 외, 2011

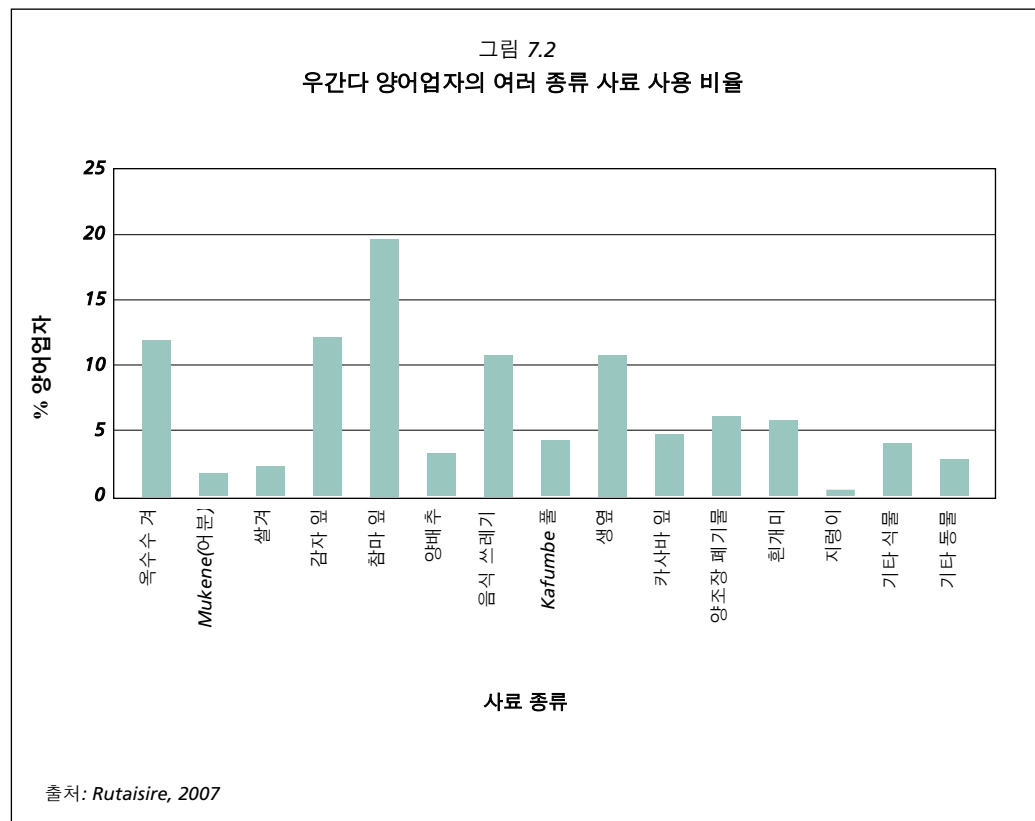
Ravindran 및 Blair(1993)는 분뇨에서 키운 아메리카 동애등에(*Hermetia illucens*)와 집파리 번데기(*Musca domestica*)를 대두분 대신 가금류 먹이로 사용하는 예를 들었다. 마찬가지로 누에 제조의 부산물인 누에 번데기로 산란계(달걀 생산) 모이인 어분을 완전히 대체하거나 닭 모이를 보충(50%)하는 방법을 보여주는 연구도 있다. 메뚜기와 모르몬 귀뚜라미(*Anabrus simplex*)로도 어분과 대두분을 완전히 대체할 수 있다.

콩고의 South Kivu에서 Munyuli Bin Mushambanyi 및 Balezi(2002)는 아주 값비싼 육분(양계업 원료 사료의 20%)을 바퀴벌레(*Blatta orientalis*) 및 흰개미(*Kaloterms flavicollis*) 분말로 대체할 가능성을 탐구했다. 이 연구에서는 곤충 분말을 사료에 혼합할 경우 육분을 대체할 수 있음을 보여주었다. Ramos Elorduy 등(2002)은 영양분이 적은 폐기물에서 거저리(*Tenebrio molitor*)를 키워 육계에게 먹이는 비슷한 실험을 실시했다. 거저리는 영양분이 적은 폐기물을 고단백 먹이로 변환할 수 있었으며, 이를 계기로 *T. molitor*는 특히 가금류 사료의 대두분을 대체하는 유망한 대체 단백질원으로 부상했다. *Anabrus simplex*, *Acheta domesticus*, *Bombyx mori*, *Alphitobius diaperinus*, *Tribolium castaneum* 및 흰개미를 사용한 실험에서도 비슷한 결과가 나왔다(Ramos Elorduy 외, 2002).

인도에서는 양계업이 가장 빠르게 성장하는 영농 사업 중 하나이지만 값비싼 옥수수를 원료 사료로 사용하여 농부의 생존이 위협받고 있다. 지금까지는 생물가스 생산 및 퇴비화에만 사용하던 양잠 폐기물을 가금류에게 먹이면 기존 사료를 사용할 때보다 전환 효율이 우수한 것으로 나타났다(Krishnan 외, 2011).

### 7.2.2 어류

곤충을 양어 사료로 사용하는 일은 여전히 세계 대부분 지역에서 과소평가되고 있다. 우간다에서는 채소, 풀, 곡류, 겨, 종유 찌꺼기, 산업 및 부엌 쓰레기, 육분, 곤충을 비롯한 다양한 성분이 양어 사료로 사용된다(그림 7.2).



이러한 원료의 가용성은 계절에 따라 달라진다(Rutaisire, 2007). 양어업자 중 5%가 흰 개미를 양어 사료로 사용한다. 흰개미는 3 ~ 4월과 8 ~ 9월 사이에 직접 채집하거나 채집자에게 kg당 미화 0.27달러에 구입한다. 사용 가능한 수량은 주로 농장에 있는 흰개미 둔덕의 수와 크기, 달빛 강도 및 흰개미 종에 따라 달라진다. 평균적으로 흰개미 둔덕 하나에서 연간 약 50 kg이 생산된다. 동남아시아에서는 양어장 위에 형광등을 걸어 두는 일이 아주 흔하다. 빛은 곤충을 끌어모으고, 물에 반사된 빛 때문에 곤충은 양어장에 빠져 물고기의 먹이가 된다. 날개가 없어 물에 뜰 수 없는 메뚜기와 귀뚜라미는 개미 유충과 번데기(예: 라오스의 *Oecophylla smaragdina*)처럼 낚시 미끼로도 사용된다(J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012).

### 7.3 사료로 사용되는 주요 곤충류

산업 사료 생산용으로 가장 유망한 종은 동애등에, 일반 집파리 유충, 누에 및 갈색거저리이다. 메뚜기와 흰개미도 정도는 덜하지만 실용적이다. 지금까지 이러한 종은 가장 많은 연구가 이루어졌고 대다수의 문헌에 등장한다.

#### 7.3.1 동애등에

동애등에(*Hermetia illucens*)(파리목: 동애등에과)는 큰 가금, 돼지 및 소의 두엄 더미 주변에서 지천으로 발견되며 저절로 발생한다. 이 때문에 변소 유충이라고 한다. 이 유충은 커피콩 펄프, 채소, 술지게미 및 생선 내장(생선 가공 부산물)과 같은 유기 폐기물에서도 아주 높은 밀도로 발생한다. 이 유충을 상업적으로 사용하면 분뇨 및 기타 유기 폐기물과 관련된 여러 환경 문제를 해결할 수 있다. 예를 들어 분뇨의 질량, 수분 함량 및 악취를 줄일 수 있다. 동시에 고부가가치의 소, 돼지, 가금 및 양어용 사료를 제공한다(Newton 외, 2005). 또한 동애등에 성충은 인간이 사는 곳이나 음식에 끌려 물려들지 않으므로 골칫거리로 간주되지 않는다. 동애등에에 함유된 높은 조지방은 바이오디젤로 전환될 수 있다. 소 두엄, 돼지 두엄, 닭 두엄 1 kg에서 자란 1000마리 유충이 각각 바이오디젤 36 g, 58 g 및 91 g을 생산한다(Li 외, 2011). 기름 회수 이후 키틴질을 회수할 수 있는 가능성도 탐구되고 있다(9.1절 참조).

#### 집파리 수 저감

분뇨 저장 및 관리와 관련된 여러 환경 문제를 동애등에 전용(*prepupae*) 생산으로 해결할 수 있다. Sheppard 등(1994)은 가금 및 돼지 두엄에 동애등에 집락을 형성하여 일반 집파리(*Musca domestica*) 수를 94 ~ 100% 줄이는 방법을 기록했다. 또한 동애등에는 두엄의 물기를 늘려 집파리 유충에 부적합하게 만들며 동애등에가 있으면 집파리의 산란이 방지되는 것으로 알려져 있다(Sheppard, 1983). 일반적으로 골칫거리로 간주되는 집파리도 가축 및 양어 사료로 기를 수 있다.

#### 분뇨로 인한 오염 저감

동애등에 유충은 잔류 분뇨 단백질과 기타 영양분을 더 가치 있는 바이오매스(예: 가축 사료)로 변환할 수 있다. 이를 통해 양분 농도와 분뇨 잔류물 대부분을 줄인다. 채집되어 가공된 동애등에 유충(톤당 약 200달러 가치)은 분뇨(톤당 10 ~ 20달러 가치)보다 더 저렴한 가격으로 운송할 수 있다(Tomberlin 및 Sheppard, 2001). 소 축사 시설에서 이 유충은 인을 61 ~ 70%, 질소를 30 ~ 50%까지 줄이는 것으로 밝혀졌다(Sheppard, Newton 및 Burtle, 2008). 미국의 조지아 주에서 수행된 현지 실습에서는 동애등에 유충의 돼지 두엄 소화로 질소가 71%, 인이 52%, 칼륨이 52%까지 줄고 알루미늄, 붕소, 카드뮴, 칼슘, 크롬, 구리, 철, 납, 마그네슘, 망간, 몰리브덴, 니켈, 나트륨, 황 및 아연이 38 ~ 93%까지 줄었다. 따라서 이 유충은 오염 잠재력을 50 ~ 60% 이상 줄인다고 볼 수 있다. 분뇨 분해로 생기는 역겨운 냄새도 동애등에 유충의 소화로 줄거나 없어졌다. 이는 이 곤충이 분뇨를 통풍하고 건조시켜 냄새를 줄이기 때문이다. 또한 이 유충은 분뇨의 미생물상을 바꾸어 유해한 세균을 줄일 수 있다(Erickson 외, 2004; Liu 외, 2008).

예를 들어 암탉 두업에서는 유충 활동으로 *Escherichia coli* 0157:H7 및 *Salmonella enterica*가 크게 줄어든 결과가 나왔다(Erickson 외, 2004). Sheppard, Newton 및 Burtle(2008)은 이 유충의 경우 구더기 변연절제술에서 인간 상처를 세척하는 데 사용되는 일반 금파리(*Lucilia sericata*)와 유사한 천연 항생제를 포함하고 있다고 했으며, 약물내성 세균 감염이 유행하면서 이 기술은 점점 더 많이 사용되고 있다(Sherman 및 Wyle, 1996).

#### 동애등에를 가축 사료로 이용

동애등에 번데기가 환경에 미치는 영향이 줄었다는 점만 보더라도 가축 사료로 이용하는 것을 진지하게 고려해야 한다(Newton 외, 1977; Sheppard 외, 1994)(글 상자 7.5). 말린 동애등에 번데기는 단백질 42%와 지방 35%를 포함한다(고형물 함량 기준)(Newton 외, 1977). 살아 있는 번데기의 고형물 함량은 44%로, 장기간 쉽게 저장할 수 있다. 전체 음식의 일부로 사용할 경우 병아리(Hale, 1973), 돼지(Newton 외, 1977) 무지개 송어(*Oncorhynchus mykiss*)(St-Hilaire 외, 2007), 얼룩메기(*Ictalurus punctatus*)(Pimentel 외, 2004) 및 푸른 틸라피아(*Oreochromis aureus*)(Sheppard 외, 2008)의 발육을 증진하는 것으로 밝혀졌다. 무지개 송어의 경우 이 유충으로 어분 사용량의 25%, 어유 사용량의 38%를 대체할 수 있다. 곤충을 물고기에게 먹이는 대신 물고기를 먹여 곤충을 키울 수 있다. 유기 폐기물 중에 생선 내장(창자 등)을 유충에게 먹일 수 있다. 두업을 먹인 유충에 비해 액체 함량이 30%, 오메가-3 지방산이 3% 증가했으며, 이러한 증가가 모두 24시간 내에 이루어졌다(St-Hilaire 외, 2007).

#### 글 상자 7.5

##### 오하이오 주에서 민물 참새우 생산에 대한 지속 가능성 향상

미국의 여러 온대지역에서 민물 참새우 양식이 점점 더 인기를 끌고 있다. 민물 참새우는 오하이오 농가의 산업을 다각화할 잠재력이 크다. 지난 십 년간 이 제품에 대한 관심이 증가했는데, 그 원인으로는 현지에서 기른 제품에 대한 수요 증가, 소비자가 먹는 식품이 어디서 어떻게 생산되었는지를 알고 싶어 하는 요구 증가, 제품의 고유성, 새로운 관리 및 생산 양식에 따른 참새우의 생산을 증가 등을 들 수 있다.

생산비 차이에 두 번째 많이 영향을 준 요인은 사료이다(첫 번째는 참새우 유충 조달). 일반적으로 참새우 양식업자는 대부분 물에 가라앉는 메기 사료를 사용한다. 어분이 주재료인 이러한 사료의 가격이 계속 증가함에 따라 많은 가축 영양학자들이 수산양식 사료로 사용할 대체 단백질원을 찾고 있다. 이 중 하나가 동애등에 유충과 유충의 똥이다. 미국에서 최초로 EnviroFlight라는 회사가 오하이오 주 옐로우 스프링에서 동애등에 유충을 상용 규모로 양식했는데, 여기에서 동애등에 똥과 밀 분말을 재료로 사용한 첫 번째 참새우 사료가 생산되었다.

EnviroFlight 사료를 먹인 참새우가 기존 사료를 먹인 새우보다 색깔이 옅다는 것 외에는 눈에 띄는 차이가 없었다. 경험이 많은 참새우 맛 시험관조차 두 제품의 맛 차이를 감지하지 못했다. 현지 생산 양식 사료를 사용하면 오하이오 주 민물 참새우 생산자에게 많은 이점이 될 뿐 아니라 다른 어종을 생산하는 양식업자에게도 이점이 될 수 있다. 먼저, 사료 비용이 현재 시판되는 다른 사료보다 낮다. 이는 경영 효율성에 도움이 된다. 어분 가격이 계속 증가한다고 예상되니 특히 그러하다. 사료가 오하이오 주에서 생산되므로, 생산과 유통에 따른 "사료 운송 거리"가 줄어들 수 있다. 또한 어분을 양식 사료로 사용하는 것에 반대하는 고객들이 있으므로 어분이 없는 사료를 참새우에게 먹이는 양식업자에게 마케팅 기회가 추가로 생길 수 있다. 마지막으로 동애등에 유충은 마른 솔지게미를 먹으므로, 이 제품 생산은 다른 오하이오 주 산업에서 나온 폐기물/부산물을 효과적으로 재사용하는 데 실제로 도움이 된다. 이러한 영양분 재활용을 통해 프로젝트의 전반적인 지속 가능성이 향상된다.

### 7.3.2 일반 집파리 유충

일반 집파리(*Musca domestica*) 유충인 구더기는 주로 열대 환경에서 번성한다. 구더기는 가금류의 중요한 동물 단백질원으로, 유충 총 생체 중량 중 30%는 고형물이고 54%는 조단백질이다. 구더기를 생으로 제공할 수도 있지만, 집약적인 양식을 위해 말린 제품이 저장과 운송 면에서 더 간편하다. 육계 생산에서 어분을 구더기 분말로 대체할 수 있음을 보여주는 연구들이 있다(Téguia 외, 2002; Hwangbo 외, 2009). 한편, 구더기 생산은 분뇨 축적을 줄이는 데도 기여할 수 있다.

아프리카 농촌에서 구더기는 쓰레기 더미를 뒤지는 가금류의 천연 먹이다. 예를 들어 나이지리아에서는 구더기 생산을 통해 지역 양계장에 우수한 동물 단백질을 제공할 수 있었다. 토고(Ekoue 및 Hadzi, 2000)와 카메룬(Téguia, Mpoame 및 Okourou, 2002)에서는 이미 구더기를 산 채로 닭에게 먹인다. 한국에서 황보 등(2009)은 육계의 육질과 발육에 구더기가 미치는 영향을 조사하고 구더기가 10 ~ 15% 포함된 먹이를 주면 육계의 고기 품질과 발육을 늘릴 수 있음을 확인했다. 나이지리아에서 Awonyi, Adetuyi 및 Akinyosoye(2004)는 어분을 구더기 분말로 대체하는 경우를 평가하고 사료에서 어분 25%를 구더기 분말로 바꾼 경우가 주간 평균 증체량과 단백질 효율 면에서 가장 효율적이라고 확인했다. 9주 동안 생닭, 손질한 닭 및 내장 제거 닭의 무게와 가슴 및 종아리 근육의 상대적인 길이, 너비 및 무게는 구더기 분말 대체로 인한 영향을 크게 받지 않았다. 따라서 구더기 분말은 육계 사료에서 어분에 대한 저렴한 부분 대체물이라고 결론이 내려졌다.

하지만 축산 사료에 구더기를 포함하는 일은 우려를 불러일으키는데, 구더기의 성충(*Musca domestica*)이 질병 전염과 관련이 크다고 흔히 알려져 있기 때문이다. 이 유충은 분뇨와 섞여 가는 오물에서 자란다. 이 때문에 구더기 분말을 넣은 축산 사료에 대해 세균학 및 미생물학과 관련된 우려가 제기된다. 나이지리아에서 Awonyi, Adetuyi 및 Akinyosoye(2004)는 갓 채집한 집파리 유충을 말려 간 다음 9개월간 저장한 샘플을 미생물이 있는 환경에서 조사하여 가축 사료에 포함하기 적합한지 확인했다. 주된 결론은 수분 함량이 너무 높은 경우(이 연구에서는 23%, 제한은 12%) 저장된 구더기 분말이 균류와 세균에 의해 변질되기 쉽다는 것이었다. 그리고 세균 활동을 최소화하기 위해 수분 4 ~ 5%까지 건조하라고 추천했다. 가공 후 방수 봉투(셀로판 또는 나일론 재질)에 넣고 가열 밀봉하면 수분 흡수를 방지할 수 있다.

### 7.3.3 흰개미

야생에서 잡은 흰개미를 물고기나 새를 잡는 데 사용할 수 있다. Silow(1983)에 따르면 잠비아에서는 주둥이 흰개미(*Trinervitermes* 종)를 원통형 갈대 덩의 물고기 미끼와 식충 새(예: 뿔닭, 자고, 메추라기, 개똥지빠귀)의 미끼로 사용한다고 한다. 병정 개미가 떼지어 있는 흰개미 더미 맨 위 뚫린 곳에 덩을 수 시간 동안 놓아 새를 잡았다. 그러나 흰개미 사육은 매우 어려우며 권장되지 않는다. 메탄을 많이 배출하는 점도 염두에 두어야 한다(Hackstein 및 Stumm, 1994).

### 7.3.4 누에

대부분의 개발 도상국에서 원료 사료인 어분이 비싸고 부족하다는 단점이 축산 발전을 저해하고 있다. 양잠업에서 방대한 양의 번데기를 생산하고 있지만, 누에나방류(*Anaphe panda*) 애벌레를 원료 사료로 이용하는 것을 다루는 연구는 얼마 되지 않는다. 나이지리아에서 Ijaiya 및 Eko(2009)는 어분(25, 50, 75 및 100%씩)을 누에 애벌레 분말로 대체할 가능성을 육계의 발육, 고기 혈액학 및 생산 경제성과 관련하여 분석하고 누에 애벌레 분말을 포함해도 닭의 발육에는 영향이 없다고 확인했다. 사료 섭취량, 증체량, 사료 효율 또는 단백질 효율 면에서 사료 간에 큰 차이가 없었다. 누에 애벌레는 기존 어분보다 비싸지 않으므로, 경제적인 면에서 대체물로 적합하다고 판명되었다.



### 7.3.5 거저리

거저리(예: *Tenebrio molitor*)는 이미 산업 규모로 사육되고 있다. 거저리를 저영양 폐기물에서 길러 육계 사료로 사용할 수 있다. Ramos Elorduy 등(2002)은 발생처가 다른 여러 건조 폐기물로 *T. molitor* 유충을 길렀다. 단백질 함량 19%의 수수 대두분 사료에 세 가지 수준의 유충(건조 중량 0, 5 및 10%)을 사용하여 사료 섭취량, 증체량 및 사료 효율을 평가했다. 15일 후 사료 간에 큰 차이가 없었다. 거저리는 기존 단백질원, 특히 대두분을 대체할 유망한 대안이다.

### 7.3.6 인도의 메뚜기

인도에서 메뚜기를 가축 사료로 사용하는 연구를 수행했다. 그 까닭은 기존 사료가 총 가축 사육 비용의 60%를 차지하고 있고 인간과 가축 간 자원 경쟁으로 옥수수과 콩 같은 사료가 부족하기 때문이다. 또한 농경지와 초지에서 이러한 메뚜기를 채집하면 이들을 방제하기 위해 사용하는 유해한 농약을 줄일 수 있다. 네 가지 메뚜기 종(*Oxya fuscovittata*, *Acrida exaltata*, *Hieroglyphus banian* 및 *Spathosternum prasiniferum*)의 영양 성분 조사가 이루어졌다(Anand, Ganguly 및 Haldar, 2008). 이 연구에서는 현지에서 구할 수 있는 기존 콩 및 어분에 비해 메뚜기의 단백질 함량이 높다고 확인되었다.

### 사육 및 대량 생산

메뚜기를 가축 사료로 사용하려면 방대한 바이오매스가 필요하며, 이를 얻기 위해서는 곤충 농장에서 대량 사육하는 방법 밖에는 없다. Das, Ganguly 및 Haldar(2009)는 *Oxya fuscovittata* 및 *Spathosternum prasiniferum prasiniferum*을 대량 사육하기 위해 필요한 공간을 연구했다. 부피가 2,500 cm<sup>3</sup>인 병을 사용하여 *O. fuscovittata*의 경우 m<sup>3</sup>당 10,000마리, *S. prasiniferum*의 경우 m<sup>3</sup>당 7,100마리 밀도로 길렀는데 폐사율이 각각 12%와 15%였다. *S. prasiniferum*은 *O. fuscovittata*에 비해 크기가 작아 단위 면적당 더 많은 수를 유지할 수 있다. 또한 Das, Ganguly 및 Haldar(2010)는 *Oxya hyla* 대량 사육을 위한 최적의 온도와 광주기를 확인하고 메뚜기 두엄을 사용하여 지력을 향상하는 실험을 했다. 메뚜기 종의 질소, 인 및 칼륨의 비율은 흔히 사용되는 가축 두엄과 비슷한 것으로 확인되었다.

### 어류와 가금류 먹이 공급 실험

특정 어종에 대한 먹이 공급 실험에서는 어분 25%와 50%를 메뚜기 분말로 대체한 먹이에서 어분 100%로 구성된 조절식만큼 양호한 결과가 나왔다. 선택한 어종에 대해 측정된 모든 발육 지표에서 메뚜기 분말을 포함한 배합 사료가 시장 판매 사료보다 높았다. 이는 메뚜기 분말로 기존 어분을 성공적으로 대체할 수 있음을 의미한다.

어분을 벼메뚜기 *Oxya* 분말로 점차적으로 대체한 다양한 먹이를 일본 메추라기(*Coturnix japonica*)에게 먹였다. 다양한 발육 지표에서 최고 결과는 50%의 어분을 벼메뚜기 *Oxya* 분말로 대체한 먹이에서 나왔다. 또한 생식력(즉, 암컷 당 낳은 알 수)도 조절식에 비해 상당히 높았다.

따라서 선정한 메뚜기 중 벼메뚜기 속의 영양분이 풍부한 두 종(*O. fuscovittata* 및 *O. hyla hyla*)이 높은 생식력으로 상당한 바이오매스를 생산할 수 있다. 벼메뚜기로 양어 사료와 가금류 사료에서 50%의 어분을 대체할 수 있는 것으로 추산된다. 이러한 결과는 *O. fuscovittata* 및 *O. hyla*를 *Sorghum halepense* 풀과 *Brachiaria mutica* 식물을 먹이로 대량 생산하는 메뚜기 농장을 건설하는 계획에 힘을 실어준다. 메뚜기로의 전환은 비교적 간단해서, 개발자가 식용 및 비식용 가축의 사료를 보완하기 위한 지속적인 사료 공급원을 제공해야 한다. 더욱이 메뚜기가 대체 사료 및 사료원으로 대중화되면 어분의 과잉 사용률이 크게 낮아져 어분의 수요/공급 비율이 감소하므로 시장 가격을 낮출 수 있다(Haldar, 2012).



## 8. 곤충 양식

### 8.1 정의와 개념

광범위하게 정의할 때, 농업에는 동물(축산)과 식물(부분적으로 임업, 농경학, 원예)이 포함된다(FAO, 1997b). 그러나 곤충 양식의 개념은 FAO와 같은 개발 관련 단체에는 상대적으로 새로운 내용이다. 곤충은 지정된 지역(예: 농장)에서 사육하면서 생활 환경, 사료 및 식품 품질을 제어한다. 사육되는 곤충은 우리나라 대규모 농장에서 길러지므로 자연 개체군과 격리된다. 곤충에 적용되는 준사육이라는 용어는 4.4 절에 정의되어 있다.

사육과 번식이라는 두 용어는 종종 혼동된다. 사육이라는 용어는 곤충학보다는 축산 부문에서 더 자주 사용된다. 엄밀히 말하면 사육이란 동물을 돌보는 것을 의미하며 번식은 개체의 재생산을 가리킨다. 번식은 더 나은 자손을 생산하는 것, 즉 개체군에서 원하는 특성을 갖춘 표본을 선택하여 사육 동물을 유전적으로 개선하는 것을 의미한다. 그러나 곤충을 밀폐된 공간에서 기를 경우 근교약세, 창시자 효과, 유전적 부동 및 실험실 적응을 통해 개체군에 유전적 영향을 미침으로써 야생 개체군과 달라지는 경우가 많다.

가축과 소형 가축의 차이점이 항상 명확하지는 않다. 소형 가축은 가내 사용 또는 수익(애완동물이 아닌) 목적으로 특히 농장에서 사육되는 작은 동물을 말한다. 소형 가축은 작은 포유류, 양서류, 파충류 또는 곤충과 같은 무척추동물 등을 말한다(Paoletti, 2005). Hardouin(1995)은 "이 동물은 육생 또는 수생 척추동물 및 무척추동물 모두를 포함하지만 일반적으로 무게가 20 kg 이하이며 영양적, 경제적으로 잠재적 이점을 갖고 있어야 한다"라고 말했다. 반대로, 가축은 일반적으로 소, 가금류, 양, 라마, 알파카, 염소, 낙타, 말처럼 애완동물이 아니라 가내 사용 또는 수익을 위해 기르는 동물을 말한다.

### 8.2 곤충 양식

대부분의 식용 곤충은 야생에서 채집되지만, 상업적으로 가치 있는 제품이 될 수 있는 몇 가지 곤충 종은 사육되어 왔다. 누에와 꿀벌이 가장 유명한 예이다. 양잠은 생사 생산을 위해 누에를 기르는 활동을 말하며 5,000년 전 중국에서 유래되었다. 사육 종들은 고치의 크기, 성장 속도, 소화 효율이 증가했으며 밀집된 환경에서 살아가는 데 익숙해졌다. 성체는 더 이상 날 수 없으며 누에 종은 생존을 위해 전적으로 인간에게 의존한다. 꿀벌의 유충과 누에 고치는 모두 부산물로서 식용된다(글 상자 8.1). 일부 곤충 종은 애완동물 사료 산업을 위해 사육되기도 한다. 예를 들어 거저리 및 귀뚜라미는 주로 유럽, 북미 및 아시아 지역에서 애완동물 먹이로 사육된다.

#### 글 상자 8.1

#### 이중 생산 시스템(섬유 및 식품): 누에의 예

**콜롬비아.** 양잠 산업에서 사육 누에(*Bombyx mori*)의 번데기는 부산물로 간주되며 인간과 동물 모두를 위한 좋은 식품원이다. 뽕나무 덩굴 1헥타르에서 연간 1백 2십만 ~ 1백 4십만 개의 누에 고치가 생산된다고 추정할 때, 누에고치 1개의 무게는 0.33 g(건조 중량)이며 누에 고치 부산물의 연평균 산출량은 헥타르당 400 ~ 460 kg이다(DeFoliart, 1989). 또한, 뽕(곤충이 식물의 부분을 소화한 후 배설하는 폐기물)은 비료나 연못 물고기 사료로 이용할 수 있다.

계속

글 상자 8.1 계속

**인도.** 양잠 폐기물은 바이오가스 생산 및 퇴비화 처리에만 사용된다. 연구 팀은 양잠 폐기물을 가금류 먹이로 사용하는 방법을 실험하고 있다(Krishnan 외, 2011). 가금류 산업은 인도에서 가장 빠르게 성장하는 농업 사업 중 하나이지만 변환율이 높은 지속 가능한 사료 제품은 아직 광범위하게 사용되고 있지 않다. Krishnan을 비롯한 학자들은 지난 2011년 양잠 폐기물은 독소가 없고 기존 사료보다 전환율이 훨씬 더 높기 때문에 매우 실용적이라고 주장했다.

**케냐.** 케냐에서 수행된 한 프로젝트는 산림 보전과 생계 개선을 성공적으로 연계했다(Raina 외, 2009). 뽕나무, 누에 등의 곤충을 상업화함으로써 지역 산림 공동체는 생산된 실크를 판매할 수 있었으며 이는 귀중한 대체 현금 소득원으로 증명되었다. 남은 번데기는 닭 먹이로 활용되었다. 이러한 이점은 주변 숲 서식지를 더 잘 관리하기 위한 인센티브를 지역 사회에 제공했다.

**마다가스카르.** 지역 NGO인 SEPALI(마다가스카르 실크 노동자 기구)는 미국 파트너인 빈곤 완화를 통한 보존(Conservation through Poverty Alleviation)과 함께 수공업으로 실크를 생산하는 지역 농부가 풍토성 나방을 퇴치하도록 도움으로써 새로 설립된 Makira 보호 구역에 대한 지역 압력을 완화하기 위한 프로젝트를 진행하고 있다. 2013년 SEPALI는 단백질질을 위한 번데기 프로젝트를 개발할 예정이다. Makira 지역 주민들은 사육한 누에와 번데기의 일부 유형을 먹는다. 농부가 4,000마리의 번데기를 생산했다면, 이중 200마리는 추가 번식을 위해 선택한 후 나머지 3,800마리는 삶거나 볶거나 말리거나 가루를 내어 칼슘이 풍부한 단백질 분말로 만들 수 있다. 사실 번데기 3,800마리의 무게는 멸종 위기 종인 붉은목도리리머 한 마리에 맞먹는다.

곤충 양식에서 얻을 수 있는 또 하나의 상용품은 카민산이다. 카민산은 *var. Atlixco*의 손바닥선인장(*Opuntia ficus-indica*)에서 사육되는 연지벌레(*Dactylopius coccus*)에서 유래한다(2.4절 참조). 이 산은 인간 식품에 붉은 염료로 사용되며 제약 및 화장품 산업에서도 사용된다.

곤충은 해충을 막기 위한 용도나 수분(화분매개)용으로도 사육된다. 대규모 사육 기업은 생물학적 방제를 위해 포식자나 포식기생자 등의 익충을 대량 생산하고 있다(글 상자 8.2). 이 곤충들은 해충 방지를 위해 종종 과일, 채소 및 꽃 농가에 판매되며 대규모 재배 작물에도 사용되는데, 예를 들어 사탕수수 천공벌레를 막기 위해 알벌류(*Trichogramma* 종) 및 유생 포식 기생충(*Cotesia flavipes*) 등을 활용한다. 호박벌(*Bombus* 종) 및 꿀벌(*Apis* 종)은 농부들이 작물 및 과수를 수분(화분매개)하는 데 도움을 주기 위해 전 세계적으로 사육된다.

글 상자 8.2

#### 생물학적 방제 및 자연 수분(화분매개)

농업 해충을 막기 위한 천적 생산 및 작물 수분(화분매개)을 위한 꿀벌의 대량 생산은 전 세계적인 사업이다. 생물학적 작물 보호 및 자연 수분(화분매개) 분야에서 세계 시장을 선도하는 기업인 Koppert Biological Systems는 고부가가치 작물을 보호하기 위해 수분(화분매개) 시스템(꿀벌과 호박벌)과 IPM 프로그램을 개발 및 판매하고 있다.

생물학적 방제로 알려진 해충의 천적에는 포식자, 포식기생자 및 병원균이 있다. 포식자(예: 무당벌레)는 해충의 먹이를 먹음으로써 해충의 죽음을 초래한다. 기생자(예: 기생벌)는 숙주 곤충 몸속에서 기생하다가 결국에는 숙주를 죽인다.

계속

글 상자 8.2 계속

포식자와 기생자는 대량 사육한 후 야생이나 온실에 방출하여 해충을 막고 농작물 피해를 최소화한다. 곤충은 병원성 선충 및 바이러스의 생체 내 생산을 위해 사육된다. 이 곤충 제품들은 화학 성분이나 독소가 없고 무해하며 환경 친화적인 식물 보호 조치의 훌륭한 예이다. 이 곤충들은 일반적으로 많은 식품과 섬유 작물에서 주요 해충을 제어하기 위해 적용되는 IPM 전략에 포함된다.

IPM에서 흔히 사용하는 방법은 다수의 불임 곤충을 환경에 방출한 후 암컷 곤충을 낳고 이들을 수컷 곤충과 경쟁시키는 불임 곤충 기법이다. 암컷 곤충이 불임 수컷과 교미하면 자손을 낳지 못하므로 다음 세대의 개체군이 줄어든다. 불임 곤충을 반복적으로 방출하면 개체군을 박멸하거나 제어할 수 있다. 이 기술은 북미 지역의 가축 해충인 검정파리(*Cochliomyia hominivorax*)를 박멸하고 중미 지역에서 광범위한 과일 작물에 피해를 주는 지중해열매파리(*Ceratitis capitata*)를 제어하기 위해 성공적으로 사용되었다.

온대 지방에서는 기업들이 애완동물 식품 및 물고기 미끼용으로 곤충을 대량 생산한다. 가장 많이 사용되는 종은 귀뚜라미(*Grylloides sigillatus*, *Gryllus bimaculatus* 및 *Acheta domesticus*), 거저리(*Zophobas morio*, *Alphitobius diaperinus* 및 *Tenebrio molitor*), 메뚜기(*Locusta migratoria*), 태양 딱정벌레(*Pachnoda marginata peregrine*), 왁스 나방(*Galleria mellonella*), 바퀴벌레(*Blaptica dubia*), 집파리 구더기(*Musca domestica*)이다. 심지어 일부 기업은 *T. molitor* 유충에 유충 호르몬을 투약하여 거대 거저리 **Mighty Mealys™**를 생산하고 있다. 호르몬 처리를 한 유충은 번데기로 변하지 않고 약 4cm의 크기까지 성장하므로 애완동물 식품 및 미끼로 이상적이다.

일부 곤충은 의약적 목적으로도 사용된다. 예를 들어 흔히 볼 수 있는 녹색 똥파리(*Lucilla sericata*)는 구더기 요법에 사용하기 위해 생산된다. 소독된 살아 있는 파리 유충은 과사 조직을 청소하고 상처 부위를 소독하기 위해 인간이나 동물의 연조직 상처에 투입된다. 집먼지진드기는 알레르기 테스트를 위해 상업적으로 생산된다. 쿤밍에 위치한 중국 임업 아카데미의 자원 곤충의 연구소는 의료 응용 프로그램(**Feng 외, 2009**)을 위한 곤충 사육에 대한 광범위한 연구를 수행했으며 우주 식품으로서의 곤충 사용도 검토되고 있다(글 상자 8.3).

곤충을 사육하는 또 다른 이유는 식물 육종 및 화학 물질 관리(예: 비표적 절지동물 종에 대한 농약 검사 및 부작용 테스트)에 대한 연구를 위해서이다. 예를 들어 곤충은 교육 및 레크리에이션 목적을 위해 동물원과 나비 정원에서도 생산된다. 중국 문화의 귀뚜라미 싸움(2.1절 참조)이나 일본, 태국 및 베트남의 사슴벌레(*Lucanidae*) 같은 풍덩이 딱정벌레(*Lucanidae*) 및 장수풍덩이(*Dynastinae*)처럼 일부 국가에서는 곤충이 애완동물과 같은 역할을 한다.

곤충의 잠재적 용도는 방대한다. 최근에는 분노 및 폐기물의 생물전환에 곤충을 사용하는 방법도 연구되고 있다(7.4절 참조). 동물 사료나 인간 소비를 위한 곤충 생산을 촉진하기 위해, 애완동물 사료로서 이미 곤충을 생산하고 있는 기업과 같은 예를 참여시키는 것이 유용할 것이다(예: 거저리, 메뚜기, 귀뚜라미).

## 8.3 인간 소비를 위한 곤충 사육

### 8.3.1 열대

열대 지방에서 식용 곤충 사육의 가장 좋은 예는 귀뚜라미 농업이다. 태국에서는 쌍별 귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*)와 집 귀뚜라미(*Acheta domesticus*)의 두 가지 귀뚜라미 종이 생산된다. 토종 귀뚜라미는 경제적 측면에서 흥미로우나 일반적으로 집 귀뚜라미가

맛과 품질 면에서 더 우수한 것으로 생각된다(Y. Hanboonsong, 개인적 서신, 2012).

귀뚜라미의 베테랑 생산국인 라오스, 태국, 베트남에서의 귀뚜라미 사육 방법은 매우 유사하다. 이들 국가에서 귀뚜라미는 뒷마당의 헛간과 같은 곳에서 사육되며 고가의 장비가 필요하지 않다. 라오스 및 태국에서는 높이 약 0.5 m, 직경 0.8 m의 콘크리트 링이 사육 장치로 사용되며 베트남에서는 플라스틱 그릇이 사용된다. 각 "사육장"의 바닥에 쌀겨(또는 쌀 찌꺼기)를 놓는다. 영양 공급을 위해 닭 사료나 다른 애완동물 먹이, 호박 등의 채소 찌꺼기, 나팔꽃, 쌀, 풀 등을 공급한다. 물을 공급하기 위해 플라스틱 병을 사용한다. 돌을 가득 채운 물 접시를 사용하기도 하는데, 이때 돌은 귀뚜라미가 물에 빠지는 것을 막아준다. 접착 테이프 또는 플라스틱 테이블보를 가장자리 바로 아래 벽 안쪽에 붙여 귀뚜라미가 사육장을 기어 나오지 못하도록 한다. 골판지로 된 달걀 상자, 나뭇잎, 빈 통나무는 귀뚜라미를 위한 더 큰 공간을 만들기 위해 사용된다. 암컷은 태운 쌀겨와 모래로 가득 찬 작은 그릇에 알을 낳는다. 시간이 지나면, 이 그릇은 새로운 세대를 양육하는 다른 용기로 이동한다. 적절한 배양 온도를 유지하기 위해 각각의 그릇을 쌀겨로 덮는다. 모기장으로 사육 공간을 덮으면 귀뚜라미가 탈출할 수 없으며 도마뱀과 같은 다른 동물을 방지할 수 있다. 사육 공간은 아주 작은 물고기를 포함하는 좁은 물길인 "해자(moat)"에 의해 둘러싸여 있으며 이 해자가 개미의 침입을 방지한다(Yhoung - Aree 및 Viwatpanich: 2005, J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2008).

### 8.3.2 온대 지방

온대 지방에서는 대체로 가족 경영 단위의 곤충 양식이 이루어지고 있으며 거저리, 귀뚜라미, 메뚜기 등을 애완동물 사료용으로 대량 사육하고 있다. 온도가 높으면 부드러운 유충의 몸이 건조해질 수 있으므로, 보통 온도 조절 기능이 있는 좁고 제한된 공간에서 곤충을 사육한다.

곤충을 통째로 소비하거나 단백질 추출물 등을 소비하기 위한 대규모 곤충 사육은 선진국에서 가능하다. 성공적인 사육을 위한 핵심 요소로는 풍부한 생물학적 지식, 사육 환경 및 인공 사료 생산 등이 있다(Wang 외, 2004, Feng 및 Chen, 2009; Schneider, 2009). 영양가를 높이기 위해 사료를 변경할 수 있으며(Anderson, 2000), 조명을 조절하여 생산을 최적화할 수 있다. 예를 들어 귀뚜라미를 하루 24시간 동안 빛에 노출시키면 생산이 늘어난다(Collavo 외, 2005). 이러한 문제는 추가 연구가 필요하다.

#### 글 상자 8.3 우주에서의 곤충 단백질

우주 비행 시 곤충을 단백질원으로 사용하는 것은 바람직하다. 중국, 일본, 미국의 과학자들은 우주 여행 및 우주 정거장에서의 곤충 사용을 진지하게 검토하고 있다. 중국은 누에를 활용하는 생체 재생 생명 유지 장치의 지상 모델을 구축하는 방안을 계획하고 있다(DeFoliart, 1989; Katayama 외, 2008; Hu, Bartsev 및 Liu, 2010). 박각시(*Agrius convolvuli*), 인삼벌레(*Stegobium paniceum*) 및 흰개미(*Macrotermes subhyalinus*) 같은 종이 제안되었다(Katayama 외, 2005).

Cohen(2001)은 곤충 사육에 대한 전문가들의 관심이 부족하다고 비판했으며 곤충 사육과 곤충 식품 과학 및 기술을 학술 분야로 공식화하자고 제안했다. 고품질 사육은 인간 식품으로서 곤충을 광범위하게 사용하는 데 필수적이다.

또 다른 주요 과제는 대량 곤충 사육인데 이를 위해서는 자동화 공정을 개발해야 한다. 현재 누에를 대상으로 이러한 사육 방식에 대한 연구가 진행되고 있다(Ohura, 2003). 캐나다 맥길 대학교의 Robert Kok 및 동료들은 대규모 생산을 위한 최적의 곤충 농장 설계

연구를 수행하고 있다(Kok, 1983; Kok, Shivhare 및 Lomaliza, 1990)(표 8.1 참조). 그럼에도 불구하고 본격적인 사육을 막는 주요 요인에는 비용, 폐기물 스트림 공급의 불확실성, 일관된 고품질 제품 보장 능력 등이 있다.

표 8.1

#### 자동 생산 시스템에 적합한 곤충의 특징

개체군의 사회 구조	인간에 대한 반응
군생	길들이기 쉬움
작은 서식지	그다지 방해되지 않음
수컷이 암컷 그룹과 교미	적대적이지 않음, 불쾌한 냄새를 풍기지 않음
종 내부, 종 간의 적대적 행동	부모의 행동
동종에 대해 비투쟁적, 이종에 대해 비투쟁적 이타적	알을 보호함 유충이 조숙함 유충이 성충과 쉽게 분리됨
성적 행동	개체 발생
수컷 주도 움직임 또는 자세를 통한 성 신호 페로몬에 의해 유도됨 난잡 번식하기 쉬움	짧은 성장 주기 높은 유충 생존율 높은 산란율 높은 일일 바이오매스 증가 잠재력 낮은 질병/기생충 취약성
사육 행동	운동지 활동 및 서식지 선택
섬식 섭식자 흔한 식품 섭취 동족을 잡아먹지 않음 인공 사료 수용 내생적 포식량 공급	비이주성 정착성 또는 작은 집 범위 제한된 민첩성 높은 환경 수용성 생태학적 융통성

출처: Kok, 1983; Gon 및 Price, 1984

## 8.4 사료를 위한 곤충 사육

곤충은 전통적인 가축에 비해 사료를 체중으로 변환하는데 있어 훨씬 더 효율적이고 유기 폐기물 스트림(예를 들어 동물 슬러리)으로 사육할 수 있기 때문에 특히 유용하다. 식품 및 사료용 대규모 곤충 사육은 우선적인 연구 과제로 남아 있다. 현재의 생산 시스템은 여전히 비용이 너무 많이 든다. 네덜란드에서 진행된 한 연구(Meuwissen, 2011)에 따르면, 거저리 생산 비용은 정상적인 닭 사료 비용에 비해 4.8배 더 높다. 특히 대규모 곤충 사료 생산 시설에 투입되는 노동 및 주거 비용은 닭 사료의 생산에 비해 훨씬 더 높다.

## 8.5 곤충 양식에 대한 제언

2012년 1월 로마 FAO 본부에서 개최된 식량 안보 보장을 위한 식품 및 사료로서의 곤충의 잠재력을 평가하는 전문가 자문회의(Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food 및 Feed in Assuring Food Security)에서는 종 및 변종 수집에 대한 제언, 가축 단위 생산, 곤충 사육 교육, 사료의 선택 가능성, 비용 및 신뢰도, 산업 규모의 곤충 농가를 위한 전략적 문제, 안전성, 건강 및 환경 문제 등 곤충 사육에 대한 제언이 이루어졌다.

### 8.5.1 식품 및 사료용 종 및 변종 수집

전문가 자문회의에서는 열대 지방에서의 곤충 사육은 환경에 거의 위협을 제기하지 않으며 기후를 조절할 필요가 없고 현지 종이 문화적으로도 더 받아들이기 쉬우므로 현

지 종을 사용해야 한다는 데 합의했다. 선택 기준은 사육 용이성, 맛, 색, 사료로서의 사용 가능성 등을 포함해야 한다. 온대 지방에서는 집 귀뚜라미(*Acheta domesticus*)와 같은 국제 종이나 환경적 위험을 제기하지 않는 종을 사용해야 한다.

이 회의에서 최소 산업 생산 규모는 일일 곤충 생중량 1톤으로 정의되었다. 더구나 대량 생산용 종은 높은 내적 자연 증가율, 짧은 성장 주기, 높은 유충 생존율 및 산란율, 높은 일일 바이오매스 증가율(일일 체중 증가율), 높은 변환율(사료 1 kg당 바이오매스 증가율), 고밀도에서의 생존 능력( $m^2$ 당 바이오매스 kg) 및 질병에 대한 낮은 취약성(고저항성) 등의 특성을 보유해야 한다. 아메리카 동애등애(*Hermetia illuscens*) 및 갈색거저리(*Tenebrio molitor*)가 식품 및 사료로서 적합한 후보로 간주되었다. 생산 시스템의 취약성으로 인해 하나의 종에 크게 의존하지 않는 것이 좋다(글 상자 8.4). 마지막으로 문화 충돌이 발생할 경우, 부모의 유전 형질을 보존하는 것이 좋다.

전문가 자문회의에서 파악되고 논의된 다른 질문들은 다음과 같다.

- 대규모 자동화에 적합한가?(노동 비용을 절감할 수 있는가?)
- 타지역에서 사육 가능한가? 사육 대상 종을 타지역에 도입할 경우, 생물다양성에 어떤 결과를 가져오는가?
- 선택적 번식을 통해 종을 유전적으로 개량함으로써 고품질 변종을 얻을 가능성이 있는가?
- 곤충의 생태 발자국(예: 온실 가스 배출량)은 어떠한가?
- 물 요구 사항은 어떠한가?

### 8.5.2 가내 생산

열대 지방에서는 기존의 관리 시스템의 생산성을 극대화하는 방법을 강조해야 한다. 가정용 키트 등 소규모 농업을 위한 절차를 개발함으로써 사람들이 소규모 사육 시설을 쉽게 시작할 수 있도록 해야 한다. 곤충 사료는 현지에서 조달해야 한다. 사용 가능한 유기 폐기물(또는 폐기물 스트림)의 이용 가능성을 평가해야 한다.

#### 글 상자 8.4

##### 네덜란드 내 귀뚜라미 사육의 문제점

곤충 사육 회사 *Kreca*는 매주 10,000상자 이상의 귀뚜라미(*Acheta domesticus*)를 판매하곤 했다. 지난 2000년 이 회사가 사육하던 귀뚜라미의 50%가 8 ~ 12시간 이내에 사망했으며 이는 전에는 경험하지 못했던 개체군 붕괴였다. 덴소 바이러스가 사망 원인으로 의심되었으며 매우 철저한 위생 처방이 이루어졌다. 귀뚜라미 사체를 모두 제거하고 사육 시설을 전부 청소했으며 엄격한 위생 조치를 부과했다. 위생 프로그램뿐만 아니라, 사육장 위치를 이동하고 귀뚜라미 알을 철저하게 세척했지만 아무 소용이 없었고 결국 귀뚜라미 사육은 종료되었다. 농업에서 단일 재배를 회피하는 것과 같은 이유에서, 즉 병이나 해충에 대한 높은 취약성 때문에 단일 종에 지나치게 의존하는 방법은 권장되지 않는다. *Kreca*는 현재 집 귀뚜라미(*A. domesticus*), 쌍별귀뚜라미(*Gryllus bimaculatus*), 희시무루귀뚜라미(*Gryllodes sigillatus*)의 세 종을 사육하고 있으며 *G. sigillatus* 종이 경제적으로 가장 큰 가능성을 보이고 있다.

### 8.5.3 곤충 양식 교육

농부들은 서로의 경험에서 배울 수 있다. 협동 조합은 정보 공유에 효과적일 수 있으며 열대 지방과 온대 지방에서 추진해야 한다. 지식 공유 및 네트워킹 확대를 위한 워크숍도 조직해야 한다.

열대 국가에서 교육은 다른 농업 개발 환경에서도 성공적인 것으로 입증되었고 지역 농업 지도 기관의 참여가 필요한 "양식업자 학교" 방식을 사용하여 교육을 수행할 수 있다. 곤충도 다른 가축처럼 양식할 수 있다는 사실을 사람들에게 인식시키기 위해 초·중등학교, 대학교 등 정규 교육 시스템에 곤충 양식 교육을 통합해야 한다.

국립 라오스 농업대학에서는 이미 귀뚜라미 양식 과정을 학생들에게 제공하고 있다(12장 참조) 태국 콘캔대학 농업학부에서는 식용 곤충 양식을 포함하는 산업 곤충학을 학부 과정중에 포함시켰다. 또한 식량 안보를 위한 현지식품 자원 사용에 대한 연례 국제 교육 과정에서는 귀뚜라미 양식, 농업, 가공 및 마케팅 교육이 진행된다.

#### 8.5.4 사료의 선택, 비용 및 신뢰성

사료를 선택하기 위해서는 사료용 또는 식용 중 어느 용도로 곤충을 사육할 것인지를 알아야 한다. 곤충을 사료로 사용하는 경우, 여러 (유기 폐기물) 사이드 스트림을 평가해야 한다. 식용 곤충의 경우, 내장을 비우지 않는다면 사료 또는 식품 등급의 사료를 먹어야 한다. 폐기물 스트림은 식용 곤충에 적합하지 않을 수 있으며 이 분야는 추가 연구가 필요하다. 마지막으로, 사료는 저렴하고 현지에서 조달 가능해야 하며 품질과 공급이 일관되고 농약과 항생제가 없어야 한다.

#### 8.5.5 안전, 건강 및 환경 문제

식량 생산에서는 안전이 가장 중요하다. 곤충 사육자는 축산 업계의 실수(예: 항생제 과용)를 교훈으로 삼아야 한다. 질병 관리 전략은 본질적으로 예방적인 성격을 가져야 한다. 생산 시설 인력이 병원균의 수동적 매개체가 되거나 알레르기를 일으키는 등의 생산 관련 위험을 회피해야 한다. 또한 사육 시스템 설계는 질환에 대한 민감도를 최소화해야 한다. 각 종에 맞는 위험 지침과 위생 기준을 개발 및 구현해야 한다.

#### 8.5.6 산업 규모 곤충 농가에 대한 전략적 이슈

곤충 사육 산업의 성공은 안정적이고 일관된 생산량 구축 능력, 무엇보다도 영양가 높은 고품질 사료 및 식품 생산 능력에 달려 있다. 이를 위해서는 다음과 같은 과제를 해결해야 한다.

- 식용 및 사료용 곤충을 생산하는 국제 생산자 협회를 설립하여 기존 생물학적 방제를 위한 곤충 사육자 협회를 보완하고 협회 간행물 발간
- 작업/기준 규범(아마도 버섯 산업의 작업/기준 규범을 모델링한) 및 제품 품질 측정 기준을 개발하여 신뢰도 확보
- 일반 대중과의 커뮤니케이션을 지원하기 위한 업계 공통의 언어 채택
- 대상 산업 및 소비자를 설정하는 마케팅 전략 개발
- 식용으로서 "사회가 승인"하는 종 목록 작성
- 정보, 문헌, 방법 및 사례 중앙집중화
- 관련 정책 입안자 및 연구자와의 협력



# ***Memo***

## 9. 식용 및 사료용 곤충 가공

### 9.1 다양한 제품 소비 방법

야생에서 채집하거나 인위적으로 사육한 곤충은 태양 건조, 동결 건조, 삶기 등의 방법으로 가공된다. 곤충 가공 및 소비 방법은 통째로 소비, 분말 또는 반죽 형태의 소비, 식품 및 사료 제품의 영양 강화를 위한 단백질, 지방 및 키틴질 추출물 형태의 소비 등 세 가지이다. 산 채로 튀기거나 먹을 수도 있다.

전통적으로 식용 곤충을 소비해온 국가들도 식습관이 서구식으로 변화했다. 이 추세에 대응하기 위한 전략적 프로그램이 추진되어, 멕시코에서는 갈색거저리로 토르티야의 영양을 강화하고 있다(Aguilar-Miranda 외, 2002). 이 절에서는 유망한 식용 곤충 제품을 개발한 혁신적인 프로젝트의 예를 제공한다.

#### 9.1.1 식용 곤충

열대 국가에서는 종종 곤충을 통째로 소비하지만 메뚜기 같은 종은 몸체 일부를 제거해야 한다(예: 날개와 다리). 요리에 따라 굽기, 튀기기, 삶기 등의 방법으로 신선 곤충을 추가로 조리할 수 있다. 특히 라오스에서는 라임 잎을 곁들인 튀김 등 바로 먹을 수 있는 간식으로 곤충을 시장에서 판매한다.

#### 9.1.2 과립 또는 반죽 형태

가루내기나 제분은 매우 다양한 음식을 가공하는 일반적인 방법이다. 콩을 갈아 두부 또는 콩고기 등으로 바꾸는 것이 그 예이다. 고기는 햄버거 및 핫도그 같은 제품으로 가공되고 물고기는 피시 핑거와 같은 인기 있는 음식으로 가공된다. 식용 곤충은 이와 거의 같은 방식을 통해 더 맛있는 형태로 가공할 수 있다. 식용 곤충은 갈아서 종종 반죽 또는 분말 형태로 가공하거나 단백질 함량이 낮은 식품에 추가하여 영양가를 높인다. 곤충을 건조 및 분쇄하면 분말을 쉽게 얻을 수 있다. 태국과 라오스에서 물장군(*Lethocerus indicus*) 분말을 넣은 칠리 반죽은 주재료(현지어로 라오스에서는 *jaew maeng da*, 태국에서는 *nam phik*로 알려진)로 매우 인기가 높다. 물장군의 맛은 이제 인공적으로 재현되며 바로 사용할 수 있다. 곤충을 통째로 먹는 데 익숙하지 않은 사회에서는 소비자들이 과립 또는 반죽 형태를 더 잘 받아들일 수 있다.

#### 9.1.3 추출된 곤충 단백질

서구에서는 곤충이 음식 문화에서 중요한 역할을 차지한 적이 없기 때문에 소비자들이 곤충을 적절한 단백질원으로 받아들이기를 꺼려할 수 있다. 식용 단백질을 추출하는 과정은 이미 진행되고 있으며, 곤충에 대한 소비자들의 인식을 높이는 유용한 방법이 될 수 있다. 곤충 단백질을 분리 및 추출함으로써 식품의 단백질 함량을 높이는 것이 바람직한 경우도 있다. 그러나 이처럼 곤충을 사용하여 식품 영양을 보충하기 위해서는 추출된 단백질의 특성에 대한 폭넓은 지식이 필요하다. 이러한 특성들로는 아미노산 개요, 열 안정성, 용해성, 젤리화, 포밍, 유화성 등이 있다. 용매 내 용해도에 따라 추출된 단백질 그룹을 분리하면 식품 및 사료 산업의 특정 응용 분야에 모두 사용할 수 있는 수용성 및 비수용성 조각을 생산할 수 있다. 다른 방법으로는 특정 사슬 길이 단백질을 얻기 위한 효소

프로세스가 있다. 또 다른 단백질 분리 방법은 유동상 크로마토그래피 및 초미세여과이다.

현재 단백질 추출 비용은 터무니없이 높다. 프로세스를 개발하고 수익성과 산업 응용성을 높이기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다. 와게닌젠 대학교는 지속 가능한 식용 곤충 단백질 생산 프로그램(2010 ~ 2013)을 수행함으로써 곤충에서 단백질을 분리하여 인간 식품을 강화하는 방법을 모색하고 있다. *Supro2*라는 이름의 이 프로젝트에서 식용 곤충은 유기 사이드 스트림으로 사육되며 이후 단백질을 분리, 정제한 후 식품에 맞춰 특성이 정해진다. 경제적 타당성을 검증해야 하겠지만 추출된 곤충 단백질을 사료 제품에 사용하는 방법을 고려할 수 있다.

#### 9.1.4 유망한 식용 곤충 제품의 예

##### **SOR-Mite(단백질 강화 사탕수수 죽)**

식품 기술 연구소(*Institute of Food Technologists*)가 주최한 "개발 도상국을 위한 솔루션 개발" 대회는 개도국 내 삶의 질 향상을 목표로 새로운 제품 및 공정의 개발을 촉진하고 식품 과학 및 기술 응용을 촉진한다. 2009년 6월 미국 애너하임에서 열린 이 대회에서 대상은 흰개미로 강화된 사탕수수 혼합물인 *SOR-Mite* 프로젝트에 돌아갔다. 많은 아프리카 국가에서 자주 섭취되는 영양가가 낮은 곡물은 단백질과 지방 함량이 낮고 라이신과 같은 몇 가지 필수 아미노산이 부족하다. 때문에 우기가 시작될 때 쉽게 채집할 수 있는 영양가 높은 비행 흰개미(*Macrotermes* 종)로 곡물을 강화하는 것은 의미가 있다. 발효 혼합물은 지역민의 선호도에 따라 아침, 점심 또는 저녁 식사에 죽으로 사용할 수 있다. 두 재료는 현지에서 쉽게 조달할 수 있다(*Institute of Food Technologists, 2011*).

##### **케냐에서의 흰개미 크래커와 머핀**

동아프리카 빅토리아 호수 지역에서는 흰개미(흰개미목: 고등흰개미과), 호수 파리(파리목, 털모기과, 모기붙이과 및 하루살이목)와 같은 식용 곤충이 풍부하며 이들은 인간과 가축 모두에게 중요한 영양을 제공한다. 이 두 곤충은 높은 계절성과 부패성으로 인해 제한적으로 사용되고 있지만, 전통적인 요리 방법으로 이 곤충들을 가공하면 유통기한을 상당히 연장하고 지역 전체의 곤충 소비를 촉진할 수 있다. 국경 간 생태계에서 최근 실시된 한 연구에서는 현지에서 사용할 수 있는 곤충을 태양 건조, 굽기, 분쇄, 다른 재료와 혼합 등의 방법을 통해 식품으로 가공했다. 흰개미 및 호수 파리 기반 크래커, 머핀, 미트 로프와 소시지가 특히 높은 상업화 잠재력을 가진 것으로 드러났다(*Ayieko, Oriamo 및 Nyambuga, 2010*).

##### **Buqadilla**

*Buqadilla*는 네덜란드 시장에서 개발 중인 혁신적인 간식이다. 이것은 병아리콩 및 외미 거저리(40%)로 만든 매운 멕시코 *leguminoceous* 식품이다. 여러 레스토랑과 매점에서 식음 테스트를 진행한 결과, 이 제품은 맛과 부드러운 질감 등으로 호평을 받았다. 지속 가능하고 건강에 좋은 이국적인 간식은 서구 소비자들이 식용 곤충을 체험하고 식품으로서의 가치를 인정할 수 있는, 접근성이 높고 문화적으로 수용 가능한 방법의 예이다(*van Huis, Van Gorp 및 Dicke, 2012*).

##### **Crikizz**

*Crikizz*는 곤충으로 만든 또 다른 유럽 식품이다. *Ynsect*와 프랑스 학생들이 개발한 *Crikizz*는 거저리 및 카사바에 기반한 매운 맛의 스낵이다. 거저리 혼합물은 제품 라인에

따라 10~20%("보통"에서 "높음"까지)로 다양하다. 포커스 그룹에 따르면, 이 제품은 맛이 매우 뛰어나고 다른 스낵과 차별화되며 질감은 다른 간식처럼 바삭바삭하다. 프로토타입은 방부제나 풍미강화제를 사용하지 않고 만들었으며 거저리의 지방 함량이 높기 때문에 지방을 추가할 필요가 없다. *Crikizz*는 프랑스 국내 요리 혁신 대회인 *Eco-trophéla 2012*에서 상을 수상했다.

#### 애완동물 사료, 동물 사료 및 식품으로 가공된 거저리

중국 기업인 *HaoCheng Mealworm Inc.*는 거저리, 슈퍼거저리 및 구더기의 사육 및 판매를 전문으로 하는 기업이다. 2002년에 설립된 이 농장은 15개의 사육 시설을 갖추고 있으며 매월 살아 있는 거저리 및 슈퍼거저리 50톤을 생산하고 있다. *HaoCheng*은 매년 호주, 유럽, 북미, 동남아시아에 건조 거저리 200톤을 수출하고 있다.

거저리, 슈퍼거저리 및 구더기는 산 채로 판매되거나 건조, 통조림 및 분말 형태로 판매된다. 이들은 단백질 함량이 높아 식품뿐 아니라 사료 첨가제로 사용할 수 있다.

- **식품.** 거저리 가루는 빵, 밀가루, 인스턴트 국수, 파이, 비스킷, 사탕 및 양념으로 가공할 수 있다. 곤충은 식사 및 반찬으로 통째로 소비되거나 인체의 면역 체계를 강화하기 위한 의약 보충제로 가공할 수 있다.
- **사료.** 곤충은 통째로 직접 사료로 사용하거나 새, 개, 고양이, 개구리, 거북이, 새우, 전갈, 지네류, 개미, 금붕어 및 야생 동물 등의 애완동물을 위한 사료 보충제로 사용할 수 있다(*Hao Cheng Mealworm Inc., 2012*).

#### 9.1.5 추출된 지방

곤충 사료와 같은 곤충 제품을 생산할 때 지방(및 재)을 제거하면 농축 단백질의 "끈적거림"이 줄어들고 바람직하지 않은 산화 프로세스에 지방산(주로 불포화)이 노출되는 것을 방지할 수 있다. 추출된 지방은 이후 다른 용도로 사용할 수 있다. 전통적으로 어떤 곤충 종의 지방(예: 기름)은 육류 및 기타 식품을 튀기는 데 광범위하게 사용된다(글 상자 9.1).

##### 글 상자 9.1

##### 흰개미: 동아프리카 및 서아프리카의 가공 기술

- 날개 달린 흰개미는 자체 지방에 튀기는 경우가 많다. 튀긴 흰개미에는 단백질이 32 ~ 38% 함유되어 있다(*Tihon, 1946; Santos oliveira 외, 1976. Nkouka, 1987*).
- 우간다에서는 흰개미를 바나나 잎에 싸서 찐다.
- 흰개미는 분봉 후 삶거나 구우며, 그 후 날씨에 따라 햇볕에 말리거나 훈제한다(*Silow, 1983*).
- 때로는 절구를 이용해 가루로 빻아서 꿀과 함께 먹기도 한다(*Ogut, 1986*). 튀긴 흰개미의 지방 잔류물(*Bequaert, 1921*)은 콩고 민주 공화국의 아잔데족 및 피그미족이 오랫동안 조리한 방법과 같이 고기 요리에 사용할 수 있다(*Bergier, 1941*).
- 피그미족은 흰개미를 튀기거나 납작하게 눌러서 얻은 기름을 자신들의 몸과 머리에 사용한다(*Costermans, 1955*).
- 많은 동아프리카 도시 및 마을에서는 태양으로 건조한 흰개미를 제철에 지역 시장에서 살 수 있다(*Osmaston, 1951; Owen, 1973*).
- 보츠와나에서는 샌죽 여성들은 날개 달린 흰개미(*Hodotermes mossambicus*)를 채집하여 뜨거운 재나 모래에 굽는다(*Nonaka, 1996*).

## 9.2 산업 규모 가공

열대 국가에서는 식용 곤충의 사용에 대한 풍부한 전통적 및 문화적 지식이 존재하지만, 생산은 아직 가내 및 소규모 작업에 집중되어 있다. 온대 지방에서는 식용 곤충이 식품 및 사료 공급원으로 인식되지 않기 때문에 가공 기술이 거의 존재하지 않는다. 곤충이 유용하고 수익성 있는 식품 및 사료 원료가 되기 위해서는 양호한 품질의 곤충을 지속적으로 대량 생산해야 한다. 이를 위해서는 이 부문 개발의 장애물로 남아 있는 사육 및 가공 방법 자동화가 필요하다(표 9.1 참조).

표 9.1

대규모 식용 곤충 생산의 중요한 측면

표준화	가공 방법에 대한 동등한 모니터링
법률 제정	생산자를 위한 규정 및 지침 개발. 여기에는 사료 소싱 및 사료 소싱 표준(EU 내에서는 폐기물 금지) 및 탈주인, 질병 관리 등의 측면에서의 복지, 차단방역 등의 다른 요소가 포함된다.
유통기한	저장하기 쉽고 되도록 유통기한이 긴 최종 제품
수송	수송하기 쉬운 최종 제품
품질과 안전성 간의 균형	가공 중 (영양) 품질 유지 또는 증가
비용	현재 시장에서 판매되는 대체재와 유사한 제품 가격

### 9.2.1 산업적 곤충 사육의 예

*AgriProtein*(남아프리카 공화국)과 *Enviroflight*(미국)는 산업 규모의 곤충 사육 기업이다.

#### *AgriProtein*

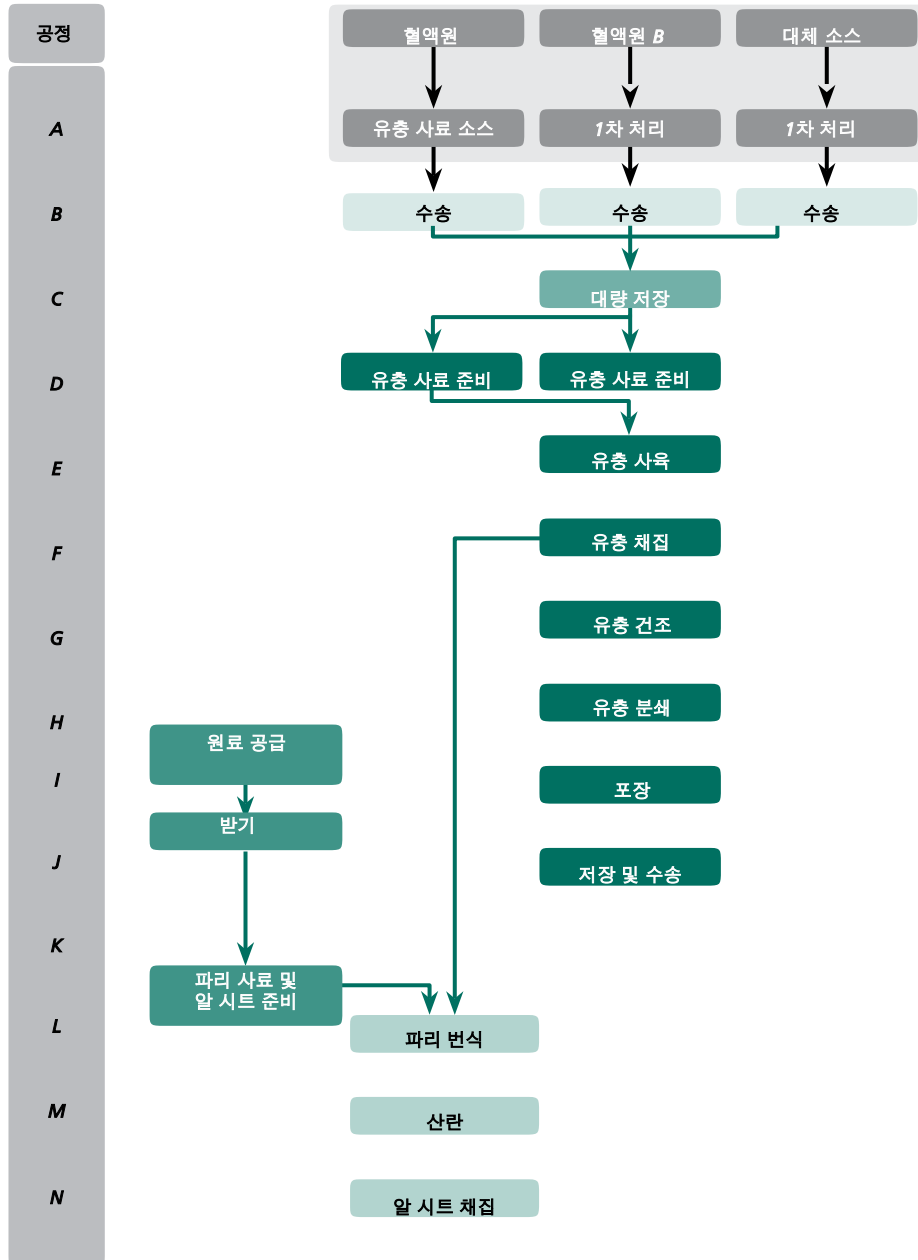
지속 가능한 사료 공급원에 대한 수요가 증가하는 상황에서 사료용 곤충 가공은 조만간 국제적인 현실이 될 것이다. *AgriProtein*은 증가하는 동물 사료 수요를 충족하기 위한 단백질을 생산하기 위해 유기 폐기물을 사용하는 영양소 재활용이라는 새로운 산업을 선도하고 있다. 이것은 증가하는 전 세계 인구에 물고기와 육류를 공급하는 데 초점을 맞춘 글로벌 프로젝트이다. 흔히 볼 수 있는 집파리 유충을 풍부한 폐기물 영양소 소스로 사육함으로써, *AgriProtein*은 지속 가능한 새로운 대규모 단백질 공급원을 개발하고 테스트했다. 생물 변환 공정을 통해 저렴한 비용으로 폐기물을 가치 있는 상품으로 만들어낸다.

생산 과정은 파리 75만 마리가 담긴 무균 케이지에서 파리를 사육하는 것으로 시작한다. 인간 배설물(인분), 도살장 혈액 및 식품 찌꺼기 등 다양한 유형의 폐기물이 사용된다. 종에 따라 파리 암컷 한 마리는 7일간 1,000개의 알을 낳으며 이후 이 알들은 유충으로 부화한다. 집파리 유충은 72시간 동안 세 개의 발달 단계를 거치며 번데기가 되기 전에 채집한다. 채집한 유충은 유동층 건조기에서 건조한 후 플레이크 형태로 가공하고 고객 선호도에 따라 포장한다.

이 제품에는 라이신, 메토닌, 트레오닌 및 트립토판 함량이 해양 어분과 비슷하고 시스틴 함량이 높은 9개의 필수 아미노산이 포함되어 있다. 대규모 사용자는 이 제품을 다량으로 필요로 하며 몇몇 애완동물 사료 기업들의 수요만 해도 월 1,000톤 이상에 달할 수 있다.

이 회사는 원래 이 제품을 실험실에서 소량 생산하기 시작했지만 최근 몇 년 동안 생산은 하루 수백 kg으로 증가했으며 조만간 일일 생산량이 1톤을 초과할 것으로 보인다. 최종 목표는 일일 100톤의 유충을 공급하는 것이다. 첫 번째 대규모 공장은 8백만 달러의 투자가 필요하며 독일, 남아프리카 공화국, 영국, 북아일랜드, 미국에서 출시가 계획되어 있다(그림 9.1 및 9.2 참조)(*Agriprotein, 2012*).

그림 9.1  
**Agriprotein의 파리 단백질 생산 과정**



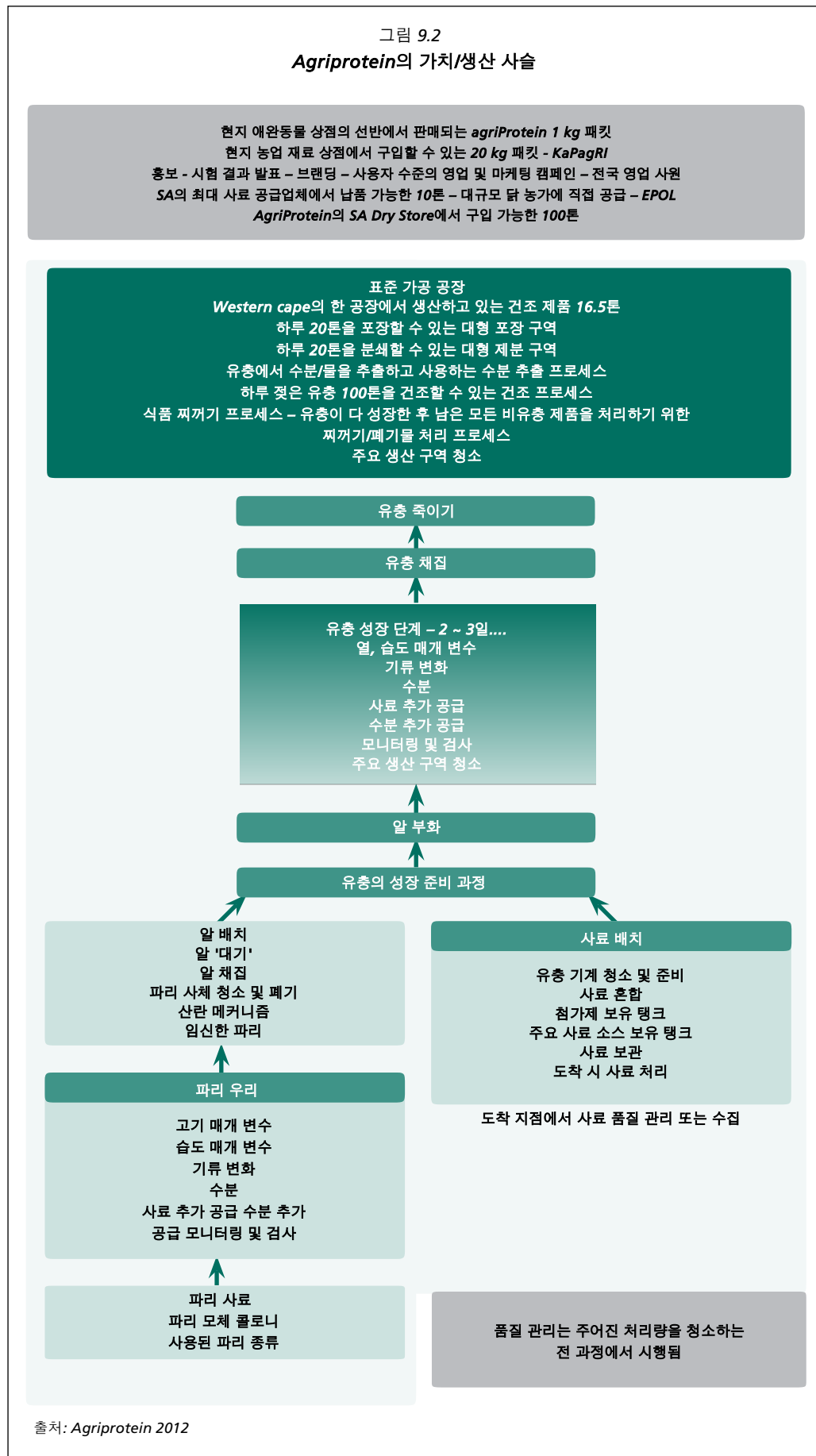
출처: Agriprotein 2012

### Enviroflight

Enviroflight는 또 다른 동물 사료용 곤충 생산업체이다. Enviroflight의 목표는 양식 사료용 동물 및 식물성 단백질을 생산하는 것이다.

Enviroflight는 양조장 곡물 찌꺼기 및 에탄올 공장에서 나온 용해성 물질이 포함된 말린 증류주 곡물을 사용한다. 아메리카 동애등에(*Hermetia illucens*)는 이 곡물을 먹고 자라며 곡물을 생물 변환한다. 등애의 똥은 킬라피아, 민물 참새우, 메기 및 기타 잡식성 어류를 위한 고단백, 저지방 사료가 된다. 이 물질은 돼지와 가축의 단백질 공급원으로서도 유용하다.

그림 9.2  
Agriprotein의 가치/생산 사슬





유충은 무지개 송어, 농어, 바스, 블루길 같은 육식 물고기를 위한 고단백, 고지방 성분으로 사용된다. 조리 및 건조 후 단백질 함유량 42%, 지방 함유량 36%의 사료로 변환된다. 과정 중 기름을 추출할 수 있으며 이 경우 단백질 함유량이 60% 이상으로 높아진다. *Enviroflight*는 현지에서 공급 가능한 성분 및 곤충 사료를 사용하여 여러 물고기 종을 위한 완벽한 사료 제조법을 다수 개발하고 테스트했다.

이 과정의 핵심은 곤충 유충이 양조장 또는 증류주 제조장의 곡물을 섭취한 직후 물질을 안정화함으로써 똥 내 암모니아 생성을 방지하는 것이다. 이렇게 함으로써 질소 수준을 고정시키고 냄새를 제거하며 곰팡이 및 곰팡이독 형성을 완화한다. 똥은 동물에게 안전한 천연 비료로 유용하다. 질소, 인, 칼륨 함유량은 채소 재배에 적합한 5%, 3% 및 2%다.

이 시스템은 독점 바이오리액터 시스템과 동물 사육장으로 구성되어 있다. 이것은 전 세계 모든 곳에서 사용할 수 있도록 설계되었으며 개발 도상국 내 운영을 위해 최적화할 수 있다. 사육장은 어떠한 기후에서도 교배 및 알 생산이 가능하다. 따라서 어떠한 날씨 조건에서도 알 공급이 지속된다(*G. Courtright*, 개인적 서신, 2012).

### 9.2.2 네덜란드 내 산업 규모의 식용 및 사료용 곤충 가공

네덜란드는 대규모 곤충 양식을 포함하는 혁신적인 공급망을 개발하고 있으며 식품 및 사료용 곤충 유래 제품을 마케팅하고 있다. 연구 기관들은 이 개발 프로세스를 지원하고 있다.

환경에 대한 순환 경제 및 이론 원칙(글 상자 9.2)은 환경, 경제학 및 충분한 영양, 건강한 식품 간의 상호 관계를 기반으로 한다. 곤충 공급 사슬은 원형으로 구성된다(글 상자 9.3). 이 사슬은 유기 폐기물에서 곤충을 사육하고 곤충을 식품 및 사료 성분으로 사용하는 것을 기반으로 한다. 이러한 배경에는 동물 단백질 수요가 증가하면서 기존 육류 생산의 부작용이 나타나고 폐기물 처리 문제가 증가하는 등의 상황이 존재한다.

공급망 파트너, 지식 기관, 비정부기구, 국가 및 지역 정부 기관들은 2020년까지 번영하는 곤충 산업을 육성하기 위한 로드맵을 갖고 있다(그림 9.3 참조). 2020년의 목표는 사육 곤충을 사료 및 식품 성분으로 출시하는 것이다.

#### 글 상자 9.2 환경 경제학

*Balasubramanian(1984)*은 "경제학은 이제 더 이상 생산 및 유통의 학문이 아니라 생산과 유통 모두에 영향을 미칠 수 있는 경제 활동이 생태계에 미치는 영향까지도 고려해야 한다"라고 말했다. 따라서 경제학은 단순히 상품과 서비스를 생산하는 방법을 연구하는 대신에 자원 사용이 환경에 미치는 영향도 고려해야 한다. 생산, 유통 및 개발에 대한 경제학적 연구는 외부효과, 오염, 손상, 고갈 등의 문제를 고려하지 않고는 완벽할 수 없다. 따라서 환경 경제학은 "환경과 경제 발전의 상관관계, 즉 환경을 파괴하지 않는 경제 발전 수단을 연구하는 경제학의 한 분야"로 정의할 수 있다(*Sankar, 2001*). 환경 경제학은 인간과 자연 사이의 상호 작용의 영향을 설명하고 조화를 유지하기 위한 인간의 해결책을 찾아내는 경제학의 한 분과이다. 곤충은 이러한 해결책을 찾는 데 중요한 역할을 할 수 있다.

## 글 상자 9.3

## 식용 곤충의 응용

연결 고리로서의 곤충: 생태에 의해 설계되는 순환 경제<sup>12</sup>

충분하고 저렴하며 지속 가능한 단백질에 대한 늘어나는 수요를 충족하기 위해, 다음과 같은 혁신 프로세스가 제안되었다.

- **생물변환기로서의 곤충.** 사료, 식품 및 제약 산업은 유기 폐기물에서 사육한 곤충에서 얻은 재료를 사용한다. 의학, 화장품, 주류 등의 응용 분야에 맞게 곤충을 가공할 수 있다.
- **실행 가능하고 지속 가능한 농업 부문을 위한 대안 설계.** 현재 농업 부문은 적은 투입물을 사용하여 더 많은 산출을 얻어야 하는 상황이다. 생산 능력을 확대할 수 없는 상황에서 점점 더 많은 기업들이 이러한 경쟁 압력을 감당할 수 없어 생산을 중단하고 있다. 유기 폐기물에서 사육되는 곤충은 기업들에게 매력적이고 실행 가능한 대안이 될 수 있다.
- **혁신적인 현대 기업을 위한 기회.** 네덜란드는 생명 과학 분야의 글로벌 리더이며 관련 지식을 보유한 많은 기업이 있다. 이러한 기업들은 이 농업 부문을 개발하는 데 있어 선도적인 역할을 수행할 수 있다.

곤충 파생 제품 마케팅의 잠재력은 다음과 같은 조건에 달려 있다.

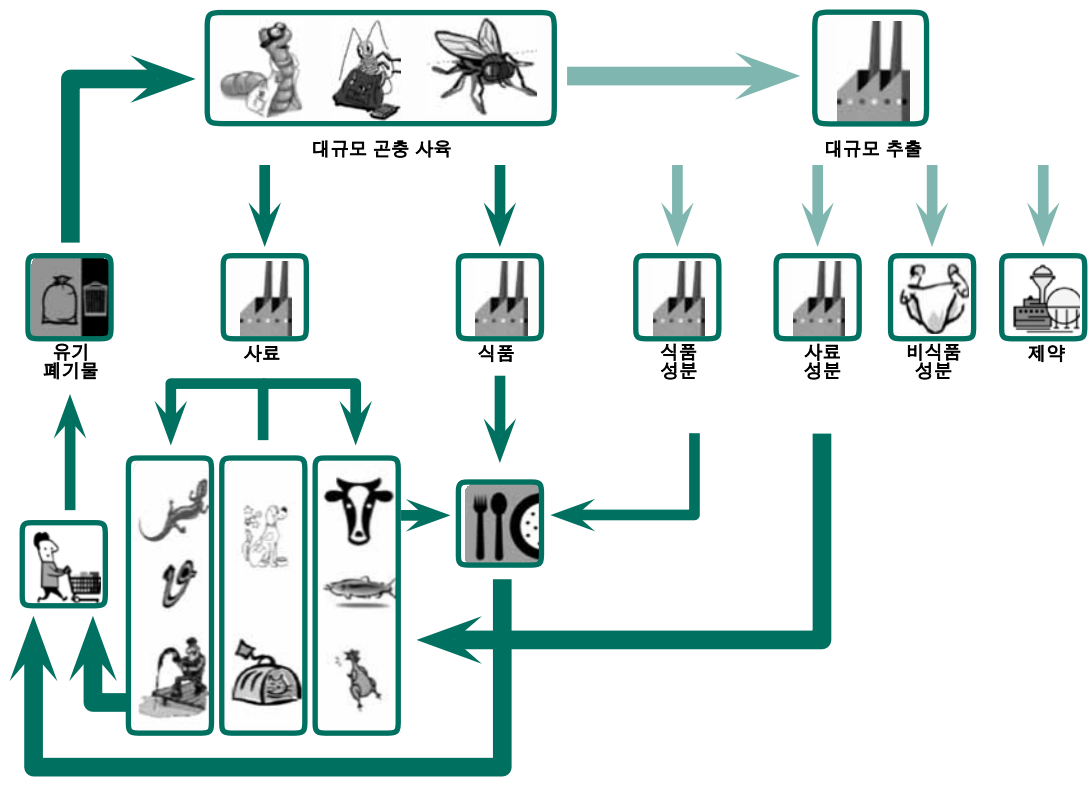
- 안정적인 대량 생산
- 공정하고 경쟁력 있는 시장 가격
- 입법 장애물 해결
- 식품 및 농업 산업에서 얻어진 (유기) 폐기물 또는 부산물 사용에 대한 허가

주요 문제는 다음과 같다.

- **생산 확대.** 대규모 생산은 단위 비용을 줄이기 위해 필요하다. 현재 곤충 제품은 일반 육류 제품에 비해 훨씬 더 비싸다. 거저리는 돼지고기보다 약 3배 더 비싸며 닭고기보다 약 다섯 배 더 비싸다. 동물 단백질 대체 제품의 경쟁력을 높이는 방법 및 노동이 주요 요인이다. 유럽 사료 부문에서 곤충 사용 비용은 100 kg당 € 100이다. 자동화 및 기계화 공정 강화에서부터 최종 제품 가공까지의 전 과정에 주의를 기울여야 한다(즉, 곤충을 통째로 가공하는 대신 곤충 분말 사용).
- **증가한 시장 및 소비자 수용도.** 핵심 요소는 공급망 파트너와의 긴밀한 협조 하에 사료 및 식품에 대한 시장 개념 및 비즈니스 사례를 개발하는 것이다. 곤충 농장의 매출을 높이고 이들이 시설 확장에 투자할 수 있도록 지원하려면 시장을 견인해야 한다.
- **국내 및 국제 법적 프레임워크.** 법적 프레임워크는 식품 및 사료 재료로서의 곤충 사용을 허용해야 한다. 곤충 사료 재료로 유기 폐기물을 사용하는 것도 법적 관심사이다. 유럽연합(EU) 신소재 식품 규정의 승인을 받기 위해서는 비용과 시간이 많이 소요된다. 단기적으로 법에서는 곤충에서 추출한 단백질의 사용을 허용하지 않는다. 유럽에서 실시되고 있는 전염성 해면상 뇌증 규제도 사료 성분으로서의 곤충 사용을 차단한다.
- **새로운 협력 및 자금 조달 모델 개발.** 대규모 생산 시설 구축, 경쟁 전 협업, 시장 수용을 높이기 위한 혁신적인 접근 방식, 새로운 형태의 자금 조달이 이 새로운 부문을 확립하는 데 필요하다.

<sup>12</sup>이 글 상자의 내용은 Venik의 Marian Peters의 도움을 받았다.

그림 9.3  
빠진 고리로서의 곤충: 생태계에 의해 설계되는 순환 경제



출처: M. Peters, 개인적 서신, 2012

# ***Memo***

## 10. 식품 안전 및 보존

식품 안전, 가공, 보존은 서로 밀접하게 연결되어 있다. 다른 육류 제품처럼 곤충에는 영양분과 수분이 풍부하여 미생물이 번식하기 좋은 조건을 갖추고 있다(Klunder 외, 2012). 맛과 풍미를 높이기 위해 삶기, 굽기, 튀기기와 같은 전통적인 방법으로 식용 곤충을 조리하면 식품 안전성도 함께 보장되는 추가적인 이점을 누릴 수 있다. 보존 방법을 선택할 때에는 문화적 선호도 및 감각적 측면이 중요한 역할을 한다. 현대적인 보존 방법에는 여러 가지가 있지만 다양한 곤충류의 생물학적 성분에 따라 높은 품질과 식품 안전성을 보장하기 위한 특정 조치가 필요할 수 있다. 식품 및 사료 목적의 곤충에 대해 최적의 보존 방법을 결정하는 것은 전 세계적으로 식용 곤충의 상용화에 중요한 요소가 될 것이다. 이 장에서는 주로 식품에 대해 다루지만 사료에도 같은 내용이 적용된다.

과학을 기반으로 하는 체계적 제도인 위해요소 중점 관리 기준(HACCP) 시스템은 특정 위험을 식별하고 식품의 안전성을 보장하기 위한 통제 시스템을 수립한다(FAO/WHO, 2001a). HACCP는 최종 제품 테스트에 의존하기보다는 본질적으로 예방적인 성격을 갖고 있으며, 생산 과정 전반에 걸쳐 물리적, 화학적 및 생물학적 위험을 제어, 식별, 평가하는 품질 보장 시스템으로서 세계적으로 인정받고 있다. HACCP는 일차 생산에서부터 최종 소비에 이르는 전체 식품 과정에 적용할 수 있으며, 이를 통해 식품 안전을 강화할 뿐 아니라 규제 당국의 검사를 보조하고 식품 안전에 대한 신뢰를 높여 국제 무역을 촉진할 수 있다. 따라서 곤충 공급망 전반에 걸친 HACCP의 채택은 식용 곤충 분야의 성공과 발전에 결정적인 요인이 될 것이다. FAO에 따르면 "HACCP 시스템은 가공 과정이나 기술 개발, 장비 설계의 발전과 같은 변화에 적응할 수 있다."(FAO/IAEA, 2001)

식용 곤충의 소비로 인해 중요한 건강 문제가 발생한 사례는 아직 보고되지는 않았지만(Banjo, Lawal 및 Songonuga, 2006b), 소비자 신뢰는 해당 제품의 안전에 대한 인식과 높은 상관 관계를 갖고 있다. 이러한 맥락에서 식용으로 섭취할 곤충에 대해 살충제를 살포하는 것은 영양 안전성은 물론 글로벌 시장 진출과 관련해서도 중요한 문제를 야기할 수 있다. 예를 들어 사육장에서 잡은 곤충은 울창한 숲에서 채집한 곤충보다 농약이나 중금속을 포함할 가능성이 더 높다는 사실은 자료로도 잘 알려져 있다. 멕시코 와하카 등의 지역에서 주로 채집되는 붉은 메뚜기인 차폴리네(*Sphenarium purpurascens*)에서 인근 광산으로 인해 높은 납 수치가 검출된 적도 있다(Handley, 2007). 아프리카에는 마을 주민들이 식용 곤충을 채집하는 지역의 사육장에 화학 물질의 사용을 규제하는 정책이 없는 국가가 많다. 대부분의 경우 화학 처리된 곤충 섭취가 가져올 수 있는 결과에 대해서는 거의 알지 못한 채 채집이 이루어진다(Ayieko 외, 2012)(이 주제에 대한 자세한 내용은 12장 참조). 그러나 식품 안전성은 야생에서 채집된 곤충뿐 아니라 양식 곤충에도 중요한 문제다.

### 10.1 보존 및 저장

곤충은 채집 후에 빨리 소비되는 경우가 많다. 그러나 일부 곤충은 국내 또는 장거리 판매를 위해 해외로 진출 또는 배송되기도 한다. 라오스와 태국 사이에서는 흔한 일이다.

살아 있는 곤충은 채집 즉시 씻어서 주로 냉장 보존 용기에 담겨 배송된다. 또한 튀기거나 삶은 곤충의 경우에는 냉동 방식이 권장된다.

모파인 애벌레 가공에 일반적으로 사용되는 방법인 일광 건조 방식으로 보존했다가 거래할 수도 있다(Allotey 및 Mpuchane, 2003)(글 상자 10.1). 일반적으로 일광 건조 방식이 사용되는 지역은 주로 기후가 건조하기 때문에 미생물 성장을 막을 수 있다. 그러나 습도가 높은 지역에서는 말린 유충에도 다시 습기가 배어 미생물의 성장을 촉진할 수 있다. 또한 곤충은 건조 과정에서 공기나 토양을 통해 재오염될 수 있다. 이러한 이유로 가공 중 위생 관습이 매우 중요하며, 섭취하기 전에 추가적으로 가열/생각하여 먹는 것이 좋다(Amadi 외, 2005; Giaccone, 2005).

세계 여러 지역의 현지 시장에서는 곤충을 튀김 또는 구이로 미리 조리하여 판매하는 경우가 많다. 이러한 경우에도 재오염 및 교차 오염 위험을 방지하기 위해 위생 처리가 중요하다. 각 가정에서 신선한 곤충을 위생적으로 조리해야 하고 세균으로부터 안전하도록 충분히 가열해야 한다. 식초 절임 등 다른 간단한 보존 방법들도 성공적인 결과를 보였다. 또 다른 예는 단백질 강화를 위해 곤충을 발효 식품에 사용하는 것이다. 젖산 발효 제품의 pH 수치가 내려가면 잠재적으로 유해한 미생물의 성장이 방지되므로 이 방법은 곤충과 발효 식품 모두에게 이익이 된다(Klunder 외, 2012).

네덜란드에서 곤충 가공 및 상업화 부문에서 일부 성공 사례를 만날 수 있다. 네덜란드 전문 상점에서는 식용으로 생산 및 특별 가공되는 세 가지 곤충류(갈색거저리 유충, 외미거저리 유충 및 이주 비황)를 찾아볼 수 있다. 내장 속을 비우기 위해 곤충을 하루 굵긴 후 통째로 동결 건조한다. 그 후 서늘하고 건조한 장소에 적절히 보관하면 상대적으로 유통기한이 긴(1년) 안전한 제품이 생산된다. 동결 건조의 추가 장점은 곤충의 영양적 가치와 수분 재흡수량이 유지된다는 점이다. 하지만 장애물도 남아 있다. 동결 건조 방식은 비용이 많이 들며 종종 긴사슬 불포화 지방산의 산화로 인해 제품의 영양 가치가 감소되고 "불쾌한" 냄새와 맛을 초래할 수 있다.

#### 글 상자 10.1 모파인 애벌레의 식용 가공

오염을 피해 안전한 제품을 보장하려면 가공 단계 전체에서 주의를 기울여야 한다.

##### 내장 속 비우기

- 구멍을 뚫어 내장 속을 제거한다.
- 내장 속을 비운 후 즉시 구멍을 막는다.

##### 건조

- 주머니(황마 또는 폴리프로필렌 재질)를 30분 이상 삶고 현장에서 사용하기 전 두 시간 이상 일광 건조한다.

##### 보관

- 애벌레를 넣기 전에 주머니가 깨끗하고 소독되어 있는지 확인한다.
- 끈으로 주머니를 즉시 묶고 솔기가 잘 처리되어 있는지 확인한다. 그런 후 폴리에틸렌 소재로 주머니를 감싸고 지상 환경과 습기로부터의 교차 감염을 방지하기 위해 높은 곳에 올려 놓아야 한다.

출처: Allotey 및 Mpuchane, 2003



자외선 및 고압 기술과 함께 적절한 포장 방법 등 다른 현대적인 보존 방법들도 실험해 보아야 한다. 특히 많은 양의 곤충을 동시에 가공해야 하는 경우에는 보존 방법 선택 시 유통기한(결과적으로 비용을 포함)을 연장하는 능력, 가공 과정에서 곤충의 영양적 가치를 보존할 수 있는 정도, 선택된 보존/가공 방법의 문화적 수용도 등 중요한 여러 요소를 고려해야 한다.

## 10.2 곤충의 특징, 식품 안전 및 항균성 화합물

곤충 식품 안전성에는 미생물 안전성, 독소, 불쾌한 맛, 무기 화합물, 퇴비 사료 사용 등 생물학적 성분으로 인한 몇 가지 고유한 문제가 포함된다.

분뇨 및 관련 유기 퇴비에서 개발된 곤충 사료는 박테리아, 세균 및 독소 문제의 원인이 된다. 이 문제 중 일부는 논문(Téguia, Mpoame 및 Okourou, 2002; Awoniyi, Adetuyi 및 Akinyosoye, 2004)에서 언급되기는 했지만 아직 충분히 연구되지는 않았다(5.2 참조). 문제는 곤충 비료 및 유기 폐기물에서 병원성 미생물 및 독소 물질을 분리할 필요가 있는지, 있다면 어느 정도로 분리해야 하는지에 있다.

### 10.2.1 미생물 안전성

곤충에는 식품 안전성에 영향을 미칠 수 있는 미생물이 포함될 수 있다. 자연에서 채집된 곤충과 농장에서 사육된 곤충 모두 박테리아, 바이러스, 곰팡이, 원생동물 등의 병원성 미생물에 감염될 수 있다(Vega 및 Kaya, 2012). 이러한 감염은 흔히 일어난다. 일반적으로 곤충 병원균은 척추동물 병원균과 분류학상으로 별개이며 인체에 무해하다고 볼 수 있다. 심지어 바실러스 (*Bacillus*) 속 중에서도 곤충 병원균 속 *B. thuringiensis*와 척추동물 병원균 *B. anthracis*는 수명 주기가 서로 다르며 겹치지 않는 것으로 보인다(Jensen 외, 1977). 또한 곤충의 장내 세균총에는 매우 다양한 미생물이 포함되어 있다. 이러한 유기물 역시 일반적으로 잠재적인 인간 병원체로 볼 수 없다. 마지막으로, 곤충 표피에는 식용 곤충 제품에서 기생 성장하며 심지어 식용 제품을 분해하는 미생물 등 다양한 미생물의 포자가 존재할 수 있다. 곤충에 이러한 미생물이 포함된 경우에는 식품 소비의 관점에서 미생물 오염으로 간주하고 대처해야 한다.

대부분의 열대 국가에서 곤충들은 장내 미생물을 포함해 통째로 섭취한다. 먹기 전에 창자를 비우거나(두 손가락으로 몸통에 압력을 가해 위장을 비움) 하루 또는 이틀 동안 굶기는 모파인 애벌레는 예외이다. 이 과정은 곤충 식품 제품의 미생물 성분에 영향을 줄 수 있다. 그러나 식용 곤충의 미생물 안전성에 대한 기존의 연구는 대개 곤충 채집 및 섭취의 전통적인 관행에 집중하므로 기생충 침입의 원인을 밝혀내기가 힘들다. 곤충을 양식하면 위생 관행 및 안전한 사료원을 더욱 잘 통제할 수 있어 잠재적인 미생물 위험을 완화할 수 있다.

많은 아프리카 국가에서 자주 섭취되는 모파인 애벌레의 위생 품질은 광범위하게 연구되어 왔다(Mpuchane, Taligoola 및 Gashe, 1996; Allotey 및 Mpuchane, 2003). 보츠와나에서 수행된 한 연구에서는 햇볕에 말린 Phane(모파인 애벌레, 황제나방 *Imbrasia belina*)의 품질 저하(키틴질 외골격의 천공과 곰팡이 성장으로 인한 색상 변화 및 속살 분해) 사례를 검토한 바 있다. 가장 자주 발견된 곰팡이는 누룩곰팡이(*Aspergillus*), 푸른곰팡이(*Penicillium*), 붉은곰팡이(*Fusarium*), 클라도스포륨(*Cladosporium*)과 조균류(*Phycomycetes*) 종이었다. 누룩곰팡이(*Aspergillus*), 푸른곰팡이(*Penicillium*) 및 붉은곰팡이(*Fusarium*)의 종 또는 변종은 곰팡이독 배출과 관련이 있다. Mpuchane, Taligoola,

및 Gashe(1996)는 제품 1 kg당 0 ~ 50 µg로 다양한 수준의 아플라톡신을 발견했으며 FAO가 규정한 최대 안전 수준은 kg당 20 µg이다. 감염된 식품을 장기간 자주 섭취할 경우 건강상의 위험을 초래할 가능성이 높다. 이 연구에서는 유충의 내장을 비우고 15 ~ 30 분 동안 끓인 후 천 또는 땅 위에 펼쳐서 1 ~ 3일간 일광 건조시켰지만 품질이 낮은 물, 곤충 매개체(예: 파리 및 기타 파리목), 토양과 같은 요인으로 인해 오염이 발생한 것으로 추정했다. 이 연구에서는 최고의 위생 품질을 유지하기 위해 애벌레를 채집한 후 신속하고 균일하게 건조하고, 시원하고 건조한 장소에서 가공 및 보관할 것을 권고했다.

서아프리카에서는 *Oryctus* 속에 속하는 세 가지 코뿔소 딱정벌레 종을 흔히 섭취한다. *O. monoceros* 및 *O. owariensis*는 코코넛 및 기름 야자나무 고사목에서 번식하며 *O. boas*는 부패한 식물과 분뇨 더미에서 발생한다. 이 세 딱정벌레 종 가운데 *O. monoceros*에서 포도상구균(*Staphylococcus aureus*), 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*) 및 셀레우스균(*Bacillus cereus*) 등 소비자에게 위험을 초래할 수 있는 병원성 박테리아가 발견되었다(Banjo, Lawal 및 Adeyemi, 2006a). 이러한 오염은 소매 및 구매 중 부적절한 처리와 취급 또는 공기 노출로 인해 발생했을 수 있다. 병원성 박테리아에 오염된 딱정벌레를 섭취할 경우 소비자에게 위험을 초래할 수 있으므로, 땅벌레 반건조 및 튀김을 판매하는 소매 유통 업체들에게 병원균을 제거하기 위해 제품을 적절히 가열하라는 지침이 권고되었다.

Klunder 등의 학자들은 양식 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*) 및 집 귀뚜라미(*Acheta domesticus*)의 미생물 함량을 연구하는 실험실 연구(2012)를 통해 위생적인 취급과 올바른 보관의 중요성을 강조했다. 몇 분 동안 곤충을 물에 삶은 경우 균주는 제거되지만 포자가 발아할 수 있으며, 약 30°C의 온도와 축축한 환경 등 유리한 조건이 주어질 때 박테리아가 성장하여 식품 부패를 초래할 수 있음이 밝혀졌다. 포자형성균은 곤충의 내장과 피부에서 발견되며 토양을 매개로 할 가능성이 있다. 냉장고 사용이 포함되지 않는 대체 보존 기술로는 건조 및 산성화가 있다. 10 ~ 20%의 구운 거저리 유충 분말을 포함하는 밀가루/물 혼합분을 젖산 발효시키면 성공적으로 산성화되고 장내세균 및 세균 포자를 통제함으로써 유통기한과 안전성을 보호하는 효과가 있음이 입증되었다.

또 다른 실험에서는 슈퍼거저리(*Zophobas morio*), 갈색거저리(*Tenebrio molitor*), 벌집 나방(*Galleria melonella*), 버터웜(*Chilecomadia moorei*), 집 귀뚜라미(*Acheta domesticus*) 등 양식 가능성이 있는 다섯 가지 곤충류에 대한 화학적, 물리적 및 미생물적 분석이 이루어졌다. 분석 샘플에서는 살모넬라(*Salmonella*)와 리스테리아(*Listeria monocytogenes*) 중 어느 것도 발견되지 않았으며 이 곤충들은 인간에게 위험을 초래할 미생물상을 유인할 가능성이 거의 없다는 결론에 도달했다. 그렇지만 미생물을 제거하거나 미생물 함량을 감소시키는 방법이 여전히 권장된다. 여기에는 요리(예: 삶기 또는 굽기) 또는 살균이 포함될 수 있다(Giaccone, 2005).

잠재적인 미생물 위험과는 반대로, 일부 식용 곤충은 항균 펩티드를 포함하는 것으로 알려져 있다. 예를 들어 일반 집파리(*Musca domestica*)의 유충에서 얻은 새로운 펩타이드(Hf-1)는 대장균(*Escherichia coli*), 녹농균(*Pseudomonas aeruginosa*), 살모넬라 티피뮤리움(*Salmonella typhimurium*), 지하적리균(*Shigella dysenteriae*), 포도상구균(*Staphylococcus aureus*) 및 고초균(*Bacillus subtilis*) 등 식품 병원균의 번종을 억제하는 것으로 확인되었다. 또한 오렌지 주스에도 포함된 Hf-1의 존재로 인해 곤충이 식품 방부제로서의 잠재력을 가지고 있음이 드러났다(Hou 외, 2007).

### 10.2.2 독소

독소가 있는 것으로 간주되는 일부 곤충류는 예방 조치를 취한 후 소비된다(글 상자 10.2). 카메룬과 나이지리아에서는 *Zonocerus variegatus*를 요리하기 전에 미지근한 물에 가열한 후 물을 갈아주는 방법(Barreteau, 1999)으로 준비해야 한다(Morris, 2004).

마찬가지로 짐바브웨와 남아프리카 공화국의 *Tessaratomid Encosternum*(=*Natalicola delegorguei*)는 눈에 닿으면 심한 통증, 심지어 일시적 실명을 일으킬 수 있는 독 쏘는 체액(Faure, 1944; Bodenheimer, 1951)을 배출한다(Scholtz, 1984). 이 때문에 이 곤충을 섭취할 때에는 먼저 가슴을 누르고 미지근한 물에 넣어 체액을 제거한다.

#### 글 상자 10.2

##### 남부 아프리카의 노린재(*Nezara robusta*)

노린재(*Pentatomid*) 벌레는 남부 아프리카에서 광범위하게 섭취된다. 이 중에는 브라치스테기아(*Brachystegia*) 숲과 블루검(*Eucalyptus globulus*) 농장에서 흔히 발견되는 노린재(*Nezara robusta*)가 포함된다. 노린재(*Pentatomid*)의 또 다른 유형인 금노린재는 그늘진 환경의 해발 1,200 m 높이에서 *Uapaca kirkiana*, *U. nitida*, *Brachystegia spiciformis* 및 *B. floribunda*와 같은 나무가 있는 환경에서 발견된다. 이름에서 알 수 있듯이 이 벌레는 강한 냄새를 발산한다.

냉혈 동물인 곤충은 추운 조건에서 움직이지 않으므로 여성들은 채집하기 쉽도록 주로 이른 아침에 이 벌레를 채집한다. 채집하는 사람들은 나무에 있는 벌레를 흔들기 위해 한쪽 끝이 고정된 주머니가 달린 통나무 또는 긴 대나무 장대로 나무 몸통을 때린다. 이렇게 잡은 벌레를 나무 바구니에 담아 옮긴 다음 먹기 위해 미지근한 물에 넣어 준비한다. 이때 벌레에서 나오는 쓴 체액이 손가락에 닿으면 갈색으로 오염되고 눈에 닿으면 고통스러울 수 있기 때문에 주의가 필요하다. 물에 넣으면 벌레가 쓴 체액을 배출하면서 강력한 냄새가 사라진다. 벌레를 끓는 물에 넣으면 안 된다. 바로 죽으면서 독이 배출되지 않기 때문이다. 이렇게 세척을 마치면 벌레는 녹색을 잃고 옅은 황금색으로 변한다. 이러한 상태에서 약간의 물과 소금으로 요리한다. 이 벌레는 일반적으로 간식이나 반찬으로 섭취되며 남은 것은 현지 시장에서 판매한다. 벌레 세척에 사용한 물은 흰개미 퇴치에 유용한 살충제라고 한다.

출처: Bodenheimer, 1951; Morris 2004

이탈리아 동북부의 *Carnia* 지역에서는 아이들이 *Zygaena* 속(*Zagrobelyny* 외, 2009) 밝은색 나방의 달콤한 모이주머니를 먹는 것이 일반적이다(모이주머니: 많은 연체동물, 곤충, 새의 식도가 넓어진 부분으로, 음식을 축적 및 보관하고 소화를 시작하는 역할을 함). 이 나방은 분해 시 독소가 있는 시안화 수소를 방출하는 시아노겐 당질을 포함한다. 여기에는 매우 소량의 독소 물질과 함께 다양한 당분이 다량 함유되어 있다. 어린이들은 나방이 많은 초여름에 나방을 잡아 분리한 후 모이주머니만 먹는다.

그러나 곤충 소비로 인한 부작용에 대한 보고서도 제한적으로나마 존재한다. 나이지리아 서남부에서는 계절성 누에 *Anaphe venata*를 섭취한 후 떨림, 운동능력저하, 다양한 수준의 의식 장애가 특징적으로 나타나는 운동능력저하 증후군이 보고되었다(Adamolekun, 1993; Adamolekun, McCandless 및 Butterworth, 1997). 추가 연구에서는 이러한 반응이 이 지역 소비자들에게서 나타나는 구조적인 영양 부족 현상과 관련이 높다고 밝혀졌다. 이 지역에서는 티아민과 결합하는 시아노제네틱 글리코사이드를 포함하는 탄수화물을 주로 섭취하여 티아민이 다소 결핍되기 쉽고, 계절 식품에 포함된 티아미나아제로 인해 계절에 따라 티아민 결핍이 악화되는 경향이 있다. 이에 따라 같은 티아미나아제를 포함하는 *A. venata*에 대해 거부 반응을 일으킨 것이다.

식용 곤충이 위험할 수 있는 특성을 가진 경우가 가끔 있다. 예를 들어 독소 물질이 포함된 털을 가진 애벌레의 섭취는 매우 위험할 수 있다. 이 털은 태워버려야 한다(Muyay, 1981).

### 10.2.3 불쾌한 맛

콩고 민주 공화국에서 *Bouvier(1945)*는 다리를 제거하지 않고 메뚜기와 비황을 섭취했다가 메뚜기 경골(정강이 뼈)의 큰 가시가 장에 걸려 번비가 발생한 경우를 목격했다. 이 경우 유일한 치료 방법은 수술을 통해 창자에서 다리를 제거하는 것뿐이다. 마찬가지로 인도네시아 자바섬 동쪽에서는 소화되지 않는 키틴질 찌꺼기가 장 내부 곳곳에 축적되어 심한 번비를 일으킬 수 있는 붉은 애기뿔소똥구리(*Lepidiota spp.*)를 다량 섭취한 환자들이 발생하여 결국 수술로 치료해야 했다(*Kuyten, 1960*). 비황의 습격 이후 죽은 원숭이를 부검한 결과, 비황의 섭취가 같은 이유로 치명적으로 작용했음이 밝혀졌다. 현재 네덜란드 시장에서 판매되는 이주 비황 제품인 *Bugs Locusta*의 제품 라벨에는 섭취 전에 곤충의 다리와 날개를 반드시 제거해야 한다고 명시되어 있다.

### 10.2.4 무기 오염

지방, 외피(외골격), 생식 기관, 소화관 등 곤충의 여러 신체 부위 세포에서 환경으로 인한 유해 금속이 발견되었으며 이러한 부위에서 금속이 축적된다는 사실이 밝혀졌다. 예를 들어 갈색거저리 유충(*Tenebrio molitor*)에 대한 연구 결과, 유충이 이 금속을 포함하는 토양의 유기물을 먹으면 체내에 카드뮴과 납이 축적되는 것으로 나타났다(*Vijver 외, 2003*). 그러나 *Lindqvist* 및 *Block(1995)*은 허물을 벗을 때마다 유충 체내에 축적된 카드뮴이 일부 사라지며 변태 후에는 더 많은 양의 금속이 사라진다는 사실을 밝혀냈다. 인간이 곤충을 소비할 때 이 같은 현상이 어떤 결과를 나타낼지에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.

또 다른 관심사는 비황과 메뚜기 등 식용 곤충 내 농약 흡수 문제로, 대량 섭취 시 문제가 발생할 수 있다. 이러한 위험은 화학물질 사용에 대한 통제가 어려운 야생 환경 내 전통적인 곤충 채집 및 소비 관행에 있어 중요한 관심사이다(글 상자 10.3). 그러나 이러한 부분은 화학적 유해성을 크게 통제할 수 있는 곤충 사육에 또 다른 잠재적인 이점이 있다는 것을 의미하기도 한다.

#### 글 상자 10.3 호주에서의 보공나방

매년 봄, 보공나방(*Agrotis infusa*)의 거세미는 호주 동부의 저지대 번식지를 떠나 가혹한 여름 환경을 탈출한다. 이들은 호주 남동부의 눈 덮인 산과 빅토리아 알프스까지 최대 1,000 km를 이동해 해발 1,200 m의 바위 사이에 위치한 동굴과 틈새에 있는 대규모 서식지에서 여름을 보낸 후 가을이면 집으로 돌아간다. 이 유충들은 밤에 주택과 다른 건물의 조명에 매료되므로 이주하는 동안 종종 성가신 존재로 간주된다.

한때 이 지역에서 호주 토착민들이 횃불의 열과 연기를 사용하여 나방을 채집했다는 기록이 있다. 토착민들은 이 맛있고 단백질과 지방이 풍부한 음식을 배불리 먹었다. 그러나 *Green* 등의 연구(2001)에 따르면 이 곤충들은 제초제가 사용된 지역의 식물로부터 번식지까지 치사량에 근접하는 다량의 비소를 옮기는 것으로 밝혀졌다. 이 지역에 수백만 마리의 나방이 모여들기 때문에, 알프스의 여름나기(월동과 비슷한 개념) 지대에 비소가 농축되어 피해를 주고 있다. 비소는 동굴 내부의 토양과 유수 퇴적물 지역의 잔디에서도 발견되었다.

출처: *Green 외, 2001*

### 10.3 알레르기

#### 10.3.1 식용 곤충에 대한 알레르기 반응

면역 글로불린  $E(IgE)$ 의 영향을 받는 민감한 사람들은 대부분의 단백질 함유 식품과 같이 절지동물에 대해서도 알레르기 반응을 일으킬 수 있다. 이러한 알레르기 유발 항원은 습진, 피부염, 비염, 결막염, 충혈, 혈관 부종, 기관지 천식의 원인이 될 수 있다. 아토피 병력(알레르기 과민 반응)이 나타나거나 장기적인 노출을 통해 알레르기 민감성이 발현되기도 한다. 이는 자연 상태에서 피부나 점막을 통해 알레르기 유발 물질을 흡수하거나 흡입하는 경우가 대부분이다(Phillips 및 Burkholder, 1995; Barletta 및 Pini, 2003). 또한 꿀벌과 말벌의 독(경피 알레르기 유발 항원)에 대한 알레르기 반응도 잘 알려져 있다.

이러한 곤충과 지속적으로 접촉하는 사람들, 즉 학자, 실험실 종사자(딱정벌레, 바퀴벌레, 비황, 검정 파리, 귀뚜라미, 나방이나 파리와 주로 작업) 및 농업과 산업 노동자(작업 중 콩바구미, 곡물바구미, 버섯파리, 수채파리, 집파리, 누에 또는 파리와 나방의 유충인 물고기 미끼와 접촉)들이 이런 알레르기에 가장 취약하다. 알레르기 반응이 나타나는 원인에는 바퀴벌레 배설물이 포함된 먼지의 흡입, 애벌레 털과 피부에 대한 접촉이 포함된다. 예를 들어 연구 조사에 따르면 *T. molitor* 유충과 자주 접촉하는 사람들은 특정 알레르기 반응성이 나타날 위험이 있다(Senti, Lundberg 및 Wüthrich, 2000; Siracusa 외, 2003). 이와 밀접한 관련이 있는 외미거저리(*Alphitobius diaperinus*) 종도 마찬가지다. 알레르기 반응의 증상에는 눈과 코의 염증(*T. molitor*)과 가려움증, 코 염증, 천식 및 피부 발진(*A. diaperinus*) 등이 있다(Schroeckenstein 외, 1988; Schroeckenstein, Meier-Davis 및 Bush, 1990). 두 종 사이에서 교차 반응성이 발생할 수도 있다. 즉, 한 곤충류의 특정 알레르기 항원에 대한 항체가 또 다른 알레르기 항원을 식별하여 해당 곤충에 알레르기 반응을 일으킬 수 있다. 교차 반응이 절대적인 것은 아니며, 사람에 따라 특정 곤충의 알레르기 항원에 다량으로 장기간 노출되어도 다른 곤충에 대해서는 교차 반응 없이 해당 곤충에 대해서만 알레르기 반응을 일으키는 경우도 있다. 여러 가지 곤충과 다른 절지동물이 함께 나타날 수 있는 가정 환경에서, 알레르기가 모든 절지동물에 의해 발생하는 다중 민감성인지 무척추동물에 대한 일반적인 알레르기 민감성(교차 반응)인지를 판단하기는 쉽지 않다(Barletta 및 Pini, 2003). 바퀴벌레, 진드기, 새우 등에 포함된 트로포미오신(근육의 수축을 조절하는 액틴 결합 단백질)은 알레르기를 유발하는 것으로 보고되었다. 예를 들어, 진드기 항원에 계속 노출되어 집먼지 진드기에 대해 알레르기 반응을 보인 일부 환자들은 해산물 트로포미오신에 대해서도 민감한 반응을 보이기 시작했다(Reese, Ayuso 및 Lehrer, 1999). 이러한 연구 결과는 해산물 등에 알레르기가 있는 사람이 식용 곤충 섭취 시 알레르기 반응을 경험할 수 있다는 점을 시사한다.

곤충 섭취를 통해 유발된 알레르기에 대해서는 어느 정도의 내용이 알려져 있다. 예를 들어, 꿀벌의 유충에는 꽃가루가 포함되어 있기 때문에 꽃가루 알레르기가 있는 사람들은 꿀벌 유충을 먹지 않는 것이 좋다(Chen 외, 1998). 메뚜기목(*Orthoptera*) 섭취 시 천식 증상이 나타난 사례도 보고되었다(Auerswald 및 Lopata, 2005). 라오스에서 실시한 연구에서, 곤충을 소비한 경험이 있는 응답자가 물장군에 대해 알레르기를 일으켰으며 다른 모든 식용 곤충과 함께 새우에 대해서도 알레르기 반응을 보였다고 한다(J. Van Itterbeeck, 개인적 서신, 2012). 이 결과는 식용 곤충을 요리 및 섭취하는 과정에서 곤충을 만지고 삼킬 때 민감성이 나타날 수 있다는 가능성을 시사한다. 삶거나 끓이는 등의 가공 방법이 알레르기 요소를 파괴할 것인지는 의문이다(Phillips 및 Burkholder, 1995). 그러나 대다수의 사람들은 곤충에 대한 노출 및 곤충 섭취로 인해 알레르기 반응이 일으킬 위험이 그다지 크지 않으며, 특히 상당한 양의 알레르기 항원에 장기간 노출되어 절지동물 또는 곤충에 대해 알레르기 민감성을 나타낸 경험이 없는 사람들은 특히 그러하다.

#### 글 상자 10.4 알레르기-위생 가설<sup>13</sup>

알레르기는 유병률이 훨씬 더 낮은 개도국과는 달리 서구인들 사이에서 증가하고 있는 문제다. 위생 가설에 따르면, 서구인들의 알레르기 유병률이 높은 이유는 장내 기생충 등의 병원체에 대한 노출 부족 및 증가하는 유년기 예방 접종 관행에 있다고 한다.

대부분의 기생충에는 키틴질이 포함되어 있으며, 키틴질 및 장내 기생충에 대한 노출도 차이가 인구 집단 간 알레르기 유병률 비대칭성의 핵심 원인이라고 보는 것이다. 인간 위액에 존재하는 키틴나아제는 기생충 감염에 대한 반응 및 알레르기 환경과 관련이 있는 것으로 추정되어 왔다.

키틴질 및 키틴질이 천식과 알레르기를 유발할 가능성에 대한 연구 결과, 반응은 키틴질 물질의 입자 크기에 달려 있는 것으로 밝혀졌다. 즉, 중간 크기의 키틴질 입자는 알레르기 염증을 유발하지만 소형 키틴질 입자는 오히려 염증 반응을 줄이는 효과를 가져올 수 있다(Brinchmann 외, 2011). 곤충 섭취에 따라 키틴질 섭취가 늘어날 경우, 천식 및 알레르기가 발병할 것인지는 예측할 수 없다. 그러나 연구 결과가 시사하는 것처럼 만약 알레르기가 어린 시절의 키틴질 물질에 대한 노출 부족으로 발생한다면, 유년기 곤충 소비를 증가시킬 경우 더 나아가 성인기 알레르기를 예방하는 효과를 나타낼 수도 있을 것이다.

<sup>13</sup> 본 글 상자 작성에는 N. Roos의 도움을 받았다.

출처: FAO/WUR, 2012

#### 10.3.2 곤충 표피의 주요 구성 요소인 키틴질의 면역 효과

자연에서 두 번째로 가장 풍부한 다당류인 키틴질은 질소를 포함하며, 일반적으로 곰팡이, 갑각류(예: 게, 가재, 새우) 및 곤충처럼 하급 생물에서 흔히 발견되고 포유 동물에서는 발견되지 않는다. 키틴질/키틴질 파생물의 항바이러스 및 항암 활동에 대해서는 전부터 잘 알려져 왔지만 키틴질의 면역 효과는 최근에서야 인정되었다.

(Lee, Simpson 및 Wilson, 2008). 최근 연구에 따르면, 키틴질은 선천성 및 후천성 면역 반응에 대해 크기에 따라 복합적인 효과를 가지고 있음이 증명되었다(Lee, Simpson 및 Wilson, 2008 참조). 여러 연구 결과에서 키틴질이 알레르기 항원임이 시사되기도 했다(Muzzarelli, 2010). 그러나 키틴질과 그 파생물인 키토산(키틴질의 탈 아세틸화를 통해 상업적으로 생산)은 알레르기 항원으로 작용하기 보다는 특정 집단의 면역 반응을 개선시킬 수 있는 특성을 가지고 있음이 밝혀졌다(Goodman, 1989; Muzzarelli, 2010; H. Wichers, 개인적 서신, 2012)(글 상자 10.4 참조). 키틴질이 병원성 박테리아 및 바이러스에 의한 감염에 대한 비특이성 숙주 내성을 유도함으로써 사람의 알레르기 반응을 감소시킨다는 징후가 존재한다. 게다가 키틴질은 면역 체계의 기능을 향상시키는 잠재력을 보이기 때문에 현재 가축에 사용하는 항생제에 대한 유망한 대안이 될 수 있다(H. Wichers, 개인적 서신, 2012). 의료 및 산업용 목적을 위한 키틴질 사용에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다.



## 11. 생계에 도움이 되는 식용 곤충

농촌 지역에 사는 사람들, 특히 가난한 사람들에게 있어 숲과 나무는 중요한 식품원이자 현금 소득원이다. 6천만 명의 토착민을 포함하여 전 세계 최빈곤층 중 약 3억 5천만 명이 일상 생활 영위 및 장기적인 생존을 위해 산림에 의존하고 있다(FAO, 2012a). 곤충은 많은 지역 사회에서 동물 단백질의 주요 원천이며 식생활 다변화를 위해 중요하지만, 대부분의 국가에서 곤충을 먹는 행위는 생존의 문제이지 개인의 선택 문제가 아니다. 사실 곤충 소비의 대부분은 선택이 아닌 필요에 따라 이루어지며 곤충은 지역 문화의 일부이다. 하지만 곤충이 계절적 식량 부족 현상에 대한 중요한 완충 역할을 하는 것도 사실이다(Dufour, 1987). 곤충은 중요한 식품일 뿐 아니라 식품, 농업 필수품 및 교육 등 기본적인 지출을 충당할 수 있는 자금원이다(Agea 외, 2008; Hope 외, 2009).

어떤 지역에서는 식용 곤충 거래가 주요 소득원이며 곤충을 채집하는 사람들이 채집한 모든 곤충을 항상 직접 소비하는 것은 아니다. 곤충은 사회의 최빈층과 특히 여성 및 어린이를 포함하는 개도국 내 많은 사람들에게 생계를 꾸려갈 수 있는 중요한 기회를 제공한다. 리우 +20 회의 이후의 관점에서 식용 곤충과 같은 산림 자원을 이용하여 경제를 "녹화(greening)"한다면 아직도 세계의 많은 지역에 존재하는 사회적, 경제적, 지역적 불균형 및 불평등을 해소하는 데 도움이 될 수 있다(FAO, 2012d). 이 장에서는 곤충을 통해 얼마나 지역 주민의 식생활을 개선하고, 지역 자원에 대한 접근성 및 토지 점유권을 강화하며, 여성의 생계를 향상시킬 수 있을지 구체적으로 살펴본다. 곤충의 경제적 기여도(판매 및 현금 소득)에 대한 내용은 12장에 제시되어 있다.

### 11.1 소형 가축 부문의 식용 곤충

축산 부문은 전 세계 사람들의 소득과 생계를 제공하는 데 중요한 역할을 담당하며 농업 부문 국내총생산의 40%를 차지한다(Steinfeld 외, 2006). 이처럼 동물 제품에 대한 수요가 증가하고 있는데도 돼지, 염소, 닭과 같은 고전적인 가축 종을 넘어서는 가축의 존재는 아직 미미하다. 그러나 곤충과 같은 소형 가축(4장에서 정의)은 경제 다변화를 위해 중요한 의미를 지닐 수 있다.

곤충 사육은 도시, 도시 근교, 농촌 지역에서 이루어질 수 있으며 이를 통해 공간을 효율적으로 사용할 수 있다(Ooninx 및 de Boer, 2012). 특정 곤충을 사육하려는 시도가 이루어져 왔지만 독거미와 같은 대부분의 종은 야생에서만 채집할 수 있다(C. Munke, 개인적 서신, 2012). 소형 가축 사업은 다음과 같은 이점을 갖고 있다(FAO, 2011b).

- 최소한의 공간 요구
- 곤충 사료가 인간이 섭취하는 음식과 직접적으로 겹치지 않음
- 공급을 증가하는 수요가 존재함
- 강한 번식력
- 짧은 기간에 현금 유입 가능
- 대부분 높은 재정적 수익 창출
- 영양이 풍부하며 인체 영양의 일부임
- 사료를 단백질로 효율적으로 변환
- 관리가 비교적 용이함
- 수송이 용이함
- 사육하기 쉬운 경우가 많고 간단한 교육으로도 가능

다른 소형 가축과 곤충은 농촌은 물론 도시 소비자들에게도 판매할 수 있기 때문에 다양한 시장을 지원한다. 많은 경우, 농촌 주민들이 소형 가축을 마을 내에서 판매하지만 곤충은 수송이 용이하므로 예를 들어 버스, 트럭 또는 자전거를 사용하여 도시 시장으로 쉽게 수송할 수 있다. 곤충 사육은 다른 생계 전략을 보완할 수 있다. 또한 많은 공간이 필요하지 않기 때문에, 농지를 소유한 사람과 소유하지 않은 사람 모두 곤충을 사육할 수 있다(FAO, 2011b).

가정에서 곤충을 생산하는 경우에는 농장과 같이 통제된 시설에서 곤충을 사육하며, 지속적인 생산이 이루어질 경우 소득을 연중 일정하게 창출할 수 있어 일부 곤충의 계절성을 극복할 수 있다. 지속적인 소득 흐름은 많은 가정에 저축을 촉진하고 학비 등 정기적인 지출을 감당할 수 있는 능력을 제공한다(FAO, 2011b). 또한 생계 다변화에 기여할 수 있기 때문에, 야생에서의 곤충 채집을 경시해서는 안 된다. 예를 들어, 아프리카의 일부 지역에서는 곤충의 이용 가능성에 따라 곤충 소비가 연간 총 육류 소비에서 차지하는 비중이 2 ~ 30% 사이에서 변동하는 것으로 추정된다(FAO/WUR, 2012).

대부분의 소형 가축 사육은 자원을 많이 요구하지 않으므로 여성, 남성, 노년층은 물론 어린이들도 맡아 수행할 수 있다. 야생 및 시설 내 곤충을 사육하고 채집하는 데에는 일반적으로 아주 소규모의 초기 투자만 필요하며 나중에 조금씩 투자를 늘릴 수 있어 경제적으로 위험 부담이 적다. 인프라 투자에는 그물, 플라스틱 시트, 용기 등이 포함된다(Hanboonsong, 2010). 따라서 곤충 사육 및 채집은 농지 비소유자와 같은 소외 계층의 평등한 경제 성장 참여 및 개입에 긍정적으로 기여할 수 있다.

## 11.2 지역 식생활 개선

농촌 주민들이 채집한 대부분의 곤충은 개인에 의해 소비되지만 이러한 상황은 지역과 종에 따라 크게 다를 수 있다. 개인이 소비하고 남은 잉여분은 현지 및 지역 시장에서 판매되는 경우가 많다. 예를 들어 인도네시아, 파푸아 지역의 원주민 사회에서는 주민들이 식생활을 다양화하기 위해 60 ~ 100종류의 식용 곤충류를 소비한다. 사고야자(*Metroxylon sagu*)에서 채집한 검은 야자 바구미(*Rhynchophorus bilineatus*)와 같은 잉여분은 시장에서 판매된다. 야자 바구미는 이 지역에서 가장 많이 소비되는 곤충류이다(글 상자 11.1). 100 ~ 120마리의 유충을 담은 주머니 한 개의 가격은 지역 시장에서 달걀 20개 및 쌀 3 kg에 상당하는 미화 2.11달러이다(Ramandey 및 Mastrigt, 2010). 그러나 일부 곤충은 가게 소비보다는 상업적인 판매 목적으로 더 많이 채집된다. 게다가 비공식적인 경우가 많지만 비교적 많은 상업적 곤충 거래가 일반적으로 인정을 받고 있으며 기록으로 남아 있다.

식용 곤충은 맛 때문에 소비되는 경우가 많지만 식량 공급이 부족할 때 식품을 제공하는 역할도 한다. 비상 식량 확보가 곤충 소비의 가장 일반적인 이유는 아니라는 점은 주지해야 한다. 2003년 킌샤사에서 실시된 한 설문 조사에서는 도시 인구의 70%가 영양적 가치와 맛 때문에 모파인 애벌레를 먹는 것으로 보고되었다. 그러나 다른 단백질 공급원을 찾기가 어려운 시기에는 곤충이 식단의 중요한 부분을 차지한다. 중앙 아프리카 공화국에서는 산림 거주민의 95%가 단백질 섭취를 위해 곤충에 의존한다(FAO, 2004). 곤충은 때로는 산림 거주민들에게 필수 단백질(아미노산 등), 지방, 비타민, 미네랄의 유일한 공급원이다.

전 세계 많은 지역에서 곤충 소비는 두 가지 이유에서 계절적인 성격을 갖는다. 첫째, 지역 주민들이 주로 제철 식물을 섭취하고 둘째, 가공 및 보존 방법이 부족하여 남은 식품을 저장하기가 어렵기 때문이다. 서부 및 중앙아프리카뿐만 아니라 아마존의 일부 지역에서는 사냥 고기와 물고기를 얻기 어려운 우기에 식용 곤충 소비가 크게 증가한다(2장 참조). 곤충들은 우기에 더 풍부하므로 이 기간 동안 지역 식생활의 중요한 부분을 차지하고 필수 영양소를 제공한다.

## 글 상자 11.1

뉴기니 섬의 영양과 생계의 중요한 원천인 붉은 야자 바구미  
(*Rynchophorus ferrugineus*)

뉴기니(파푸아뉴기니 및 인도네시아) 섬의 농촌 주민들은 곤충과 친밀한 관계를 맺어왔다. 이 지역에서는 많은 곤충류들이 생계를 위한 식생활의 중요한 부분을 차지하고 있다. 여기에는 딱정벌레 유충 및 성충(하늘소과, 풍뎡이과 및 바구미과), 매미(매미목 *Homoptera*), 대벌레(대벌레목 *Phasmida*), 흰개미(흰개미목 *Isoptera*), 하루살이(하루살이목 *Ephemeroptera*), 말벌 유충(벌목 *Hymenoptera*), 애벌레와 나방(나비목 *Lepidoptera*), 잠자리 유충(잠자리목 *Odonata*), 메뚜기와 비황(메뚜기목 *Orthoptera*), 많은 거미류(거미강 *Arachnida*) 등이 포함된다. 그러나 사고야자나무 줄기에서 자라는 붉은 야자 바구미(*Rhynchophorus ferrugineus papuanus*) 유충이 이 섬에서 가장 널리 소비되는 곤충이다. 바구미 유충을 채집하기 위해 많은 나무를 잘라 내는 특별한 축제 행사가 열리기도 한다. 섬 시장에서는 사고전분(*Metroxylum rumphii* 등 몇몇 야자나무 줄기에 저장된 탄수화물에서 얻은)의 부산물로 사육되는 유충을 흔히 볼 수 있다. 한 연구에서는 파푸아뉴기니 라예의 시장에서 마을 여성들이 40마리(250 g)의 유충을 미화 약 1달러에 판매하는 모습을 기록한 바 있다. 유충을 구워서 팔면 12 ~ 15마리에 미화 0.5달러를 받는다.

주민들은 유충을 굽거나 삶거나 구워 먹고, 사고 팬케이크에 유충을 넣어 팬케이크의 영양가를 높이기도 한다. 이 섬에서는 사고가 주식이지만, 사고 전분에 단백질이 부족하기 때문에 지역 주민들은 붉은 야자 바구미를 통해 부족한 단백질을 섭취한다. WHO에 따르면 바구미 유충 100 g에는 182 kcal의 열량, 6.1%의 단백질, 13.1%의 지방, 9%의 탄수화물, 4.3 mg의 철, 461 mg의 칼슘, 다른 비타민과 미네랄이 포함되어 있다.

출처: Mercer, 1997

### 11.3 자연 자원에 대한 접근성 및 토지 점유권

천연자원에 대한 접근성은 생계 개선에 중요한 요소이다. 곤충 채집은 토지 점유권을 강화하고 천연자원에 대한 보존 책임을 강화하는 데 도움이 될 수 있다.

곤충은 많은 농촌 지역에서, 특히 채집에 일반적으로 참여하는 여성과 아이들이 쉽게 접근할 수 있는 소득원을 제공한다. 곤충을 채집하기 위해 땅(농지 또는 산림)에 접근할 수만 있으면 최소 비용(즉, 기본 채집 장비)으로 자연에서 직접 손쉽게 곤충을 채집할 수 있다. 토착민, 여성, 노인 같은 사회 취약 계층에게 있어 땅에 대한 접근성은 전통적으로 생계 수단을 개발하는 데 방해 요소로 작용해 왔기 때문에 식용 곤충 채집에도 장애물이 될 수 있다. 곤충은 일반적으로 공공 산림에서 채집할 수 있다. 따라서 토지에 대한 직접 접근성이나 점유권이 필요한 많은 기존 농업 활동에 비해 곤충 채집 활동에 대한 접근성은 훨씬 개방되어 있다고 볼 수 있다. 자연에서의 곤충 채집은 기주 식물을 죽이는 약용 식물 또는 등나무 등의 *NWFP* 채집에 비해 산림 자원을 훨씬 덜 파괴한다. 따라서 지속 가능한 방식으로 수행되는 한, 곤충 채집을 중요한 식량 안보 보장 요소로 보아야 한다.

이용할 수 있는 야생 식용 곤충이 줄어들면 곤충 채집이 더 어려워질 수 있으며 곤충 소비 및 거래 감소로 이어질 수 있다. 때문에 보존 및 관리 조치를 마련하여 곤충과 환경을 보호해야 한다(Young-Aree, 2010)(4.3절 참조). 지방 당국은 곤충 채집이 지역 주민의 생계에 기여하고 있음을 인식해야 한다. 주민들이 천연자원의 관리에 참여함으로써 얻을 수 있는 혜택을 인식하고 나면, 곤충을 채집하는 토지(산림)를 보호해야 한다는 점을 깨닫고 기꺼이 동참하려고 할 것이다.

남획과 과잉채집이 우려되는 상황에서 채집으로 인해 절지동물 개체 수가 고갈된 사례는 거의 기록되어 있지 않다(글 상자 11.2). 과잉채집이 발생했다는 주장이 제기된 일부 사례의 경우, 나중에서야 곤충 개체 수 감소가 자연적인 개체 수 변동 및 주기의 일부였다는 사실이 밝혀진 경우도 있다. 채집보다 사육을 통해 더 많은 곤충을 채집할 수 있기 때문에 곤충 채집에 의존하는 가난한 사람들이 생계를 박탈당할 위험도 존재한다.

#### 글 상자 11.2

##### 캄보디아 거미

하루 소득이 2달러에 불과한 캄보디아의 많은 가난한 농민들에게 거미 판매는 중요한 소득원이다. 현지에서 *A-ping*이라고 불리는 타이 제브라 타란툴라인 타이 제브라(*Haplopelma albobstriatum*) 종은 일반적으로 캄퐁툼 시장의 *Skuon* 노점이나 수도 프놈펜의 음식점에서 튀김으로 판매된다. 거미는 낮에 숲이나 캐슈너트 농장에서 채집된다. 행상들은 굴을 파서 거미를 찾는 채집가로부터 살아 있는 거미를 사들여 하루 100 ~ 200마리의 거미를 판매한다. *Skuon*에만 약 열두 개의 업체가 있다. 문제는 이 거미들이 채집으로 인해 언젠가는 멸종될 것이라는 우려이다. 행상들은 거미 개체 수의 급격한 감소를 보고하면서 농부들이 나무를 베고 숲에 불을 지르기 때문이라고 비난하고 있다(Yen, Hanboonsong 및 van Huis, 2013).

### 11.4 여성의 참여

많은 개발 도상국에서 농촌 지역 사회, 특히 여성과 토착민 같은 사회 취약 계층은 곤충처럼 빈곤에 대해 완충 역할을 하는 천연자원에 크게 의존한다(글 상자 11.3). 예를 들어 남아프리카 공화국 림포포 주의 110가구를 대상으로 다양한 생물자원의 사용에 대한 연구 조사를 실시한 결과, 빈곤 가구들은 야생 약초와 과일뿐 아니라 식용 곤충 등 천연자원을 광범위하게 사용하고 있는 것으로 나타났다(Twine 외, 2003). 그러나 천연자원에 대한 접근은 때때로 역사적, 문화적 이유로 제한된다. 예를 들어, 많은 국가에서 토지 상속권을 여성에게도 확대했음에도 불구하고, 여성들이 권리를 주장할 수 없는 상황이나 관습적 제약 때문에 여성의 토지 소유에 어려움을 겪고 있다. 지역 천연자원, 더 나아가 식용 곤충 등의 야생 식품에 대한 평등한 접근을 보장하는 것은 식량 안보 보장에 있어 여전히 핵심적인 요소이다.

여성은 특히 개발 도상국에서 농촌 경제의 중추이다. 그러나 이들은 토지, 신용, 필수품(개량 종자 및 비료 등), 기술, 농업 교육 및 정보와 같은 중요한 자원에 접근하는 데 있어 여전히 어려움을 겪고 있다. 연구에 따르면, 농촌 여성의 역량을 강화하고 이들에게 투자할 경우 생산성이 크게 향상하고 농촌 가정의 생계가 개선되며 기아와 영양실조가 감소할 수 있는 것으로 나타났다. 여성이 생산 자원에 대해 남성과 동일한 접근 권한을 가질 경우, 농장 수확량이 20% 또는 30% 증가할 것으로 추정된다. 또한, 농업 성별 격차를 해소할 경우 100 ~ 150만 명의 사람들이 기아에서 벗어날 수 있다(FAO, 2011c).

전 세계적으로 많은 여성들은 중소 규모의 산림 기반 사업에 종사하며 소득을 위해 임산물에 의존한다. 이들은 식용 곤충 등 여러 *NWFP*의 채집, 가공, 판매 활동에 적극적으로 참여하고 있다. 한 연구에 따르면, 카메룬의 도시와 농촌 시장에서 설문 조사에 응한 *NWFP* 상인 1,100명 중에서 94% 이상이 여성이었다. 같은 연구에 따르면, 콩고 민주 공화국에서는 남성보다 여성이 사냥 고기 거래에 더 많이 참여하고 있으며 킨샤사 시장에서는 여성이 사냥 고기 상인의 80%를 차지했다(Tieguhong 외, 2009). 그러나 대부분 이

러한 활동은 자연에서 비공식적으로 이루어지고 있으며 여성들은 여러 이유로 가정에서 더 많은 책임을 지고 있어 공식적으로 경제에 완전히 참여할 수 없는 상황이다. 여성들은 낮은 기술 및 교육 수준을 보유하고 있거나 이에 대해 충분히 인정받지 못하고 있으며 **NWFP** 판매 소득은 사업 확장보다는 가계를 위해 소비하는 경향이다(**FAO, 2007**). 중소 규모의 산림 기반 사업은 식용 곤충 부문의 기회를 제공하여 빈곤을 줄이고 평등을 촉진하며 산림 및 다른 천연자원을 보호한다.

곤충 채집, 가공 및 판매에 참여하기 위한 진입 요건이 비교적 낮기 때문에 여성과 아이들은 식용 곤충 부문에서 적극적인 역할을 수행한다. 남부 짐바브웨에서는 모파인 애벌레의 채집, 가공(내장 속 제거, 볶기, 건조), 포장, 혼합 및 거래를 전통적으로 여성이 담당해 왔다(**Hobane, 1994; Kozanayi 및 Frost, 2002**)(글 상자 12.1). 여성들은 소도시 및 소규모 비즈니스 센터에서 소규모로 모파인 애벌레를 주로 판매하지만(**Kozanayi 및 Frost, 2002**), 남성은 수익성이 더 높은 장거리 및 대량 거래망을 장악하는 경향이 있다. 여성들이 호소하는 더 큰 문제는 다른 나라에서 판매하기 위해 모파인 애벌레를 수송하는 일이 너무 복잡하다는 것이다. 때문에 여성들은 일반적으로 도로, 버스 터미널 및 지방 시장을 따라 형성된 공개 시장에서 채집해 온 애벌레를 소량으로 판매한다. 곤충을 채집 및 가공하는 대부분의 여성들은 지역 사회 출신으로서 전통적으로 이동 수단이 거의 없다. 이들은 또한 농사일, 식량 수확, 요리, 아이 돌보기, 빨감 모으기 및 물건기 등 많은 가사 임무를 맡고 있다.

멕시코에서는 여러 인종 집단 사이에서 식용 곤충을 찾고 채집하며 준비하고 마케팅하여 판매하는 과정에서 성별이 중요한 역할을 한다는 사실이 연구 조사 결과 드러났다(**Ramos Elorduy, Carbajal Valdés 및 Pino, 2012**). 상대적으로 접근하기가 쉬운 곤충류는 주로 여성과 아이들이 해당 곤충을 채집하는 경향이 있다. 독이 있는 곤충이나 위험한 환경에 사는 곤충은 일반적으로 남성이 채집한다. 또한 여성이 채집하는 곤충은 보통 가족을 위한 음식으로 사용되는 데 반해, 남성이 채집한 곤충은 최종적으로 도매 시장에서 판매되는 경우가 많으며 다량의 곤충이 채집된 경우에는 특히 그러하다. 이 과정에서 여성들은 소매 시장에서 곤충을 판매함으로써 남성을 지원한다. 여성들이 판매하는 곤충으로는 메뚜기, 노린재(**Jumiles**), 자이언트 메스키트 벌레(**Thasus giagas**)(**xamues**), 작은 딱정벌레, 매미, 나비와 나방의 미성숙 유충, 개미(여왕을 포함하는 **Atta** 종, **chicatana**), 무봉침 벌 등이 있다. 물론 지역 시장에서 가장 잘 팔리는 곤충 제품은 무봉침 벌에서 얻은 꿀이다(**Ramos Elorduy, Carbajal Valdés 및 Pino, 2012**).

### 글 상자 11.3 식용 곤충 소비와 토착민

토착민들은 자연환경과 공생하며 생계를 위해 천연자원에 크게 의존한다. 때문에 이들은 곤충을 어디서 어떻게 찾아내는지와 채집을 준비하는 다양한 방법에 대한 귀중한 지식을 보유하고 있다. 이 지식은 식량이 부족한 시기에 특히 중요하다(**Ramos Elorduy, 1984**).

호주 원주민(**Aborigine**)들은 식용 곤충 등의 "사냥 고기"를 애용하며 원주민 문화의 중요한 부분으로 여전히 채집하고 있다. 원주민들이 전통적으로 소비하는 곤충 중 잘 알려진 곤충으로는 식용 딱정벌레 유충과 애벌레(꿀벌레나방 애벌레), 꿀개미, 개각충, 러프와 보공나방(**Agrotis infusa**) 등이 있다(**Yen, 2005**).

계속

## 글 상자 11.3 계속

애벌레뿐 아니라, 꿀개미는 전통적으로 지역 문화의 중요한 부분을 차지해 왔으며 일반적으로 여성과 어린이에 의해 채집된다(Yen, 2010). 꿀개미는 호주 원주민에게 있어 탄수화물의 중요한 계절적 공급원이었으며 군집 내 다른 개미들에게는 살아있는 식품 가게 역할을 담당한다. 이들은 지하실의 천장에 매달려 다른 일개미로부터 음식을 받아먹는다. 먹이는 정상 크기의 몇 배로 팽창할 수 있는 배 안에 저장된다. 꿀개미는 해당 개미 군집이 저장 식량을 필요로 할 때까지 몇 달간 매달려 있다가 자극을 주면 달콤한 꿀을 토해낸다.

남성, 여성, 어린이들은 서로 다른 활동을 수행하는 만큼 곤충에 대해서도 서로 다른 유형의 지식을 보유하고 있다. 니제르에서 수행된 한 연구 조사에 따르면, 여성들은 곤충을 채집하고 조리하는 데 있어 남성들보다 더 큰 역할을 담당하기 때문에 남성들보다 10개 더 많은 30가지의 메뚜기 종 이름(방언)을 말할 수 있었다고 한다(Groot, 1995). 마찬가지로, 호주 원주민들도 성별에 따라 생계유지를 위한 식생활에 다른 방식으로 기여하므로(여성은 채소, 꿀, 달걀, 작은 척추동물과 무척추동물을 제공하는 반면 남성은 주로 큰 척추동물을 사냥) 서로 간의 지식 차이가 큰 편이다(Yen, 2010). 곤충 생태와 생물학 발전에 있어 전통적인 생태학 지식이 갖는 중요성을 고려할 때, 여성과 남성이 식용 곤충 활동에서 서로 다른 역할을 담당하고 있다는 사실을 고려하고 성 역할에 따라 식용 곤충 부문의 지속 가능한 관리 및 개발을 위한 정책에 참여토록 해야 한다.

여러 가지 이유에서 단백질 및 기타 영양 결핍증은 일반적으로 사회 취약 계층에서 더 널리 만연해 있다. 여성 및 다른 취약 계층은 생산 자원에 접근하는 데 있어 불리한 면을 가지고 있다. 또한 여성은 생물학적인 요구가 남성과는 다르므로 차별화된 식이요법이 필요하다. 예를 들어, 여성은 일반적으로 남성보다 2.5배 더 많은 철분이 필요하며 임신 또는 수유 기간에는 더 많은 단백질이 필요하다(FAO, 2012e). 어떤 사회에서는 비 곤충 동물 단백질에 대한 접근성 면에서 남성과 여성 간에 차이가 존재하며 일반적으로 남성이 더 많은 접근 권한을 갖고 있다. 아마존 북서부에 거주하는 투카노안(Tukanoan) 인디언의 예를 보면, 남성의 경우 계절당 섭취하는 동물성 음식에서 나온 조단백질 중 곤충이 차지하는 비율이 12%인데 반해 여성의 경우에는 26%나 된다(Dufour, 1987). 같은 연구에서 매년 특정 기간 동안 여성이 접근할 수 있는 유일한 단백질 공급원이자 중요한 지방 공급원이 곤충이라는 사실을 보여주는 여러 사례가 제시되었다. 식용 곤충은 영양 성분과 상대적으로 개방적인 접근성을 통해 취약 계층의 생계를 향상하고 영양적 불안정성을 완화할 중요한 기회를 제공한다.



## 12. 경제: 현금 소득, 사업 개발, 시장 및 무역

이 장에서는 가게 또는 더 큰 산업 규모에서의 소득 창출 잠재력과 같은 곤충 채집 및 사육의 중요한 경제적 측면에 대해 설명한다. 곤충을 시장에서 판매하는 방법을 포함하여 곤충 기반 사업을 개발하기 위한 중요 특징을 제시하고 식용 곤충 거래에 대한 데이터를 제공한다.

### 12.1 현금 소득

곤충 채집 및 사육은 주로 개도국 도시 및 농촌 지역 빈민들에게 고유한 고용 및 소득 창출 기회를 제공할 수 있다. 곤충 채집 및 사육은 수많은 가정에 다수의 소득 창출 기회를 제공하는 생계 다변화 전략이 될 수 있다. 예를 들어 누에, 개미, 꿀벌은 다목적 생산 시스템으로 간주될 수 있다. 누에는 음식 및 섬유로 사용할 수 있으며 베짜기개미(*Oecophylla spp.*)는 해충을 막으며 식품으로 사용할 수도 있다(Offenberg 및 Wiwatwitaya, 2009B). 꿀벌의 경우, 꿀과 유충 모두 식품으로 채집할 수 있다. 예를 들어, 꿀을 먹을 때 탄자니아의 하즈다 수렵인들은 벌집에서 꿀벌 유충을 제거하지 않는다(Murray 외, 2001).

선진국에서 곤충 사육은 주로 가족 단위로 운영되는 농장에서 이루어진다. 현재 곤충을 사육하는 대규모 산업 공장은 소수에 불과하다. 이 절에서는 곤충이 개도국 빈민들에게 제공하는 소득 창출 잠재력에 대해 주로 살펴본다. 선진국 내 곤충 사육 및 가공 사업의 소득 창출 잠재력은 다음 절에서 설명한다.

개발 도상국에서 식품으로 사용하는 곤충의 대다수는 자연의 야생 개체군, 농장 또는 산림에서 채집된다. 곤충을 채집하는 사람과 그 가족은 채집한 곤충을 자체 소비하고 남은 곤충은 지역 마을 시장이나 노점에서 돈을 받고 팔거나 다른 물건과 교환할 수 있다. 곤충은 지역 시장에서 소비자에게 직접 판매하거나 농장에서 중간 상인 또는 도매상에게 직매할 수 있다. 이들의 상호 작용과 중간 상인에 의해 최종 소비자에게 판매되는 곤충의 최종 가격이 결정된다.

시장 및 온라인에서 마을 단위의 다양한 특정 사례에서 취합한 곤충 가격을 통해 주문 규모를 알 수 있다. 이 가격은 예측되거나 정황 등의 이유를 제외하고는 다른 용도로 사용해서는 안 된다. 케냐에서 흰개미 1 kg는 € 10(V. Owino, 개인적 서신, 2012)에 판매된다. 영국과 북아일랜드에서는 온라인으로 베짜기개미 번데기 70 g을 € 7.50에 구입할 수 있다. 네덜란드에서는 갈색거저리 및 외미거저리 50 g의 가격이 € 4.85이며 이주 비황 35마리의 가격은 온라인에서 € 9.99이다. 라오스에서의 메뚜기 가격은 이보다 훨씬 더 낮은 kg당 약 € 8 ~ 10이다. 멕시코 와하카에서 메뚜기의 일종인 차폴리네는 kg당 약 € 12에 판매된다. 캄보디아 시장에서는 튀긴 귀뚜라미(150 ~ 200 g)(*Acheta testacea* 및 *Gyllus bimaculatus*)가 € 0.40 ~ 0.70에 판매된다. 곤충 가격은 농촌 지역과 도시 지역 간에 차이가 있다(C. Munke, 개인적 서신, 2012).

태국에서 중간 상인은 농민으로부터 곤충을 구매하여 도매상에게 식품으로 판매하고 도매상은 이 제품을 노점상 및 소매상에 배포한다. 중간 상인은 사육 작업을 시작하는 농민에게 살아있는 곤충을 종자로서 제공할 수도 있다(A. Yen, 개인적 서신, 2012).

## 글 상자 12.1

## 모파인 애벌레의 채집, 가공 및 거래

여성과 아동은 모파인 애벌레의 채집 및 가공과 관련된 대부분의 일을 담당한다. 다음은 판매 가능한 제품을 생산하기 위해 필요한 작업이다.

**채집.** 여성과 아이들은 되도록 키 작은 나무에서 애벌레를 채집한다. 완전히 성장한 애벌레는 나무에서 내려오므로 땅에서도 채집할 수 있다.

**창자 내용물 제거.** 완전히 자란 유충은 번데기가 되기 전에 창자를 비운다. 대부분의 소비자는 이 단계의 유충을 선호한다. 완전히 성장하지 않은 유충은 압착해서 내장에서 똥을 제거해야 한다. 전통적인 방법은 엄지 손가락과 집게 손가락으로 유충을 누르는 것이다. 어떤 사람들은 병을 굴려서 똥을 제거한다. 구매자는 유충을 반으로 잘라 내장이 깨끗하게 비어져 있는지 확인한다. 유충의 가시가 작업자의 손을 찔러 변색, 출혈 및 염증을 유발할 수 있다. 일부 채집자들은 손가락에 나무껍질로 만든 천을 감거나 장갑을 사용한다.

**로스팅 및 건조.** 가공된 유충을 숯 연기에 로스팅하여 요리하고 가시를 제거한다. 로스팅하면 붉은 천연색이 사라진다. 구매자는 유충이 제대로 구워졌는지 확인하기 위해 천연색의 흔적을 확인한다. 그런 다음 유충은 햇빛에 건조된다. 어떤 사람들은 유충에 소금만 추가하고 굵지 않은 채로 햇빛에 건조한다. 외부인들은 가시 없는 유충을 선호하는 경향이 있기 때문에 이렇게 준비된 애벌레는 지역 시장에서만 판매된다. 게다가 굵지 않은 유충은 도시 소비자들이 싫어하는 희끄무레한 외양을 갖고 있기 때문에 도시 소비자들은 소금만 친 모파인 애벌레를 원하지 않는다. 유충을 삶은 후 햇빛에 건조할 수도 있다. 소금간을 한 후 햇빛에 말린 애벌레와 마찬가지로 삶은 유충에는 가시가 남아 있어 시장 가치가 떨어진다.

**포장 및 혼합.** 애벌레는 자루나 큰 양철통 안에 포장되어 상인을 통해서나 시장에서 판매된다. 상인은 애벌레를 구입한 후 소포장으로 나누어 다시 판매한다. 모파인 애벌레를 채집자에게서 대량으로 구입하는 상인들은 보통 품질이 낮은 유충(예: 적절히 압착되지 않은 유충)과 품질이 양호한 유충을 섞는다. 이 과정을 혼합이라고 한다. 35리터 들이 양동이 하나에는 모파인 애벌레 약 10 kg가 담긴다.

**판매.** 대부분의 지역에서 판매자보다는 구매자가 가격을 결정한다. 거래에 물물 교환 방식이 사용되는 경우도 많으며 교환 비율은 상당한 편차를 보인다.

**운송 및 거래.** 모파인 애벌레는 주로 멀리 떨어진 곳에서 도시 지역의 주요 시장으로 공급된다. 상인들은 거래를 위해 먼 거리를 여행해야 하는 경우가 많다. 더 많은 모파인 애벌레를 수송할수록 단위당 운송비(운임비와 여행비를 합친 비용)가 줄어든다.

**상인.** 여성들의 활동은 주로 모파인 애벌레를 채집 및 가공하고 공개 시장 및 길가, 버스 터미널, 지방 시장의 판매 구역에서 이를 소량으로 판매하는데 그친다. 남성은 일반적으로 많은 양의 모파인 애벌레를 장거리로 거래하는 수익성 높은 거래망을 장악한다.

**시장.** 모파인 애벌레는 매우 다양한 판매처에서 소비자 및 다른 상인에게 판매된다. 주요 판매처는 슈퍼마켓과 상점, 버스 터미널, 공개 시장과 길가 시장 및 맥주 홀이다. 슈퍼마켓은 도매 식품 포장 회사에서 사전 포장 및 라벨링하여 제공하는 모파인 애벌레의 주요 소매 판매처이다.

**국제 거래.** 설문 조사 당시, 남부 짐바브웨에서 공급된 모파인 애벌레는 보츠와나, 콩고 민주 공화국, 남아프리카 공화국과 잠비아로 거래된다. 이 거래는 비공식적일 뿐 아니라 어떤 경우에는 불법적인 성격(예: 관세 회피)을 띠고 있으므로 세부 사항을 입수하기가 어렵다.

**가용성 및 가격의 계절적 변동성.** 연중 곤충 가격의 지역적인 변동성은 주로 수요와 공급의 변화를 반영한다. 일부 상인들은 공급이 부족하여 가격이 높게 형성되는 시기에 판매하기 위해 모파인 애벌레를 비축한다.

소비자는 마을 시장, 소매 슈퍼마켓, 역, 노점에서 가공하거나 가공하지 않은 곤충을 구입할 수 있다. 해당 지역의 식용 곤충에 대한 인지도에 따라 식당에서 곤충을 판매할 수도 있다.

남부 짐바브웨에서는 도시 및 농촌 시장에서 모파인 애벌레가 판매되며 몇몇 시장 관계자들이 이 거래에 개입한다(글 상자 12.1). 태국에서는 지역 시장, 도매 슈퍼마켓, 미니 마트에서 신선한 식용 곤충과 조리된 곤충을 모두 판매하고 있다(글 상자 12.2). 노점이나 가판대에서 미리 조리한 곤충을 구입하거나 냉동 포장된 익히지 않은 곤충을 슈퍼마켓에서 구입할 수 있다(Hanboonsong, 2012). 또한 금방 먹을 수 있도록 전자레인지용으로 포장된 곤충도 판매한다.

#### 글 상자 12.2 태국 도매 시장

잘 알려진 식용 곤충 도매 시장은 Sakeaw 주 Rong Kluea 시장(캄보디아 국경 근처의 최대 식용 곤충 시장), Klong Toey 시장(방콕), Talad Thai 시장(방콕), Jatujak 시장(방콕, 이 시장에서는 애완동물 사료로 쓰일 식용 곤충으로 주로 거저리를 판매)이다(Hanboonsong, 2012). 식용 곤충에 대한 수요가 증가하면서 다량의 식용 곤충이 캄보디아, 라오스에서 태국으로 수송되어 Rong Kluea 시장에서 판매된다. 이 수입 식용 곤충은 주로 야생에서 채집된다.

## 12.2 사업 개발

근처 시장에서 팔기 위해 야생에서 곤충을 채집하는 사람들은 일반적으로 곤충을 사육하는 사람들과 같은 방식으로, 개인 단위로 행동한다. 글 상자 12.3에는 곤충 기반 사업을 시작할 때 고려해야 할 중요한 타당성 문제가 요약되어 있다.

#### 글 상자 12.3 거리 음식 사업을 시작하기 전의 타당성 조사

시장 타당성:

- 판매할 거리 음식 및 간식 종류(이미 곤충을 판매하고 있는가?)
- 거리 음식 및 간식의 판매 가격
- 고객의 유형(가족, 아동, 직장인 등)
- 고객의 구매 빈도
- 판매량
- 경쟁
- 고객이 요구하는 품질 및 안전성

기술적 타당성:

- 원하는 수량을 제공하기 위해 필요한 가공 및 준비 방법
- 가공을 위한 위생 및 안전성 요구 사항
- 위생 및 안전성에 대한 법적 요구 사항
- 필요한 재료를 공급하기 위해 필요한 농산물
- 필요 장비
- 필요 노동력
- 필요 기술

계속

글 상자 12.3 계속

재무 타당성:

- 시작 비용
- 운영 비용
- 현금 흐름
- 수익 잠재력
- 대출

출처: FAO, 1997a

### 12.2.1 협동 조합 및 협회의 형성

곤충 제품 기반 사업은 아직도 상당히 새로운 가치 사슬이다. 즉, 식용 곤충 부문의 법제화 및 규정에서처럼 개인이 해결할 수 없는 문제들이 존재한다. 따라서 이해관계자들은 협력을 통해 공통의 의제를 추진하고 자신들의 활동에 대한 인식을 강화하며 협상력을 높여야 한다.

협회 및 단체는 의사결정자, NGO, 농민을 이어주는 중요한 구심점이다. 이들은 식용 곤충 부문에서 활동하는 농민 및 채집인들에게 공통의 목소리를 제공함으로써 자신들의 생계에 직간접적으로 영향을 미치는 정책 및 프로그램을 계획하고 설계하며 실행하도록 지원할 수 있다(FAO, 2007). 즉, 곤충 생산자(채집자 및 사육자) 협회는 식용 곤충 사업을 개발하기 위한 강력한 도구가 될 수 있다. 글 상자 12.4는 이러한 협회의 예를 보여준다.

글 상자 12.4

#### 네덜란드의 곤충 사육자 협회

네덜란드에서 식용 곤충의 생산 및 판매는 2008년 네덜란드 곤충 사육자 협회(VENIK)가 설립되면서 시작되었다. 이 협회는 문화적 장벽이 존재함을 인정하면서 식품으로서 만이 아닌 사료 및 의약품으로서의 곤충의 가치에 집중하는 장기적 전략을 선택했다. 그러나 식품으로서 곤충의 미래를 설계하기 위해서는 로비를 통한 행동, 비즈니스 시나리오의 개발 및 로드맵 작업이 필요하다. VENIK는 시장 참여자, 지식 기관 및 시민 단체를 아우르는 국내 및 국제 수준의 네트워크를 구축하고 있다. 이 협회는 정책결정자, 정치인, 식품 안전 당국과 접촉하고 있다. 또한 전문가, 소비자, 미디어에 식용 곤충에 대한 정보를 제공하고 있다.

VENIK는 곤충이 영양이 풍부하고 지속 가능하며 신뢰할 수 있는 단백질 공급원으로 언젠가 인정받게 될 것이라고 주장한다. HACCP 기준을 준수하기 위해 이미 특수 생산 라인이 구축되었다. 갈색거저리(*Tenebrio molitor*), 외미거저리(*Alphitobius diaperinus*), 이주 비황(*Locusta migratoria*)을 포함하는 세 종의 곤충류가 식용으로 생산되고 있다. 이 곤충들은 동결 건조된 상태로 판매된다.

지난 몇 년 동안, VENIK는 관련 법, 품질 표준 및 시장 개발 과정에 참여해 왔다. 이 협회는 또한 단백질 대체재로서 곤충의 가치 입증 및 자동화 기술 확보, 확보한 지식 적용, 실제 실험 수행 등 세 가지 수준에서 인식과 기술 혁신을 촉진하기 위한 지식 기반을 구축하고 있다.

출처: FAO/WUR, 2012

이러한 조직들은 민간 및 공공 서비스가 실패했을 때 다른 형태의 지원을 제공할 수 있다. 또한, 자체 방식으로 무료 운영된다(FAO, 2007). 2012년 1월 FAO에서 식량 안보를 위한 식품 및 사료로서 곤충의 잠재성을 평가하는 전문가 자문회의(*Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food 및 Feed in Assuring Food Security*)에 참석한 몇몇 생산자들은 국제 곤충 생산자 협회 발족을 촉구했다. 성공적인 협회는 시장 지향적이고 효과적으로 관리되어야 하며 모두의 권리와 책임을 분명하게 규정하고 모든 회원의 요구를 충족시키며 성별 문제를 고려하고 언론의 자유를 허용하는 훌륭한 조직 체계를 갖추어야 한다. 이러한 조직을 설립하고 가입할 경우 얻게 될 이점은 다음과 같다(FAO, 2011b).

- 농업 필수품의 구입, 생산, 가공 및 마케팅 비용 감소
- 협력을 통한 자원, 기술 및 신규 기술 획득의 공유 및 공동 이용
- 낮은 거래 및 운송 비용
- 신용에 대한 접근성 개선
- 도시 지역에 대한 접근 능력 개선
- 시장 연계 기회 증가
- 위생, 식품 준비, 비즈니스 기술 개발 등을 위한 교육 기회 증가
- 당국으로부터 마케팅 라이선스 및 허가를 얻기 위한 통일된 의견 표명
- 구성원 간의 사회적 결속력 개선

#### 12.2.2 사업 개발 전략의 예: 다른 업계로부터의 학습

양잠업은 생사 1 kg당 근무일(농장 및 농장 외 활동)로 11일에 해당하는 고용을 창출할 수 있는 것으로 추정된다. 특히 농촌 지역에서는 다른 어떤 산업도 이러한 수준의 고용을 창출할 수 없으므로 양잠업은 농촌 재건을 위한 도구로 사용된다. 양잠은 마을 경제에 활기를 불어넣으며 비단의 총 가치 중 약 57%가 농촌 양잠인들에게 다시 돌아온다(UMESH 외, 2009). 인도 정부는 XI 계획(2007 ~ 2012년)에서 추가적인 연구와 개발을 통해 생산 능력, 인프라 개발, 인적 자원 및 기타 시설을 촉진해야 한다고 명시했다. 2010 ~ 2011년 사이에 생산, 고용 및 수출이 모두 증가했다(인도 정부, 2011).

인도 섬유부 장관의 2011 연례 보고서(인도 정부, 2011)에는 야생 "Vanya" 실크 제품을 국제 시장에서 판매하기 위한 마케팅 전략의 세부 사항이 담겨 있다. Vanya 실크 시장 홍보 조직은 이 실크의 홍보, 제품 개발 및 다양화에 집중하고 있으며 제조업체, 상인, 소매업체 및 수출업체 안내 책자를 발행했다. 홍보 조직은 국제 전시회를 조직하고 이에 참여하고 있다. 이 조직은 제품 개발 및 다양화를 위해 현재 사람들이 하는 일, 생산 및 사회 경제적 지위의 수준을 조사하고 기능 보유자와 상호작용하며 실크 제품의 디자인 및 포장을 제안하는 국립 디자인 연구소(National Institute of Design)와 협력하고 있다.

### 12.3 곤충 제품 시장 개발

도시 소비자, 시장 중개인, 지역 및 국제 식품 산업의 요구는 곤충 생산 시스템 및 생계에 갈수록 큰 영향을 미치고 있다(Van der Meer, 2004). 이 글로벌화되고 통합된 시장 환경 속에서 소규모 농민, 여성, 원주민 및 기타 취약 계층은 다량의 고품질 제품을 시장대리인에게 제공하기 위한 능력, 정보, 서비스, 기술 및 신용 면에서 불리한 위치에 처해 있다(Johnson 및 Berdegué, 2004). 중간 상인, 과점 및 독점 기업이 종종 시장 지배력을 통해 부분적인 가격 인상을 결정하고 소규모 농민을 참여에서 제외시킬 수 있다. 멕시코 일부 지역에서는 중간 상인이 냄비, 옷, 교과서 등의 가정 용품을 구매하기 위해 돈이 필요한 지역 토착민들을 착취하는 것으로 드러났다. 이러한 상황은 채집자들이 끊임없이 자원을 착취하여 생태계에 부담을 주고 식용 곤충 가용성을 감소시키는 결과를 가져온다(Ramos

*Elorduy, Carbajal Valdés* 및 *Pino, 2012*). 멕시코에서는 중간 상인이 채집인에게서 1 kg 당 미화 30달러에 *Liometopum* 속 (에스카몰레로 알려진) 개미 유충을 사들이고 국내 중개인은 이 유충을 1 kg당 미화 180달러에 국제 중개인에게 판매하는 것으로 밝혀졌다 (*Ramos Elorduy, 1997*). 곤충 생산자 또는 농민 협회를 설립하면 이러한 문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있으며 곤충 제품을 위한 신규 시장 개발 및 기존 시장 다각화를 위한 중요한 단계가 될 것이다.

개발 도상국에서는 식용 및 사료용 곤충 채집 및 사육이 비공식적으로 이루어지고 있지만 시장에서의 곤충 및 곤충 제품 판매는 보다 더 공식적인 방식으로 이루어지고 있다. 곤충 시장 및 거래는 지역적 맥락 안에서 비교적 체계가 잘 잡혀 있으며 생산자/채집자, 중간 상인, 판매자 및 가공자를 포함하는 네트워크를 형성하고 있다. 그러나 사람들이 곤충을 중요하거나 실질적인 식품원으로 인식하지 않을 경우, 새로운 시장에 진입하거나 새로운 시장을 창출하기가 어려울 수 있다. 이 절에서는 곤충 관련 제품을 시장에서 판매하는 것과 관련된 많은 문제를 제시하고 자사 곤충 제품에 대한 시장을 보유하고 있거나 개발 중에 있는 일부 기업들이 활용하는 시장 전략의 예를 제공한다.

### 12.3.1 시장 접근: 거리 음식의 예

개발 도상국에서 식용 곤충은 대부분 길거리 음식으로 판매된다. 노점과 현지 레스토랑에서 제공하는 곤충은 남부 아프리카와 동남아시아 국가에서 특히 인기가 있다. 재래 시장은 수백년 동안 시골 및 도시 지역에서 존재해 왔으며 보통 지역 식생활을 반영하는 저렴한 음식을 제공한다. 길거리 음식은 주로 소비자에게 직접 판매되며 일상적으로 바로 먹을 수 있는 저렴한 음식을 제공한다. 따라서 소비자들은 비용과 편익을 기준으로 길거리 음식을 선택한다. 곤충 생산 및 채집이 계절성을 갖고 있기 때문에 이 시장도 계절성을 띠며 이에 따라 소비자 식생활도 달라진다. 이 시장은 개발 도상국 경제에 미친 기여도는 상당하지만, 이는 종종 과소 평가하거나 무시된다(*FAO, 2011A*).

상인들은 공식적인 시장 조사를 실시하지는 않지만 관찰하고 경험으로부터 배우며 그에 따라 적응한다. 예를 들어 상인 및 행상들은 준비되거나 가공되지 않은 곤충은 작은 접시 단위로, 대용량 단위 및 소용량 단위로 플라스틱 가방에 담아, 더 큰 용량의 패키지 제품은 다른 상인 또는 중간 상인에게, 소용량 단위는 최종 소비자에게 판매하는 등 마케팅 및 판매 방식을 정기적으로 실험하고 시도한다. 관찰과 실험을 기반으로 하는 이러한 테스트 및 적응은 사실 비공식적인 의미에서 시장 조사의 한 형태이다.

*FAO*는 이 비공식적인 시장이 기능하는 방식에 대한 개요를 발표했으며 이것은 식용 곤충 판매를 희망하는 가판대 운영자에게 영감과 지침을 제공해 줄 수 있다(글 상자 12.5).

#### 글 상자 12.5

#### **FAO 다양화 소책자 18, 길거리 음식 및 간식 판매**

가공 및 준비 문제:

- 필요한 도구 및 연료 종류 - 예를 들어, 전기, 나무(비용 고려)
- 식품 가공 방법(식품, 곤충류 및 전통 고려)
- 식품을 포장하고 라벨링 하는 방법(비용 고려)
- 식품 수송 방법(비용 고려)
- 사업을 시작하기 위한 신용, 대출 및 소액대출의 가용성

계속



글 상자 12.5 계속

기본적인 질문:

- 길거리 음식과 간식의 수요는 어떠합니까?
- 어느 정도의 가격을 받을 수 있습니까?
- 식품의 품질과 안전성을 보장하는 방법은 무엇입니까?
- 가능한 경쟁자는 누구입니까?
- 어느 정도의 매출을 확보할 수 있으며 가장 잘 팔리는 장소는 어디입니까?
- 농장에서 판매 장소까지 이동 거리는 어느 정도입니까?
- 식품을 판매하는 방식은 어떠합니까(예: 거리 행상 또는 가판대 설치)?

마케팅 전략:

- 행상은 소비자와의 직접 접촉을 통해 사전 대응력을 갖추어야 한다.
- 제품에 대한 직접적인 피드백을 확보하고 시음 활동을 실시해야 한다.
- 무료 선물과 사회적 상호 작용은 중요한 전략이다.
- 식품의 품질과 안전성 및 위생 상태 관찰은 마케팅 전략의 중요한 요소이다.
- 장소 및 디스플레이의 선택, 특히 제품을 주문하는 방식과 태양이 제품에 미치는 영향은 중요하다. 행상의 존재는 디스플레이에서 중요한 부분을 차지한다.
- 판매 제품을 결정한다.

출처: FAO, 2011B

포장재는 안전하고 위생적이며 식품의 품질을 변경하지 않는 한, 현지 재료로 만들 수 있다. 나뭇잎은 저렴하고 쉽게 사용할 수 있기 때문에 길거리 음식 포장재로 자주 사용된다. 사용할 수 있는 다른 현지 재료로는 요구르트를 위한 사발 및 점토 냄비, 나무 병 상자, 황마 및 면과 같은 식물 섬유로 만든 자루 등이 있다.

길거리 음식 사업은 일반적으로 가족이나 한 사람이 운영하며 대부분은 비공식 부문에서 라이선스 없이 운영된다. 개발 도상국에서 진행된 연구에 따르면, 가게 식품 지출의 20 ~ 25%가 집 밖에서 발생하며 전체 인구의 특정 부문은 전적으로 길거리 음식에 의존하는 것으로 나타났다. 길거리 음식은 아시아에서 특히 인기가 있다. 방콕에서는 약 20,000개의 길거리 음식 행상이 도시 주민들의 전체 음식 섭취량의 약 40%를 제공한다(FAO, 2011a).

## 12.4 시장 전략

곤충 및 관련 제품은 대량생산이 가능하고 작물 보호(유익한 곤충), 작물 수분(땅벌)과 건강(구더기 치료)을 위해 판매할 수 있으며 인간, 애완동물뿐 아니라 가축 영양, 연구, 수집 등을 포함하여 국내 및 국제 시장에서 다른 많은 용도로 판매할 수 있다. 곤충의 많은 종류가 산 채로 판매되지만 곤충 상업화의 대부분을 차지하는 것은 곤충 제품과 그 부산물이다(Kampmeier 및 Irwin, 2003).

개발 도상국의 시장은 매우 다양하지만 이 시장의 설립 및 개발에 대해서는 거의 알려져 있지 않다. 많은 경우, 곤충은 캄보디아의 독거미와 귀뚜라미처럼 다른 지역 시장에 수출되고 있다. 이 무역은 비공식적이기 때문에 시장에서 사고 팔리는 곤충의 양에 대해서는 정확히 알려져 있지 않다(C. Munke, 개인적 서신, 2012).

다음은 광범위한 시장 조사 및 개발 사례와 선진국 및 개발 도상국 시장에 곤충을 제공하기 위한 기업 전략의 예이다. 이러한 예는 여러 나라의 다양한 시장에서 진행 중인 매우 다양한 접근 방식을 보여주지만 모든 방식을 다 보여주는 것은 아니다.

#### 12.4.1 미국 내에서 이국적 식품인 곤충

1960년대에 북미 회사 *Reese Finer Foods*는 초콜릿을 덮은 개미, 꿀벌, 애벌레, 메뚜기와 기름에 담가 튀긴 메뚜기, 누에 및 구운 애벌레를 판매하기 시작했다. 이 회사를 설립한 시카고 식품 수입업자 *Max Ries*의 원래 생각은 일본의 양념 슬라이스 고래 고기 및 방울뱀 고기처럼 이국적인 식품을 수입하여 독특한 입맛을 만족시킨다는 것이었다. 이 회사의 차기 회장은 이 생각을 더욱 발전시켜 콜롬비아와 일본에서 차례로 개미를 수입했다. 이 새로운 제품의 생산은 환경 운동가들의 반대로 중단되었다. 오늘날 *Reese Finer Foods*는 아직도 미국 내에서 식품점 유통업체로 활동 중이지만 곤충 제품은 이 회사의 광범위한 제품 목록에 더 이상 존재하지 않는다.

#### 12.4.2 현재 서구적 접근 방식: 새롭고 이국적인 식품으로서의 곤충

지난 십 년간, 특히 선진국에서는 새롭고 이국적인 식품을 파는 매장 및 델리카트슨 상점에 다시 곤충이 등장했다. 여러 종류의 곤충이 유럽, 일본 및 미국에서 상점 진열대에 등장했거나 인터넷을 통해 판매되고 있다. 이 제품들은 일본산 개미 통조림 및 누에 번데기에서부터 멕시코산 용설란 애벌레, 튀긴 메뚜기에 이르기까지 다양하다. 통조림으로 만들어진 백색 용설란 유충은 미국과 캐나다에 수출되었다. 한 캔당 다섯 내지 여섯 마리의 유충이 담겨 있으며 *kg* 당 미화 50 달러에 판매된다(*Romos Elorduy 외, 2011*).

"새로움"이라는 개념은 곤충 판매를 위한 마케팅 전략이다. 세계에서 가장 유명한 백화점인 런던의 해로즈와 셀프리지에서 멋진 곤충 제품을 판매하면서 미국에서도 초콜릿이나 하드 캔디로 덮은 튀긴 곤충이나 튀기거나 조미한 유충을 찾을 수 있다. 또한 브뤼셀에서는 금칠을 한 귀뚜라미 토핑을 얹은 고가의 초콜릿도 판매된다. 고급 곤충 제품은 인터넷을 통해 주문하거나 생산자로부터 직접 구매할 수도 있다.

#### 12.4.3 애완동물 사료로서의 곤충

일부 곤충은 개도국에서 수입되어 선진국의 애완동물 상점에서 판매된다. 중국 기업 *HaoCheng Mealworm Inc.*는 북미, 호주, 유럽, 일본, 한국, 남아프리카, 동남아시아 및 영국과 북아일랜드 등에 건조된 거저리 200톤을 매년 수출한다. 이 회사는 갈색거저리, 슈퍼거저리 및 구더기를 판매한다. 갈색거저리는 살아 있는 상태로 판매되거나 건조 혹은 분말로 가공하여 판매된다. 슈퍼거저리는 산 채로 판매되거나 건조 상태 또는 통조림으로 판매되며 파리 구더기는 통조림으로 판매되고 있다(*HaoCheng Mealworm Inc., 2012*). 거저리 및 슈퍼거저리는 새, 개, 고양이, 개구리, 거북이, 전갈, 금붕어 등 애완동물을 위한 사료 보조제로 사용할 수 있다. 이 회사에 따르면 거저리는 빵, 밀가루, 인스턴트 국수, 과자, 비스킷, 사탕 및 조미료에 포함하거나 직접 식탁 위의 음식에 넣어 먹을 수 있다.

네덜란드에서는 애완동물 사료용으로 곤충을 사육하는 기업들이 이제 식용으로 거저리와 비황을 판매하고 있다. *Kreca*가 이러한 회사 중 하나다. 그러나 거저리는 여전히 식품 업계에서는 틈새시장이며, 이 회사들은 곤충을 애완동물 먹이로 판매하면서 비즈니스를 유지하고 있다.

### 12.5 무역

서양 국가들을 대상으로 식용 곤충을 판매하는 사업은 주로 아프리카와 아시아 이민자 사회의 수요를 기반으로 하거나 이국적인 식품을 위한 틈새시장이 개발되면서 시작되었다.

중앙 아프리카 공화국에서 실시한 한 사례 연구에 따르면 주요 곤충 수입국인 차드, 나이지리아, 수단은 중앙아프리카 경제 및 통화 공동체(*Economic 및 Monetary Community of Central Africa*)를 통해 애벌레를 수입했다. 중앙 아프리카 공화국은 또한 벨기에와 프랑스의 아프리카 커뮤니티에 애벌레를 수출한다(*Tabuna, 2000*)(글 상자 12.6 참조).

짐바브웨는 보츠와나, 콩고 민주 공화국, 남아프리카 공화국 및 잠비아에 애벌레를 수출한다. 멕시코 용설란 벌레는 미국에 수출된다(Ramos Elorduy, 2009; Ramos Elorduy 외, 2011). 태국에서는 곤충 수요가 높기 때문에 라오스 및 캄보디아로부터 식용 곤충 700톤을 수입한다(Yen, Hanboonsong 및 van Huis, 2013). 식용 곤충은 아시아 커뮤니티에 공급하기 위해 미국에도 수출된다(Pemberton, 1988). 아시아에서 이루어지고 있는 국제 곤충 무역의 한 예로는 일본 말벌 무역을 들 수 있다(글 상자 12.7).

#### 글 상자 12.6

##### 이주를 통한 민족 음식:

##### 아프리카에서 프랑스와 벨기에로의 애벌레 수출

모파인 애벌레는 주로 아프리카에서 유럽으로 수출된다. 벨기에와 프랑스에서는 매년 각각 3톤 및 5톤(FAO, 2004)의 건조 모파인 애벌레를 주로 콩고 민주 공화국에서 수입한다(Tabuna, 2000). 브뤼셀의 콩고 이민자 커뮤니티인 마통제(Matongé)에 거주하는 콩고 이민자들이 모파인 애벌레의 주 소비자이다.

#### 글 상자 12.7

##### 일본의 말벌 무역

곤충은 가을 동안 일본의 산악 지역에서 소비된다. 식충 관습은 일반적으로 감소해왔지만, 말벌(*Vespula spp.* 및 *Vespa spp.*) 섭취는 여전히 이루어지고 있다. 말벌 등지는 kg당 미화 100달러의 정가로 가을 채집 시즌 동안 시장에서 판매되고 있다. 수요가 증가하면서 말벌은 중국, 뉴질랜드, 한국에서 수입되고 있다. 수요 증가는 과다 채집으로 이어질 수 있다. 그러나 이러한 곤충들을 지속적으로 이용하기 위해서는 적절한 상업적 사용과 곤충 서식지 및 서식지 요구 사항에 대한 사람들의 인식이 중요하다.

출처: Nonaka, 2010

# ***Memo***

## 13. 식품 및 사료로서의 곤충 홍보

곤충 소비 행위에 대해서는 완전히 상반된 견해가 존재하므로 맞춤형 방식으로 커뮤니케이션을 전개해야 한다. 열대 지방처럼 곤충 소비 문화가 잘 형성되어 있는 지역에서는 식생활의 서구화 추세에 대항하기 위해 식용 곤충이 영양학적으로 귀중한 자원이라는 점을 알리고 보존하기 위한 커뮤니케이션 전략이 필요하다. 식량 안보가 취약한 지역에서는 영양적, 문화적 및 경제적 이유로 식용 곤충이 중요한 식품이자 사료라는 점을 홍보해야 한다. 그러나 대체로 곤충 소비 관행에 반대하는 경향의 서구 사회에서는 혐오 요인을 해결하고 곤충 소비 관행을 둘러싼 일반적인 통념을 무너뜨리는 맞춤형 전략이 필요하다. 식품 및 사료로서의 곤충이 정치 및 연구 현안에서 거의 제외되어 있는 상황에서 선진국의 정부, 농업부, 지식 기관을 대상으로 한 전략이 요구된다. 인간 및 동물 식생활에서 곤충이 중요한 역할을 차지하고 있다는 증거가 늘어나고 있음에도 불구하고 대다수의 사람들은 여전히 곤충을 해충으로 보고 있다.

### 13.1 혐오 요소

곤충 소비 행위에 대한 일반적인 편견은 영양적 관점에서 정당하지 않다. 곤충은 생선, 닭고기, 소고기 등의 단백질 공급원에 비해 열등하지 않다. 개발 도상국의 곤충 소비 행위가 기아로 인해 생겨났으며 생존 메커니즘에 불과하다는 일반적인 오해는 곤충 소비에 대한 서구 사회의 혐오감에서 비롯되었다. 하지만 이는 사실이 아니다. 이러한 인식을 바꾸기 위한 설득을 하는 데에는 상당한 노력이 필요하겠지만 선입견을 바꿀 수 없는 것은 아니다(Pliner 및 Salvy, 2006). 한때 서구 사회에서 가난한 사람들의 음식으로 간주되었던 가재, 새우 등의 절지동물이 지금은 고급 요리로 자리잡은 것이 대표적인 사례다. 곤충의 높은 영양적 가치, 환경에 적은 영향을 미친다는 점, 낮은 위험(질병의 관점에서), 맛이 좋다는 점 등이 곤충 소비에 대한 인식 변화에 기여할 것으로 기대된다(글 상자 13.1).

#### 글 상자 13.1

#### 어떻게 하면 곤충을 혐오하는 사람들이 곤충의 맛을 이해하고 받아들일 수 있을까?

곤충을 식품으로서 받아들이기 위해서는 곤충 전반에 대한 부정적인 태도를 바꾸어야 한다. 특히 직접 경험을 통해 곤충이 어떤 존재이고 어떤 일을 하는지에 대해 더 잘 이해하게 되면, 짧은 기간 내에 곤충의 가치를 인정하는 반응을 이끌어낼 수 있다(Vernon 및 Berenbaum, 2004). 식용 곤충을 더 많이 노출시키고 소개한다면 사람들이 접시 위의 곤충을 볼 때 느끼게 될 놀라움과 낯섬을 줄이는 데 도움이 될 수 있다. 동물원, 박물관, 대학은 이 부분에서 중요한 역할을 수행할 수 있다. 그러나 혐오감을 바꾸는 일은 매우 어려울 수 있다.

식용 곤충이 식품으로 받아들여지고 서구 식생활의 일부가 될 것인지는 최소한 두 가지 중요한 요소인 가용성 및 학습에 달려 있다.

"곤충 연회"(Wood 및 Looy, 2000; Looy 및 Wood, 2006)는 교육적 대화를 나누면서 식용

계속

## 글 상자 13.1 계속

곤충을 직접 경험할 수 있는 기회를 동시에 제공한다. 파티에서 맛볼 수 있는 음식으로 곤충을 제공하여 편견을 해소할 수 있다. 네덜란드와 미국에서 다년간의 실험을 실시한 결과, 혐오 요인을 극복하는 데 있어 곤충 연회의 효과가 확인되었다.

출처: F. Dunkel, 개인적 서신, 2012; M. Peters, 개인적 서신, 2012

**Bequaert(1921)**는 자신의 논문(식품으로서의 곤충: 곤충이 과거와 최근에 인류의 식량 공급을 확대한 방법)에서 식용 곤충이 직면하고 있는 문제를 가장 잘 요약하고 있다.

역사적 관점에서 상당한 증거가 존재하지만, 식품으로서의 곤충의 가치를 주장하거나 곤충을 인간의 식단에 포함시키자고 주장하는 것이 이 보고서의 목적은 아니다. 사람들이 먹는 음식은 결국 관습과 유행의 문제다. ... 현대 문명인이 다리가 여섯 개 달린 생물인 곤충을 식단에 포함시키는 문제에 대해 그토록 강한 혐오감을 보이는 이유는 단지 편견 때문일 수 있다.

일반적으로 교육은 곤충의 잠재적 역할을 대중에게 인식시키기 위한 중요한 도구이며 식품 및 사료로서의 곤충에 대해 보다 균형에 맞고 호의적인 인식을 확보하기 위해 소비자 선택에 영향을 미치는 데 있어 혁신적인 요리책은 도움이 될 수 있다(글 상자 13.2). 혐오 요인은 서구 사회에서 일반적인 현상이지만, 일각에서는 서구 사회의 곤충 소비에 대한 반감이 열대 지방 사람들에게도 영향을 미쳤다고 주장한다. **Morris(2004)**는 말라위에서 도시 지역에 거주하는 사람과 독실한 기독교인이 식용 곤충에 대해 경멸적인 반응을 보였다는 사실을 밝혀냈다. 서구의 영향으로 특히 아프리카에서는 식용 곤충이 영양 및 경제뿐 아니라 곤충류의 생물학 및 생태계에 미치는 기여도에 대한 연구가 산발적으로 이루어졌다(**Kenis 외, 2006**).

글 상자 13.2  
식용 곤충 요리책

요리사와 음식 문화는 음식의 수용 여부를 결정하는 데 있어 중요한 역할을 담당한다. 사람에 따라 메뚜기를 통째로 먹는 행위를 혐오하면서도 거저리 케이크라면 좋아할 수 있다. 다음은 곤충 조리법이 담긴 요리책의 예이다.

- 오싹하고 근질근질한 요리(**Creepy Crawly Cuisine**): 식용 곤충에 대한 미식가 가이드(**Gourmet Guide to Edible Insects**), **Julieta Ramos Elorduy**
- 곤충 요리책(**Eat-a-Bug Cookbook**): 메뚜기, 개미, 수생 곤충, 거미, 지네류를 요리하는 33가지 방법(**33 Ways to Cook Grasshoppers, Ants, Water Bugs, Spiders, Centipedes 및 their Kin**), **David George Gordon**
- 곤충을 먹는 사람: 곤충 소비의 기술 및 과학(**Man Eating Bugs: The Art and Science of Eating Insects**), **Peter Menzel** 및 **Faith D'Aluisio**
- 곤충 요리책(**Het Insectenkookboek**), **Arnold van Huis**, **Henk Van Gurp** 및 **Marcel Dicke**

**UNESCO(2005)**에 따르면, 교육이 지속 가능한 개발을 위해 효과를 거두기 위해서는(글 상자 13.3) 정규, 비정규 및 비공식 부문 등 교육 공동체의 모든 부문들 간에 협력이 이루어져야 한다. 이를 기반으로 서구 사회의 곤충 소비 행위에 대한 혐오 요소를 해결하려면 전체 교육 공동체가 참여해야 한다. 따라서 특히 서구 사회에서는 전 부문을 참여시키는 방법이 권장된다.



## 글 상자 13.3

## 지속 가능한 개발을 위한 교육에 효과적인 접근 방법

**정규 교육:** 초등, 중등, 중등 이후 및 고등 교육

**비정규 교육:** 자연 센터, 시민 단체, 보건 교육, 민간 기업, 민간 연구 센터와 농촌 진흥청 담당관

**비공식 교육:** 텔레비전, 라디오, 웹 사이트, 신문, 잡지, 트위터, 블로그, 유튜브와 페이스북 등 기존 미디어 및 온라인 미디어

출처: UNESCO, 2005

### 13.1.1 공식 교육 과정에서의 식용 곤충

최근까지 농업 기술, 보존 및 관리 문제뿐만 아니라, 식품 및 사료의 맥락에서 곤충 생태학 및 생물학 등의 곤충을 주제로 한 연구는 정규 교육 과정에서 거의 포함되지 않았다. 생물적 방제에서의 곤충(예: *IPM*)이라는 주제는 지난 35년간 농업 과학에서 입지를 완전히 굳혀 왔지만(Kogan, 1998), 아직까지도 서양 과학계에서의 곤충에 대한 인식은 농업 해충으로 남아 있다. 따라서 곤충학과는 종종 자연과학대가 아닌 농업대학에 속해 있는 경우가 많다. 그러나 지난 십년간 정규 교육에서 곤충 식품에 대한 관심은 느리지만 꾸준히 증가해 왔다. 2011년 말 기준으로 미국의 50개 주립대학(미국 내 주요 식품 및 농업 대학교) 중 46%가 교육 과정에서 식품 곤충을 대상으로한 과정을 최소한 한 개 이상 개설하거나 연례행사를 한 건 이상 개최했다(F. Dunkel, 개인적 서신, 2012). 몬태나 주립 대학교, 일리노이 및 조지아 대학교에서는 최소 50명에서 수백 명이 참석하는 연례행사를 개최하고 있다(F. Dunkel, 개인적 서신, 2012). 네덜란드 와게닝겐 대학 곤충학 연구소는 "곤충과 사회" 과정(식충성 포함)을 제공하여 학생들로부터 인기를 얻었다. 국립 라오스 농업대학에서는 "귀뚜라미 사육" 과정을 제공한다.

### 13.1.2 연구 및 개발

주로 대학, 정부 및 비정부 기관에서는 연구를 기반으로 하여 구성된 정규 교육 프로그램을 실시하고 있다. 이 절에서는 지속적인 식용 곤충 연구와 교육에 대한 정성적(non-exhaustive) 개요를 제공한다.

#### 네덜란드

곤충학 연구소는 와게닝겐 대학 식물 과학 그룹에 소속되어 있다. 여기에서는 곤충의 생물학에 관한 기초 및 응용 연구를 수행한다. 이 그룹의 임무는 기본 메커니즘에 대한 조사(세포 이하에서 개별 수준)와 생태학적 연구(인구 및 지역 사회 수준)를 결합하여 곤충과 다른 생태계 구성 요소 간 상호 작용의 생태를 밝혀내는 것이다. 선진국과 개발 도상국에서 해충, 질병 매개체 질병 관리에 대한 통합 전략을 개발하고 있다. 의장 그룹(The chair group)은 다영양 상호 작용, 생물학적 방제, 말라리아 벡터 연구 및 식충성 연구에서 뛰어난 명성을 보유하고 있으며 식충성 문제에 세간의 이목을 집중시키고 있다. van Huis 교수는 경제부가 자금을 지원한 "인간의 소비를 위한 곤충 단백질의 지속 가능한 생산" 프로그램(Supro2)(2010 ~ 2013)을 관장한다. 이 프로그램의 목적은 기존의 육류 생산보다 환경에 대해 부정적 영향을 덜 미치고 안정적인 고품질 식품원으로서 곤충 및 곤충 제품, 특히 곤충 단백질의 지속적인 생산 잠재력에 대해 연구하는 것이다. 식용 곤충은 유기 사이드 스트림으로 사육한 후 최종 제품 생산을 위해 단백질을 분리 및 정제한다.

이 연구소는 1,900개가 넘는 전 세계 식용 곤충류(2012년 기준)의 목록을 수집하는데 기여한 바 있다. 네덜란드는 서구 사회에서 곤충 사육 업체가 인간 소비를 위해 곤충을 생산하고 마케팅하는 몇 안 되는 국가 중 하나다.

### 미국

미국 대학들은 수년 동안 식품과 사료로서의 곤충을 홍보하기 위해 노력해 왔다. 몬태나 주립 대학교는 작고한 *Gene DeFoliart* 교수가 시작한 식충학 연구를 선도하고 있다. *Florence Dunkel*은 식물 과학 및 식물 병리학과 내 곤충학과 부교수이다. *Dunkel* 교수의 연구는 특히 전 세계적으로 생태계에 관련된 곤충을 채집한 후 관리하기 위한 식물 기반 천연 제품에 초점을 맞추고 있다. 현재 진행 중인 프로젝트로는 채집 후 곤충에 대한 몬태나 밀 변종의 저항성, 서 아프리카(말리) 마을 내에서 총체적인 말라리아 관리를 위한 천연 제품 사용, 해충 관리를 위해 곤충 병원성 균류를 포함하는 식품 기반 제품 사용 등에 대한 연구가 있다. *Dunkel* 교수는 르완다에서 작업하는 동안 식품곤충과 곤충 파티를 통해 기름 버터에 튀긴 맛있는 비행을 맛보았으며 그 후 24년간 곤충학 커리큘럼에 식용 곤충 연구를 포함했다. 1995년 *Gene DeFoliart*는 *Florence Dunkel*에게 책으로 출판된 식용 곤충 뉴스레터 (*DeFoliart* 외, 2009)의 편집자 역할을 맡아줄 것을 요청했다(글 상자 13.4).

#### 글 상자 13.4 식용 곤충 뉴스레터<sup>14</sup>

서양 과학계는 1988년 식품으로의 곤충에 대해 강한 관심을 갖기 시작했으며 *Gene DeFoliart*는 식품 곤충 뉴스레터를 발간했다. 미국 국제개발처 워싱턴 지부(*USAID-Washington*) 소속의 미래 지향적이고 지적으로 유능한 프로그램 관리자가 초기 연구 중 일부에 대해 자금을 조달했다. 당시 미국 과학자들은 생물적 방제와 식물 기반 곤충 관리의 유용성을 인식하기 시작했으며 원주민들은 지난 수천년 간 이러한 곤충 관리 기술을 이해하고 가치를 인정해 왔다. 많은 연구가 이루어진 후, 이 연구 분야는 종신 재직권을 얻고자 하는 대학 교수들이 연구 자금을 확보하거나 연구 프로그램에 대학원 학생을 유치하는 데 적합하지 않다는 사실이 분명해졌다. 또한 대중의 관심과 서양 과학계의 태도도 협조적이지 않았다. 그러나 지난 20년간 같은 그룹 내에서 식용 곤충에 관심이 점진적으로 증가했다.

<sup>14</sup>이 글 상자의 내용은 *Florence Dunkel*이 제공했다.

### 덴마크

코펜하겐대학 과학학부는 지속 가능한 농업, 식품 생산 및 가공, 자연 및 관리 생태계 관련 인간 복지에 대한 광범위한 연구 및 교육에 집중하고 있다. 교수진은 생물적 방제 과정을 포함하여 몇 개의 인기 국제 석사 및 박사 교육 과정을 개설했다. 식물 및 환경 과학 부에서도 꿀벌 등의 익충 보호 및 해충 관리를 포함하는 지속 가능한 작물 생산 과정을 개설했다. 곤충 병리학 및 생물학적 방제 연구 그룹은 20년 전에 설립되었으며 곤충 병원성 곰팡이를 집중적으로 연구하고 있다. 오늘날, 이 그룹은 곤충 병리학 분야에서 선도적인 국제 연구 팀으로서 야생 및 가축화된 곤충들 사이에서 곤충 병원균의 자연 발생에 대한 많은 연구를 발표했다. 같은 대학 내 영양, 운동 및 스포츠 학부에 속한 소아 및 국제 영양에 대한 연구 그룹은 건강한 유아 및 아동(덴마크)과 영양 결핍 유아 및 아동(개도국)에

에 대한 인구 기반 연구를 수행함으로써 전문적인 지식을 축적했다. 제6장에는 캄보디아 및 케냐에서 곤충 기반 식단을 통해 영양실조를 퇴치하기 위한 *WinFood* 프로젝트의 세부 사항이 포함되어 있다. 실제로 본 보고서에는 *WinFood* 프로젝트의 코디네이터인 *Nanna Roos*가 수행한 연구에서 확보된 다양한 영양 데이터가 포함되어 있다.

## 태국

*Khon Kaen* 대학은 태국 북동부에서 가장 큰 공립 대학으로서 교육, 학습 및 연구와 관련된 혁신 부문에서 지역 최고 대학으로 인정받고 있다. 농업학부에 소속된 곤충학과(*Entomology Division*)는 익충인 산업곤충과 해충에 대한 교육 및 연구를 통해 농업 시스템 및 곤충 생물다양성의 관리 및 보존에 미치는 효과를 확인했다. 곤충학과는 식용 곤충 양식을 개척했으며 식용 곤충에 대한 연구를 수행하고 곤충학 학부 및 대학원 과정을 제공하는 태국 내 3개 대학 중 하나이다. *Yupa Hanboonsong* 교수는 이 분야의 전문가이며 2010년부터 2013년 간 라오스 내 *FAO* 식용 곤충 프로젝트의 기술 고문 역할을 수행했을 뿐 아니라 태국 내에서 식용 곤충의 다양성과 관련된 여러 프로젝트를 수행해 왔다.

## 중국

쿤밍, 윈난 지방에 위치한 중국 임업 아카데미(*Chinese Academy of Forestry*)의 자원 곤충 연구소는 중국 남서부의 유일한 국립 산림 연구소이다. 이 연구소는 주로 곤충, 경제 식물, 미생물, 식물 및 생태 복원과 같은 자원과 관련된 응용 기반 프로그램 및 기초 연구를 수행한다. 자원 곤충의 연구, 개발 및 이용이 이 연구소의 주 연구 대상이다. 조사 대상 곤충류로는 산업 자재 곤충(예: 랙각지진디, 백랍 깍지진디, 오배자 진딧물, 연지벌레 등), 환경 곤충, 수분(화분매개) 곤충, 식용 및 약용 곤충과 장식 곤충(나비) 등이 있다. 연구 분야는 곤충 재료의 사용, 가공, 생물학, 생태학, 분자 생물학, 화학, 대량 사육, 인공 사육 및 기주 식물 등이다. *Ying Feng* 박사가 이끄는 연구 그룹은 수년간 특히 남서부 지역에서 중국 내 식용 곤충 문화, 채집 및 대량 사육과 관련된 연구를 수행하면서 100개가 넘는 식용 및 약용 곤충 표본을 수집했으며 20개 이상의 연구 논문과 두 권의 책을 발표했다.

## 케냐

케냐 *Jaramogi Oginga Odinga* 과학 기술 대학교의 *Monica Ayieko* 교수는 대학교 국가 수준에서 곤충에 대한 인식을 제고하기 위해 다른 케냐 연구 기관과 협력하고 있다. *Monica Ayieko* 교수는 소속 대학의 제한된 실험실 자원을 사용하고 기존 식품 분석 기술이 사용가능한 다른 기관의 도움을 받아 식용 날개 흰개미(*Macrotermes spp.*), 호수 파리(*Chironomus* 및 *Chaoborus spp.*), 식용 메뚜기(*Ruspolia differens*), 빅토리아 호수 지역에서 쉽게 발견할 수 있는 아프리카 도둑 개미(*Carebara vidua*)에 대한 기본적인 영양 분석을 수행했다. *Ayieko* 교수는 소비자 요청에 대한 응답으로, 흰개미 및 호수 파리를 제품으로 가공하기 위한 작업을 시도했으며 곤충 기반 비스킷, 크래커, 머핀, 미트 로프와 소시지를 성공적으로 만들어냈다.

앞서 언급한 *WinFood* 프로젝트(코펜하겐 대학교 진행)는 나이로비 대학교 연구진들과 함께 이유식 첨가제로서의 흰개미의 가능성에 대해 연구했다.

국제 곤충 생리학 및 생태학 센터(*International Centre of Insect Physiology and Ecology*)는 케냐 나이로비에 본부를 둔 범아프리카 연구 개발 조직이다. 이 센터의 임무는 유해 및 유용한 절지동물에 대한 관리 도구 및 전략을 개발하고 확대함으로써 열대 지방 주민의 전반적인 건강 상태를 개선하고 빈곤을 완화하여 식량 안보를 보장하

는 데 기여하는 것이다. 국제 곤충 생리학 및 생태학 센터는 전체 지역 사회의 참여를 통해 최종 사용자가 사회적으로 수용 및 응용할 수 있고 환경적으로 안전하고 저렴하며 적절한 새로운 도구 및 전략을 지속적으로 개발, 도입 및 응용할 것이다. 이 센터의 상업적 곤충 프로그램 연구에서는 꿀벌, 부봉침 벌과 누에를 연구한다. 센터는 양봉 및 양잠 기반 제품뿐 아니라 수분(화분매개) 서비스를 여러 동부 아프리카 국가와 북아프리카 지역까지 확장하는 일을 지원한다. 또한 인증을 획득하고 민간 기업인을 통한 시장과의 연계성을 확립하고 있다.

### 베냉

베냉, 코토누에서는 비영리 단체인 *CRGB(Centre de Recherche pour la Gestion de la Biodiversité)*가 많은 불어권 아프리카 국가에서 동식물 재고, 자연 보전 및 관리 계획 등 환경적 성격을 띤 수많은 연구를 완료했다. 이 센터는 수년에 걸쳐 곤충학, 문화 보존, *IPM* 프로그램, 지속 가능한 농업 및 환경 보호 부문에서 풍부한 경험을 축적해 왔다. 2008년 *CRGB*의 코디네이터인 *Séverin Tchibo*는 베냉, 부르키나 파소, 카메룬, 중앙 아프리카 공화국, 콩고 공화국, 콩고 민주 공화국, 말리, 기니 및 토고 공화국, 나제르에서 식용 곤충에 대한 정보를 포함하는 식용 곤충 웹사이트 및 데이터베이스인 *LINCAOCNET*을 구축했다. 이것은 벨기에 터뷰렌에 있는 왕립 중앙아프리카 박물관(*Royal Museum for Central Africa of Tervuren*) 및 *CRGB* 간 협력의 결과다. *LINCAOCNET* 프로젝트의 목적은 식용 곤충류 및 식용 곤충류의 취급 방법, 식용 곤충을 찾을 수 있는 장소, 식용 곤충을 채집하고 준비하는 방법에 대한 정보를 수집하고 이 정보를 사하라 사막 이남의 아프리카에 제공하는 것이다. 이 정보원은 더 나은 과학적 지식과 식품으로서의 곤충을 더 잘 사용하기 위한 기초가 된다. 이 프로젝트는 모든 사람이 접근할 수 있는 식용 곤충의 관리 및 보존에 관한 정보를 제공함으로써 곤충 소비를 홍보한다. *CRGB*는 프랑스 글로벌 환경 기구(*French Global Environment Facility*), *Van Tienhoven* 재단, 네덜란드의 생물다양성센터(*Centre for Biodiversity Naturalis*), 프랑스 생물다양성 연구 재단(*French Foundation for Research on Biodiversity*), 코스타리카의 국립 생물다양성 연구소(*National Biodiversity Institute*), 프랑코포니국제기구(*International Organization of Francophonie*), 프랑스 농업 개발 연구소(*French Agricultural Research for Development*), 유럽-아프리카-카리브해-태평양 연락 위원회 해충 전략적 프로그램(*Pesticides Initiative Programme of the Europe-Africa-Caribbean-Pacific Liaison Committee*), 국제 식품 산업 위원회(*International Commission for Food Industries*), 프랑스 파리의 국립 자연사 박물관(*National Museum of Natural History*), 벨기에의 왕립 중앙아프리카 박물관(*Royal Museum for Central Africa*) 등 여러 아프리카 및 해외 연구 개발 기관과 협력하고 있다. 베냉은 부탄 및 코스타리카와 식품에 대한 전통 및 과학적 지식을 교환하기 위해 최근 추진된 남-남 프로그램에 참여하고 있다(글 상자 13.5).

### 멕시코

남미에서 가장 오래된 대학이자 멕시코에서 가장 유명한 대학인 멕시코 국립 자치 대학교(*National Autonomous University*)는 식용 곤충 연구에서 뛰어난 명성을 보유하고 있다. *Julieta Ramos Elorduy* 교수와 과학학부 생물학 연구소 내 *Elorduy* 교수의 연구팀은 고전적인 방법뿐만 아니라 분자 생물학 및 전자 현미경을 사용하여 국가 생물다양성 연구에 헌신하고 있다. 이 연구소는 멕시코 동부 및 서부의 생물학 연구 스테이션, 식물과 동물 부서 및 멕시코 시티의 식물원을 보유하고 있다. 식용 곤충 연구소는 인증 그룹 내 식용 곤충 연구 및 영양적 가치 등 관련된 생물학적, 생태학적 연구의 성과에 전념하고 있다. 응용 연구는 식용 곤충의 인식, 식별, 채집, 준비, 저장, 판

매 및 마케팅을 포함한다. 응용 연구의 목표는 농촌 생계를 개선하고 지역 및 국가 경제에 기여하는 것이다.

**Ramos Elorduy** 교수는 1974년에 식용 곤충을 연구하기 시작했고, 1982년에는 "미래의 단백질 공급원으로서의 곤충(*Insects as a Source of Protein in the Future*)"이라는 제목의 책을 저술했다. 그후 1984년에는 고대 멕시코의 식용 곤충(*Los Insectos comestibles en el México antiguo*), 1998년에는 오싹하고 근질근질한 요리(*Creepy Crawly Cuisine*)을 발표했다. **Elorduy** 교수는 민족생물학 협회(*Ethnobiological Scientific Society*)를 설립하고 1994년 최초의 민족생물학 회의를 조직했다. **Elorduy** 교수는 식용 및 약용 곤충 전문가로 인정받고 있다.

## 라오스

라오스의 국립 라오스 대학에서는 곤충 양식을 학생들에게 소개하고 곤충의 영양적 가치 및 생계 개선 잠재력에 대한 인식을 제고하기 위한 혁신적이고 성공적인 프로그램을 시작했다. 학생들은 기본적인 곤충 양식 방법을 배우고 귀뚜라미를 그룹으로 사육하며 곤충을 채집하고 중요한 사회적 행사에서 곤충을 먹는다. 이후 가족들에게 곤충 양식을 소개한 학생도 있다(**P. Durst**, 개인적 서신, 2012).

## 13.2 전통 지식 활용

### 13.2.1 곤충 사육인 및 채집인

식용 곤충의 주 생산자는 농민 및 채집인이다. 대부분의 경우 토착 지식은 지속적인 채집 및 채집 방법의 기초를 형성한다. 따라서 지속 가능한 기존 모범 사례를 문서화하고 다른 사람들과 공유하는 일이 중요하다. 이를 위해 모범 사례, 교육 및 지식 공유를 지원하는 협회를 설립한다면 농부와 채집인 모두에게 도움이 될 수 있다.

일부 개인, 단체 및 기업은 특히 식품 및 사료 제품에서의 곤충 사용과 관련한 우수한 농업 관행, 시장, 가공 및 법적 요구 사항에 대해 질문을 제기했다. 이러한 요구가 존재하므로 정부는 농업(지도) 서비스 내에서의 기술 능력을 확장하고 싶어할 수 있다. 가능한 지원의 예로서 **FAO**의 사례를 들 수 있는데 **FAO**는 라오스에서 "고영양 섭취, 식량 안보 개선, 가계 수입 창출을 위한 지속 가능한 곤충 양식 및 채집"이라는 이름의 기술 협력 프로젝트를 지원했다.

교육 프로그램의 흥미로운 측면은 새로운 기술과 전통 지식을 결합한다는 점이다. 케냐에서는 신뢰할 수 있는 채집을 보장하기 위해 흰개미(*Macrotermes subhyalinus*)를 채집하는 전통적인 방법을 개선했다. 예를 들어 케냐 산업 연구 및 개발 기구(**Kenya Industrial Research and Development Institute**)와 공동으로 새로운 유인등(**Light Trap**)을 설계했다(**Ayieko** 외, 2011).

### 13.2.2 문화 및 미식 체험 활동(축제, 박람회, 레스토랑, 박물관)

문화 미식 활동으로는 축제, 박물관 및 동물원에서의 예술 및 과학 전시회, 레스토랑에서의 곤충 메뉴, 술집에서의 간식 및 요리 워크숍 등이 있다. 특히 정부, 학계, 농민과 생산자들이 이러한 활동을 후원할 수 있다.

## 박물관

2008년 벨기에 터뷰렌에 있는 왕립 중앙아프리카 박물관(**Royal Museum for Central Africa**)은 중앙아프리카 생물다양성 정보 네트워크(**CABIN, Central African Biodiversity Information Network**)이라고 불리는 프로젝트를 시작했다. 벨기에 협력 개발 기구(**Belgian Cooperation and Development Agency**)가 5년간 자금을 지원한 이 프로젝트의 목적은 중앙아프리카의 여러 연구 기관(주로 부룬디, 콩고, 르완다 민주 공화국)과 공동으로 생물다양성에 대한 데이터베이스 네트워크를 구현하는 것이다.

LINCAOCNET 데이터베이스 프로젝트(13.1절 참조)는 CABIN 프로젝트의 맥락에서 CRBG에 의해 착수되었다.

세계에서 가장 풍부한 곤충학 컬렉션 중 하나를 보유하고 있는 런던 자연사 박물관(Natural History Museum)은 런던에 있는 쇼핑 센터 내에 식용 곤충을 주제로 한 여행 전시회를 개최함으로써 열대지방에 서식하는 곤충에 대한 관심을 보였다(Fairman, 2010). 또한 캐나다 브리티시 컬럼비아에 위치한 빅토리아 곤충 동물원(Victoria Bug Zoo)은 방문객에게 곤충과 실제로 상호 작용할 수 있는 기회를 제공한다.

#### 글 상자 13.5

##### 식용 곤충의 식단 내 사용에 대한 개도국 간 국제 지식 공유

식품에 대한 전통적, 과학적 지식 교환을 위한 프로그램은 베냉, 부탄, 코스타리카에 의해 시작되었다. 베냉 Abomey/Calavi 대학교의 농경학부, 부탄 국립 버섯 센터와 코스타리카의 국립 생물 다양성 연구소의 전문가들이 프로그램에 합류했다.

특히, 코스타리카와 부탄은 사람들의 일상 식단에 도입할 수 있는 식용 곤충에 대한 정보를 베냉에서 얻고 있다. 코스타리카는 다양한 곤충류들을 분류하고 사용하는 다양한 방법, 효율적으로 곤충을 보존하고 번식시키는 방법에 대한 지식을 공유하고 있다. 베냉에서는 곤충이 식단의 중요한 부분을 차지하지만, 곤충을 가장 잘 활용하는 방법에 대한 지식은 부족하다.

한편, 코스타리카 국립 생물다양성 연구소는 자국민의 곤충에 대한 태도를 바꾸기 위해 노력을 하고있다. 코스타리카는 곤충 365종을 보유하고 있으며 이들 중 상당수는 농장 동물 사료로 사용할 수 있다.

출처: 협력, 2012

#### 13.2.3 주요 결과의 최근 예

식용 곤충에 관한 연구는 토착민의 전통 식습관에 집중해 왔다. Julietta Ramos Elorduy는 1977년부터 현재에 이르기까지 멕시코 곤충 소비에 대해 다수의 인상적인 논문을 발표했다(13.1절 참조). 대표적인 예가 이탈리아 Padua 대학의 Maurizio G. Paoletti 교수가 편집하고 2005년에 출판된 소형 가축의 생태학적 시사점: 곤충, 설치류, 개구리와 달팽이의 잠재력(Ecological Implications of Mini-livestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs, and Snails)이다. 이 책은 전 세계 곤충 소비의 다양한 측면을 다루며 여러 저자의 기고를 포함한다.

그동안 식용 곤충이 전면부에 부각된 세 건의 국제 회의가 있었다.

- 2000년에 구두 문학과 전통의 곤충(*Les Insectes Dans La tradition orale*)이라는 회의가 파리에서 열렸다. 인류학을 집중하여 조명한 이 회의에서는 식용 곤충을 주제로 삼았으며 2003년 회의록이 발표되었다(Motte-Florac 및 Thomas, 2003).
- 2008년 2월, FAO는 태국 치앙마이에서 "식품으로서의 산림 곤충: 곤충을 먹는 인간(*Forest Insects as food: Humans Bite Back*)"이라는 이름의 워크숍을 개최했다. 이 워크숍은 아시아태평양 지역 내 식용 곤충에 초점을 맞추었다.
- 2012년 1월, FAO와 와게닌젠 대학교는 로마의 FAO 본부에서 식량 안보를 보장하기 위한 식품 및 사료로서의 곤충의 잠재성 평가(*Assessing the Potential of Insects as food and Feed*)에 관한 전문가 자문회의를 공동으로 개최했다. 이것은 FAO가 조직한 같은 종류의 회의 중 첫 번째 회의였다(1.2절 참조).



식품 및 사료 공급원으로서의 곤충이라는 주제는 지난 몇 년간 언론으로부터 많은 주목을 받아왔다. 국제 및 국내 신문, TV 및 기타 미디어 소스는 이 주제에 대한 기사와 다큐멘터리를 제작했다. 언론의 강한 관심은 예를 들어 곤충 사용과 관련하여, 식품 및 사료 규정의 검토와 관련된 공공 정책 결정에 영향을 미치고 있다.

### 13.3 이해 당사자들의 역할

이해 당사자에 대한 커뮤니케이션 전략은 포괄적이어야 하며 지역, 문화, 지역성(농촌, 도시), 경제, 환경, 영양, 요리법과 전통을 대상으로 해야 한다. 개발 도상국에서는 도시, 도시 근교와 농촌 지역 사회에 대해 각기 다른 접근 방식이 필요하다.

#### 13.3.1 정부 기관

정부 기관은 식품과 사료로서의 곤충을 홍보하는 데 있어 중요한 역할을 담당한다. 특히, 기존의 식품과 사료 부문에 대한 가능한(환경 친화적) 대안으로서 이 새로운 분야를 개발하기 위해서는 정부 기관이 다음과 같은 문제를 해결해야 한다.

- 농업, 보건, 환경 부처들 간 인식 및 협업
- 기존 정책의 구현 및 식품과 사료 규제와 같은 새로운 정책 구상
- 연구, 개발 및 대학원 교육을 위한 기술 센터에 인센티브 제공
- 투자 및 기술 개발을 위해 민간 부문에 대한 인센티브 제공
- 농업 지도 서비스를 통해 지속 가능한 곤충 채집 및 양식에 대한 기술 지원 제공

정부 인센티브의 한 예는 3년간 3백만 유로를 투자하는 **EU FP7** 프로젝트 "새로운 단백질 공급원으로서의 곤충"을 들 수 있다. 2013년 하반기부터 시작된 이 공동 연구 프로젝트는 사료용 곤충의 사육 및 가공 방법 검토에 여러 대학과 기업을 참여시킨다.

효과적인 커뮤니케이션 전략은 식품으로서의 곤충과 사료로서의 곤충을 차별화하고 신뢰성을 높이기 위해 충분히 입증된 자료를 사용함으로써 곤충 소비에 대해 과장하지 않아야 한다. 정부, 국제 기구, 민간 부문 및 시민 단체에 대한 효과적인 커뮤니케이션 전략을 개발하기 위해 고려해야 할 전략으로는 다양한 청중을 위한 메시지 조정, 식품으로서의 곤충 사용을 위한 인센티브 파악, 곤충 소비를 촉진하는 성공 사례 및 모범 사례/경험 활용, (지역) 미디어를 통한 인식 제고, 식품으로서의 곤충의 중요성과 기회에 대한 커뮤니케이션 방법 도구 개발, 이 분야의 신뢰성을 향상시키기 위해 유명 인사의 지지 확보 등을 들 수 있다.

#### 13.3.2 산업

산업 생산자는 데이터, 문학, 경제학, 방법 및 관행 등 흩어져 있는 정보를 한데 모아 투자 옵션의 기초로 활용하기 위해 지식 기관과 협력하여 곤충에 대한 연구 및 개발을 수행해 왔다. 업계는 또한 인프라, 연구 및 기술에 대한 투자에 기여함으로써 곤충 관련 논의를 더욱 발전시키고 곤충 제품을 일반 대중에게 마케팅함으로써 인지도를 높일 수 있다.

또한 규제 당국 및 정책 입안자와 좋은 관계를 맺고 있다. 정부 기관과 함께 규정 개발을 촉진함으로써 능동적인 자세를 취할 수 있다.

업계는 또한 민간 부문을 위한 곤충 단백질 기술 로드맵을 개발할 수 있다. 2012년 전문가 자문회의에서 민간 부문의 이해 당사자들은 곤충 부문의 전략적 프로그램을 지원하기 위한 국제 산업 협회를 만들어야 한다는 점을 역설했다. 곤충 부문에 대한 핵심적 전략 프로그램으로는 일반 대중의 인식을 효과적으로 제고하고 업계 이해 당사자들 간에 공통 언어를 사용함으로써 혼란을 방지하고 효과적인 마케팅을 보장하는 방안이 포함될 수 있다.

### 13.3.3 비정부 기구

NGO는 곤충 소비를 확대하고 다변화된 생계 전략으로서 곤충 사육을 촉진하는 데 있어 중요한 역할을 수행한다. 환경 중심의 NGO들은 대정부 로비와 지역 사회의 실제 경험을 통해 지속 가능한 채집을 위한 지침을 강화하는 데 도움을 줄 수 있다. NGO들은 또한 이미 중요한 위치를 차지하고 있는 이 비공식적 활동에 대한 인식을 제고하고 선진국과 개발 도상국의 정치 현안에서 식품 및 사료를 위한 환경적 전략으로서 곤충 소비를 촉진할 수 있다.

또한, NGO는 시장 연계, 기업가 정신, 곤충 사육 및 생산자 목표(예: 생계 유지, 반 상업적 및 상업적 사업 등) 식별 등을 위해 농촌, 도시 근교 및 도시 가구에 대한 기술 훈련을 지원할 수 있다. 이러한 프로젝트의 예로는 베냉에 있는 *Bugs for Life* 및 네덜란드 곤충 센터를 들 수 있다.

온라인으로 사용할 수 있는 다른 자원으로는 *Daniella Martin*이 관리하는 인기 있는 웹사이트 *Girl Meets Bug*과 *Bay Area Bug Eating Society* 등을 들 수 있다.

### 13.3.4 미식 사업

곤충을 맛있고 매력적인 음식으로 만드는 일은 새로운 곤충 기반 식품 사업이 해결해야 할 가장 큰 과제 중 하나다. 코펜하겐에 있는 북유럽 식품 연구소(*Nordic Food Lab*)(글 상자 13.6)와 런던의 *Ento* 프로젝트와 같은 프로그램은 곤충에 대한 기호성을 확보하려는 노력의 일환으로 시작되었으며, 곤충을 서양인들의 입맛에 맞추어 가공하기 위해 색상, 질감, 맛과 향을 최적화하는 데 집중한다. 도쿄 *Mushikui*(식충) 축제 역시 일본에서 식용 곤충에 대한 관심을 되살리기 위해 노력하고 있다(글 상자 13.7).

#### 글 상자 13.6 북유럽 식품 연구소 (*Nordic Food Lab*)

곤충처럼 먹을 수 없다고 생각했던 물질을 "먹을 수 있다"고 생각하려면 무엇이 필요할까? 일반적으로 요리와 과학이 지닌 여러 능력 중 하나는 세상에 대한 새로운 이해와 인식을 가져올 수 있는 힘에 있다. 이전에는 곤충 소비를 보편화하기 위해 귀뚜라미를 통째로 대접했다면, 요리와 과학의 힘을 통해 귀뚜라미를 맛있는 음식의 형태로 바꾸면 논란의 여지를 방지할 수 있을 것이다. 눈과 코와 입으로 맛있게 느껴진다면 이미 먹을 수 있다는 뜻이기 때문이다.

북유럽 식품 연구소의 전략은 맛있는 물질이란 먹을 수 있는 물질이어야 한다는 현대 문화의 개념 대신, 맛있는 물질과 먹을 수 있는 물질은 서로 겹치는 영역이 있는 별개의 범주로 바라보는 데 있다. "잡초"처럼 먹을 수 있되 꼭 맛있지는 않은 음식이 있듯, 맛있되 아직 여러 사람들에게 식용으로 소개되지 않은 음식도 존재한다. 북유럽 식품 연구소는 이러한 고정관념을 해소하고자 노력한다. "식용"의 범위에 점점 광대해지는 음식의 개념을 결합하고자 다양한 맛의 세계를 탐구하고 있다.

북유럽 식품 연구소는 전통적이고 현대적인 요리법을 통해 북유럽 요리의 요소를 탐구하여 요리사, 산업, 대중을 위한 지식을 생산하는 비영리 단체로, 주로 채소, 해초, 조개, 사냥 동물, 식용 곤충 같은 야생 식품 연구에 초점을 맞추고 있다.

출처: 북유럽 식품 연구소, 2012

## 글 상자 13.7

## 일본 곤충 요리 연구회(Konchu Ryori Kenkyukai)

일본에서는 자국 전통 요리에서 곤충의 존재를 인정하기 위해 일본 곤충 요리 연구회(Konchu Ryori Kenkyukai)가 설립되었다. 이 그룹은 2012년 설립 4주년을 맞아 도쿄 Mushikui(식충) 축제를 개최했다. 첫 번째 식충 축제에 참가한 사람들은 30명에 불과했지만 이후 참가자 수는 두 배 이상으로 늘었다.

일본 전통 요리에는 많은 곤충 요리가 있다. 예를 들어, 누에 벌미인 *sanagi*는 상당히 일상적인 요리였으며 아직도 통조림으로 구입할 수 있다. 과거에는 일상 음식으로 *inago*(설탕과 간장에 절인 메뚜기), *hachinoko*(꿀벌 유충), *zazamushi*(강도래 유충) 등을 먹었지만, 오늘날에는 이러한 요리를 먹어 본 적이 없는 일본인들이 많다. 도쿄 Mushikui 축제를 개최하게 된 한 가지 이유는 이 음식 문화의 전통을 되살리고 새로운 맛에 대한 관심을 불러일으키는 데 있다.

출처: Tempelado, 2012

북유럽 식품 연구소는 여러 연구에서 식용성과 맛의 관계를 탐험하면서 '먹기 좋은 음식의 요소와 근원은 무엇인가? 시대 및 지역별 음식 시스템의 의미를 어떻게 더 깊이 이해할 수 있는가? "이질적인 느낌"을 익숙하게 바꾸기 위해 무엇을 할 수 있으며 무엇을 해야 하는가?' 등 다양한 질문을 던지고 있다. 북유럽 식품 연구소의 목표는 방대한 맛의 범위를 탐험하여 "먹을 수 없는 것"을 식료품으로 전환하는 데 있다. 대표적인 예로는 해초가 있다. 몇 년 전까지만 해도 서구에서 해초는 이국적인 식품이나 틈새시장으로 간주되었지만 해초의 맛이 증명된 이후 일부 지역에서는 새로운 다용도 재료로 각광 받고 있다(북유럽 음식 연구소, 2012). 요리 연구 및 개발 그룹의 책임자는 새로운 요리를 개발하는 데 있어 맛은 최우선 요소이자 가장 중요한 요소라고 말한다. 꿀벌 유충 마요네즈는 새로움 때문이 아니라 특유의 더 소박하고 만족스러운 맛 때문에 좋은 반응을 얻었다(Baines, 2012).

Ento 프로젝트는 서구 식단에 식용 곤충을 도입하기 위한 로드맵이다. 런던 Royal College of Art 및 Imperial College 출신 디자이너로 구성된 이 그룹은 혁신적인 디자인 중심의 접근 방식을 통해 지속 가능성의 문제를 연구해 왔다. Ento는 수용성에 초점을 맞추며 곤충 문화의 창조를 제안한다. Ento는 사람들이 최근 수용한 음식의 예로 초밥을 들고, 여기에서 영감을 받아 디자인 컨셉을 도안했다. 곤충을 새로운 식품으로 홍보하기 위한 로드맵을 만들어 여러 단계에서 다양한 대중 집단을 공략하고 있다. 이 로드맵의 기본적인 논리는 결국에는 곤충이 아주 일상적인 식품으로 슈퍼마켓에 진열되었지만, 모든 사람들이 동시에 새로운 음식을 먹기 시작할 필요는 없으며 그전에 먼저 모험심이 더 많은 소비자들을 대상으로 곤충을 홍보할 필요가 있다는 것이다.

Ento는 다양하게 가공된 곤충의 시식 테스트를 실시했으며 회사의 전체 브랜딩은 물론 음식 디자인에도 추상화된 디자인이 중요하다는 결론을 내렸다. "entocubes"를 통해 식품 재료가 된 동물을 추상화하며 식품으로서 곤충의 청결성, 인간의 제어, 미래 지향적 측면을 강조한다. Ento는 삶기, 튀기기, 베이킹 등의 다양한 조리 방법을 사용하여 맛에 대한 실험을 진행하고 있다. 분자 음식 페어링이라는 기술을 바탕으로 곤충을 사용하여 새로운 요리법을 만들어낼 수 있는 식품 데이터베이스를 구축했다(Ento, 2012).

샌프란시스코에서는 호기심 있는 소비자들인 Monica Martinez가 창립한 Don Bugito Prehispanic Snackeria에서 왁스 나방 유충 타코 및 거저리 아이스크림을 맛보기 위해 줄지어 기다린다. Don Bugito Prehispanic Snackeria는 영양이 풍부하고 지속 가능한 스페인 정복 시대 이전의 멕시코 전통 음식을 되살리고 있다(6.3절 참조).

산업 차원에서 정육업은 곤충 제품 개발을 위한 곤충 가공 및 실험 모델이 될 수 있다. 가공된 고기에 고기가 아닌 성분이 포함되듯이 곤충 제품에도 곤충이 아닌 성분이 포함될 수 있다. 또한 구조, *pH* 변화, 색, 보수력, 맛과 같은 곤충 제품의 여러 가지 물리적, 화학적 특성도 고려해야 한다.

## 14. 식량 안보를 위한 곤충 사용을 규제하는 법적 프레임워크

식용 곤충의 생산, 거래 및 사용은 제품 품질 보증, 곤충 사육이 환경에 미치는 영향 등 광범위한 규제 분야와 관련되어 있다. 이 장에서 언급한 규제 프레임워크에는 국내 및 국제 수준에서 식용 곤충 사용을 규제하게 될 법률, 표준 및 기타 규제 수단(법적 구속력을 갖춘 수단 및 기타) 등이 있다. 생물다양성 보존, 질병 통제, *IPM*, 위생, 해충 퇴치 및 보건 등의 분야에서 곤충의 사용과 보존에 대한 규제 프레임워크는 여기에서 논의되지 않는다.

세계화와 더불어 식품 품질 및 생산 방법에 대한 소비자들의 관심이 증가하면서 소비 패턴은 최근 수십 년간 극적인 변화를 보였다. 국제 원자재 및 식재료 무역으로 인해 먹이 사슬은 길고 더 복잡해졌다. 결과적으로, 식품 안전 및 거래되는 식품의 품질에 대한 관심이 증가했으며 식품 및 사료를 규제하는 프레임워크가 지난 20년간 크게 발전했다.

많은 사회에서 곤충은 일반적인 식품/사료로 인식되지 않았으므로 일반 식품/사료의 규제 범위에 속하는 일이 거의 없다. 식품 및 사료 성분으로 곤충 사용을 인정하는 국내 및 국제 수준의 표준 및 규정은 거의 없다(글 상자 14.1).

### 글 상자 14.1 FAOLEX

FAOLEX는 식품, 농업 및 재생 가능한 천연 자원에 대한 각국의 법률 및 규정을 모아놓은 세계 최대 전자 데이터베이스를 포함하는 포괄적인 최신 컴퓨터 입법 데이터베이스로, 정보는 무료이며 온라인으로 이용할 수 있다(<http://faolex.fao.org>). 키워드 "곤충(insects)"을 FAOLEX에서 검색(2013년 1월 29일) 한 결과 농업 부문에서 해충 통제 및 위생과 주로 관련된 937건(50개 이상의 국가에서)의 곤충 관련 법률 참조 문헌이 검색되었다. 양봉 및 양잠 산업이 중요한 몇몇 국가에서는 이 부문에 대한 법률 및 규제가 잘 발달되어 있으며, 몇몇 국가에서는 곤충을 불순물로 규정하고 허용 가능한 최대치를 규정하는 법률을 갖고 있다. 식품이나 사료 성분으로서의 곤충 사용을 규제하는 법률이나 규정을 보유한 국가에 대한 참조 문헌은 데이터베이스에서 검색되지 않았다. 따라서 식품 및 사료로서의 곤충 사용을 규제하는 규정은 아직 마련되지 않은 것으로 보인다.

식품의 맥락에서 곤충에 대한 법률 참조 문헌은 기껏해야 식품 내 불가피하게 사용하는 곤충에 대한 최대치를 규정하는 정도이다. 이러한 예로는 곡물, 밀가루, 땅콩 버터, 과일, 향신료, 초콜릿 등 건조 제품의 생산을 통제하는 규정을 들 수 있다.

구체적인 법률이 존재하지 않는 것은 위험을 무시하기 때문이 아니라 식품 및 사료 내 존재하는 곤충의 양이 현재로서는 무시할 만한 수준이기 때문이다. 만약 곤충 재료가 식품과 사료에서 더 광범위하게 사용된다면, 위험 평가를 수행하고 적절한 규제 프레임워크를 마련해야 할 것이다.

예를 들어, 미국 식품의약국(FDA) 책자인 "식품 결함 조치 수준(Food Defect Action Levels)"에 따르면, 밀가루 100 g당 평균 150개 이하의 곤충 조각 혼입에 따른 오염 수준은 건강에 대해 위험을 제기하지 않는다. 표 14.1은 책자에서 제시된 식용 곤충 제품 내 허용 가능한 최대 곤충 혼입 정도에 대한 다른 예를 제공한다(이보다 더 낮은 혼입 정도는 인체에 유해한 것으로 간주되지 않음).

표 14.1

## 식품 내 곤충 혼입의 최대 허용 수준

제품	곤충 혼입의 종류	최대 허용 수준
통조림 옥수수	곤충 유충(큰담배나방 유충 또는 조명충나방)	3 mm가 넘는 유충, 허물, 유충 또는 허물 조각 2개 이상 곤충 또는 곤충 조각의 총 길이가 12 mm, 24파운드 이상
통조림 감귤 주스	곤충 및 곤충의 알	250 ml당 초파리 및 다른 파리 알 5개 이상 또는 250 ml당 구더기 1개 이상
냉동 브로콜리	곤충 및 진드기	100 g당 평균 60개 이상의 진딧물 또는 총채 벌레 또는 진드기
흙	곤충	10 g당 평균 2,500개 이상의 진딧물
타입 분말	곤충 오물	10 g당 평균 925 이상의 곤충 조각
육두구 분말	곤충 오물	10 g당 평균 100개 이상의 곤충 조각

출처: USFDA, 2011

곤충 "혼입물"은 실제로는 건강에 좋을 수도 있다. 예를 들어, 밥이 주식인 지역의 사람들은 보통 상당한 수의 쌀 바구미(*Sitophilus oryzae*) 유충을 섭취하지만 이는 비타민의 중요한 원천으로 보고되어 왔다(Taylor, 1975).

선진국에서 식품 및 사료 성분으로의 곤충 사용에 대한 구체적인 법률이 존재하지 않은 가장 큰 이유는 식품 및 사료 부문에 공급하는 곤충 사육 산업이 매우 제한적으로 발전되었고 현재 식품으로 소비되는 곤충의 양이 미미하기 때문이다.

## 14.1 주요 장벽

투자자, 농부 및 기업가가 산업 규모의 식용 및 사료용 곤충 사육 공장을 지으려는 경우에도 적절한 규제 및 법률을 파악하기란 쉽지 않다. 많은 나라에서는 식용 및 사료용 곤충 사용에 대한 법적 프레임워크가 존재하지 않으며 이는 투자자에게 주요 장벽이 된다(글 상자 14.2).

일부 식용 및 사료용 곤충 생산업체에 따르면, 곤충 시장을 형성하는 데 대한 방해 요인과 곤충 거래에 미치는 영향은 다음과 같다.

- 식용 및 사료용 곤충 사육 및 판매에 대한 규정 및 법률이 불명확하다. 예를 들어, 미국 FDA의 식품 결함 조치 수준은 식품 내 허용 가능한 곤충 조각의 비율을 규정하지만 식용 곤충은 어느 범주에도 포함되지 않는 것으로 보인다. EU에서는 식품과 1997년 5월 15일 이전에 상당한 수준으로 소비되지 않았던 식품 및 식용 재료를 규제하는 EU 신소재 식품 규정(Regulation (EC) No.258/97)(EU 집행위원회, 1997)은 다른 나라에서 소비되는 곤충을 포함하는 곤충 거래를 제한한다(Lähteenmäki-Uutela, 2007).
- 추가적인 장애 요소로는 가공 및 품질과 관련된 국내 및 국제 정보를 이해하는 데 대한 어려움, 생산자 간의 네트워크 부재, 선진국 내 식용 곤충에 대한 대량 수요 부족 등이 있다.
- 기존 시장에 대한 소비자 및 구매자의 인식 부족은 낮은 수요의 원인이다.
- 식용 곤충은 본질적으로 비위생적으로 인식되기 때문에 마케팅하기가 어렵다.



## 글 상자 14.2 유럽연합(EU) 내 시장 설립에 대한 장벽

EU 내 곤충 사육에 대한 주요 장벽은 다음과 같다.

- 농장 설립에 대한 엄격한 위생 규정
- 대량 곤충 사육에 대한 지침 부족
- 신소재 식품 승인 범주에 속하는 곤충의 불명확성
- 1997년 5월 15일 이전에 식용으로 소비된 종에 대한 정보(신소재 식품 분류를 위해 필요) 부족(글 상자 14.3)
- 곤충과 관련 없는 PAP(가공 동물 단백질)를 가금류, 돼지, 양식 물고기에게 먹이는 행위에 대한 최근 EU 제한 조치

출처: L. Giroud, 개인적 서신, 2012

곤충 사료를 동물에게 먹이는 행위에 대한 주요 EU 법률은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 사료 재료 목록(EC 규정 No.68/2013)은 정성적(non-exhaustive) 기준이다. 따라서 목록에 포함되지 않은 제품도 원칙적으로는 시장에 출시할 수 있다. 사료 생산업체는 중요한 사료 재료를 목록에 포함하고 설명하는 것이 좋다. "지구상 무척추동물"은 항목 9.16.1("인간 및 동물 병원성 종을 제외한 모든 발달 단계의 신선, 냉동 건조 처리되거나 처리되지 않은 지구상 무척추동물의 전체 또는 부분") 아래에 나열되어 있지만 "곤충 사료"에 대한 구체적인 항목은 존재하지 않는다. 이러한 목록은 EU Feed Chain Task Force 등의 관련 당사자의 필요에 의해 작성할 수 있다.
- EC 규정 1069/2009번에 따르면 곤충 사료는 목록에 포함된 기준에 따라 가공해야 하는 PAP이다. EC 규정 1069/2009번은 곤충 및 기타 무척추동물을 카테고리 3(적합하지만 인간 먹이 사슬을 위한 것은 아님) 성분으로 분류한다. 따라서 이들은 가축, 특히 생선, 가금류 및 돼지 사료로 적합한다.

EC 규정 1069/2009번에도 불구하고, EC 규정 999/2001번은 가수 분해 단백질을 제외하고 PAP를 사육 동물의 사료로 쓰는 행위를 금지하며<sup>15</sup> 곤충 유래 단백질은 PAP 정의에 해당한다.<sup>16</sup> 따라서 현재로서는 곤충 사료를 현재 식용 동물의 사료로 사용할 수 없으며 애완동물의 사료로만 사용할 수 있다. 다양한 수준의 규제 기관에서는 EC 규정 999/2001번("BSE"규정)에 따라 사육 동물에게 곤충 단백질을 먹이는 행위를 금지하도록 했다. 그러나 이 규정의 원안인 BSE 규제는 포유 동물 단백질을 사료로 사용하는 행위만을 금지했으며, 이 점은 전문 및 제 7(4)조의 현재 버전에서 아직도 분명하게 나타나 있다.

2012년 7월, 당국은 이 금지 조항을 완화함으로써 PAP 사료를 양식 종에 먹이는 행위를 허용하기로 합의했다. 이 변경 사항은 공식적으로 2013년 초에 시작되며 2013년 6월 1일부터 적용된다. 특정 조건이 충족되고 나면, EU는 돼지 및 가금류 사료 내 해당 PAP 사용을 다시 허용할 계획이다(W. Trunk, 개인적 서신, 2012).

EU는 자유롭게 돌아다니는 가금류 및 돼지가 천연 사료인 곤충을 먹으므로 무척추동물 소비는 단순히 용납되는 현상일뿐 아니라 동물 복지 및 사료 섭취적 측면에서 올바른 절차로 간주된다는 점에서 가금류와 돼지의 방목을 권장한다. 그러나 "천연 사료"는 중금속, PCB/다이옥신, 농약 등 오염 물질 검사 대상이 아니다.

<sup>15</sup> EC 규정 999/2001번, 부속서 IV(EC 규정 1292/2005번에 의해 수정된), EC 규정 1923/2006번 및 EC 규정 56/2013번

<sup>16</sup> EC 규정 142/2011번, 부속서 I(5)조는 가공 동물 단백질을 "카테고리 3 물질에서만 파생되어 애완동물 사료, 유기 비료 또는 토양 개량제 등 사료 재료로 직접 사용하거나 기타 다른 용도로 사료에 사용하기에 적합하도록 가공된 동물 단백질"로 정의한다.

## 14.2 법적 프레임워크 및 표준화

각국에서는 국제 표준을 식품 및 사료에 대한 규제 프레임워크를 설정하기 위한 유용한 기초로 사용할 수 있다. 규정을 국제 기준, 특히 국제식품규격(글 상자 14.3)에 맞추면 무역 규정 준수와 식품/사료 제품 거래를 더욱 효과적으로 지원할 수 있다.

### 글 상자 14.3 국제식품규격 (Codex Alimentarius)

식품 및 사료에 대한 국제 참조 표준인 식품 및 사료 성분으로서의 곤충 사용에 대한 국제식품규격(Codex Alimentarius)은 안전성 및 품질의 관점에서 곤충 생산과 식품 및 사료로서의 사용에 대한 각국의 법률을 위한 참조가 될 수 있다.

국제식품규격은 식용 및 사료용의 신선 또는 가공 곤충에 대한 특정 기준을 포함하지 않지만 "곤충"은 국제식품규격에서 "혼입물"에 포함된다. 예를 들어, 국제식품규격 152-1985에 따르면, 밀가루에는 다음과 같은 성분이 존재하지 않아야 한다.

- 이상한 맛, 냄새, 살아 있는 곤충
- 인간의 건강에 위협이 될 수 있는 양의 오물(죽은 곤충 등 동물성 불순물)

FAO와 WHO는 소비자의 건강을 보호하고 식품 거래에서 공정한 거래 관행을 보장하기 위해 1963년 국제식품규격위원회(Codex Alimentarius Commission)를 설립했다.<sup>17</sup> 현재 위원회에는 184개의 회원국, 1개의 회원 기구(EU), 204개의 참관인이 참여하고 있다. 국제식품규격위원회는 국제 식품 교역의 안전성, 품질 및 공정성에 기여하는 통일된 국제 식품 기준, 지침 및 업무 규정을 개발하고 있다. 국제식품규격은 FAO 및 WHO가 조직한 임시 협의회와 독립적인 국제 위험 평가 기관이 지원하는 최신 과학을 기반으로 한다. 회원국은 국제식품규격을 자발적으로 적용할 수 있지만, 국제식품규격은 국내법의 기초로 사용되는 경우가 많다.

위생 및 식물 위생 조치(SPS 협정)의 적용에 관한 세계 무역기구(WTO) 협정에 따라, 국제식품규격을 준수하는 국내법은 SPS 협정에서 발생하는 국제 책임을 준수하는 것으로 간주된다. SPS 협정에 따르면

회원국의 위생 또는 식물 위생 조치는 국제 기준, 지침 및 권고 사항에 기반해야 한다. ... 국제 기준, 지침 또는 권고 사항을 따르는 위생 또는 식물 위생 조치는 ... 본 협정 및 1994년도 GATT 협정의 관련 규정(제 3 조, 제 1 항 및 2 항)에 부합하는 것으로 간주된다.

식품 안전에 대한 이러한 "국제 기준, 지침 또는 권고 사항"은 다음과 같이 정의된다.

식품 첨가물, 동물 의약품, 농약 잔류물, 오염 물질, 분석 및 시료 채집 방법, 위생 지침 및 업무 규정에 관련하여 국제식품규격위원회가 확립한 기준, 지침 및 권고사항(SPS 협정, 부속서 A, 제 3항(a))

국제식품규격보다 더 엄격한 식품 안전 조치를 적용하기를 원하는 WTO 회원국들은 해당 조치의 과학적 근거를 입증해야 할 수도 있다(WHO/FAO, 2012).

<sup>17</sup> 국제식품규격 홈페이지([www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org)) 참조

식품 및 사료 생산을 위한 곤충 사용에 대한 구체적인 법률 조항은 가공업체의 곤충 사용을 규제 및 통제하고 정보에 대한 소비자의 접근을 보장한다. 이를 위해 규제 당국은 종류와 양적인 측면 모두에서 곤충 사용과 관련된 잠재적인 위험을 평가해야 한다. 소비자의 이익을 더욱 강력하게 보호하기 위해 식품 포장지에 표시된 정보 및 곤충이 인체에 미치는 영향에 대해 소비자들에게 제공된 정보에 초점을 맞출 수도 있다.

2010년 라오스 정부는 FAO/WHO 국제식품규격 아시아 분과 조정위원회에 집 귀뚜라미를 위한 지역 무역 및 식품 안전 기준을 개발할 것을 제안했다. 그러나 해당 조치를 정당화할 만한 검증 가능한 수준의 곤충 거래가 이루어지지 않는다는 데이터에 따라, 이 제안은 받아들여지지 않았다(FAO, 2010a).

곤충 사용에 관한 구체적인 법률 개발을 촉진하기 위한 사료 부문의 협상이 증가되고 있다. 국가 수준(사료 내 곤충 사용에 대해 FDA 승인을 얻기 위해 미국 기반 회사들이 전개하는 민간 부문 주도 활동 포함) 및 유럽 수준에서 협상이 진행되고 있다.

소형 가축이라고 불리는 식용 곤충 및 절지동물의 사육은 생태학적으로 건강한 형태의 가축 사육으로 부상되고 있다. 최근 사료 부문에서 강력한 협상을 전개한 결과, 양식 사료 및 가벼운 식품으로서의 곤충 사용에 대한 규정 및 기준을 개발할 수 있는 환경을 마련하기 위한 계획이 나오기 시작했다. 예를 들어 유럽에서는 곤충 기반 사료를 위한 품질 및 안전 기준이 현재 검토 단계에 있다.

또한 곤충의 생산과 소비는 건강, 생물다양성, 잠재적인 환경 위협(생산 지역에 외래 곤충 종을 사고로 방출할 위험 등 곤충 생산 및 방출 부분)의 관점에서 분석해야 한다. 위험 평가 및 봉쇄 조치로 인간 또는 동물 건강 및 식물 보호에 위협이 될 질병의 발생 가능성을 해결해야 한다. 다른 입법 대상 분야로는 종축으로서 살아있는 곤충을 국가 간에 거래하는 활동에 대한 규정을 들 수 있다.

공인 국내 및 국제 표준 개발에 이어 2012년 1월 로마에서 개최된 "식량 안보를 위해 식품 및 사료로서 곤충의 잠재성을 평가하는 전문가 자문회의(*Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security*)"에서 이미 한번 드러났고 신흥 산업에서 자주 볼 수 있는 것처럼, 곤충 생산자/가공자 및 기타 이해 당사자에 의한 자율 규제는 조화 및 상호 인정을 촉진할 수 있다. 여기에는 신뢰도를 확보하기 위한 기준, 업무 규정 및 제품 품질 측정 기준 개발 등이 포함될 수 있다.

신소재 식품의 개념은 식용 곤충에 대한 규정 및 규격 개발의 지침이 되고 있다. 신소재 식품이라는 용어는 해당 지역 또는 국가에서 인간 소비의 역사가 존재하지 않는 식품을 말한다. 국내법에 포함된 신소재 식품 정의의 예는 다음과 같다.

- "호주 또는 뉴질랜드에서는 인간 소비의 역사가 없는 식품"  
(호주 뉴질랜드 식품 기준 제도 - 기준 1.5.1)
- "식품으로서 안전하게 사용된 이력이 없는 미생물을 포함하는 물질"  
(캐나다 식품 의약품 규정(C.R.C., c.870) – B.28.001)

이 용어는 식용 곤충, 오일, 열매류와 생명 공학(유전자 변형 식품 포함) 제품을 포함한다. 생명 공학 식품은 세계적으로는 신소재 식품으로 간주되지만 어떤 나라에서 새로운 천연 재료에서 파생된 식품이 다른 나라에서는 이미 정상적인 식품의 상당 부분을 차지했을 수도 있다. "오랜 인간 사용 역사"에는 의도적으로 인간의 사용 또는 소비를 위해 채집하는 곤충은 상당한 위험을 제기하지 않는다는 의미가 내포되어 있는 것으로 보는 것이 바람직하다(Banjo, Lawal 및 Songonuga, 2006b). 그러나 미국, 캐나다, EU 등 다수의 선진국에서는 일부 식용 곤충 종을 신소재 식품이나 성분으로 판매하기 위해 시판 전 안전성 평가 및 허가가 필요할 수 있다(글 상자 14.3).

## 글 상자 14.4

**EU 집행위원회의 신소재 식품 정의**

신소재 식품 및 식품 재료에 대한 1997년 1월 27일 EU 집행위원회 규정 258/97번, 제3(1)조는 1997년 5월 15일 이전에 EU에서 상당한 정도로 식용으로 사용되지 않았던 식품 및 식품 재료를 "신소재 식품" 및 "신소재 식품 재료"로 간주한다.

이 규정에 따르면, 이러한 신소재 식품과 신소재 식품 성분은 다음과 같은 조건을 충족해야 한다(EC, 1997).

- 소비자에게 안전해야 함
- 소비자를 오도하지 않도록 적절하게 표시되어야 함

EU는 시장 출시 전에 각 개별 종/제품에 대한 위험 평가(시판 전 안전성 평가)를 의무화하며 2차 조치로서 인가(사용, 라벨링 및 명칭 조건)를 수행할 수 있다.

소비자를 보호하고 유럽 내 식품 안전을 유지하기 위해 EU 식품안전국(EFSA)은 미래의 새로운 식품에 대한 위험 평가를 수행한다. 2011년 EFSA는 데이터 분석 및 신호 탐지를 통해 기관을 일차적으로 필터링하고자 식용 곤충에 대해 보도한 미디어 대행사를 파악하기 시작했다. 이 과정에서 EFSA는 이 주제에 대해 더 자세한 정보를 수집하기 시작했다. EU는 사료 내 잠재적인 단백질 공급원(KBBE 2012.2.3-05, 제 13장 참조)으로서의 곤충을 조사하는 프로젝트에 자금을 지원하고 있으며 현장에서 이해 관계자 네트워크에 참여하고 있다. 곤충을 신소재 식품으로서 식생활에 포함시키기 위해서는, 사전 안전성 평가를 실시해야 하며 EFSA는 위험 평가 수행 요청을 받게 될 것이다.

신소재 식품 개념 조건을 충족하려면 무거운 행정 부담과 비용이 발생할 수 있다. 따라서 이 개념이 소비자의 건강을 보호하기 위한 것이지만, "신소재" 곤충 종을 사육하고자 하는 소규모 농부가 이 조건을 충족하기는 어려울 수 있다. 현재 EU 내 식용 곤충 사용에 관한 제안은 1997년 전에 유럽에서 사육되던 5 ~ 10종의 곤충(아직 정의되지 않음)을 제외한 모든 곤충을 신소재 식품으로 고려하자는 것이다.

일부 국가에서는 식용 곤충이 전혀 새롭지 않으며 안전한 사용 이력이 존재하는 경우도 있을 것이다. 규제 당국이 위험 평가를 실시해야 하며 병원체/곤충 조합과 같은 추가 정보가 필요할 가능성이 높다.

곤충을 포괄하는 식품법 프레임워크를 다듬고 조정하는 과정에서 많은 작업을 수행하고 많은 문제를 고려해야 할 것이다. 2012년 1월 전문가 자문회의에서 실무 그룹은 규제 프레임워크를 세부적으로 다듬기 위해 다음과 같이 제안했다(FAO, 2012f).

- 과학자, 산업, 규제 당국은 이 부문의 자율 규제에 적극적으로 협력하고 기여해야 한다. 식품 및 사료 성분에 대한 기존 정책 및 규정에 대한 분석이 필요하며 이는 다음을 통해 수행할 수 있다.
  - 관련 규제 기관 및 주요 담당자와의 커뮤니케이션
  - 기존 프레임워크 내 개선점 및 장애물 파악
- 새로운 정책의 개발은 불가피하다. 규제 당국의 의견을 경청하여 도입될 규정을 예상함으로써 특정 규정을 요구할 수 있는 소비자들에게 민감하게 반응하고 소매업체와 협력해야 한다. 이러한 협의를 촉진하는 모델의 흥미로운 예가 바로 국제농업관행(Global Agricultural Practice)이다. 고려해야 할 새로운 규정으로는 오염물질 및 영양 성분에 대한 품질 기준, 품질 제어 및 품질 보장 지침, 상표 요구 사항, 환경 영향 평가, 동물 사료 요구 사항(예: 거름 사용 여부) 등이 있다.

- 공공 및 민간 부문 규제 프레임워크는 국가 및 국제 수준에서 표준화해야 한다.

모든 제품에 대해 보장해야 할 안전성 수준을 사전에 규정해야 한다. 다른 산업의 역할 모델이 될 수 있는 타당한 생산 관행(위생 조치 포함)을 개발해야 한다. 민간 및 공공 표준은 식용 및 사료용 곤충 사용에 대한 통일된 규제 관행의 기초가 될 수 있다. 법적 프레임워크를 개발하여 구속력 있는 조항을 통합 및 설정해야 하며 전 부문에 걸쳐 이러한 조항의 이행 및 집행을 보장해야 한다. 민간 또는 공공 표준을 통한 국제 공조는 이 분야에 긍정적이지만 곤충 종 및 가공 방법의 다양성으로 인해 달성하기 어려울 수 있다. 그럼에도 불구하고 이 딜레마를 해결해야 한다.

식용 곤충 규제 프레임워크에 대한 권장 사항은 다음과 같다.

- 식용 및 사료용 곤충에 대한 국내 및 국제 수준의 민간 및 공공 표준화 및 시판 전 안전성 평가 촉진(다른 표준 기구들 간 국제식품규격에 따라)
- 식용 및 사료용 곤충 사용과 이 부문 개발 및 제도화를 지원하기 위한 적절한 국제 및 국내 표준, 법적 프레임워크 촉진
- 곤충 생산 및 사용에 대한 법적 프레임워크를 구상 및 실행할 때, 곤충 생산 및 사육이 환경에 미치는 잠재적 영향, 곤충의 국제 이동이 환경 및 무역에 미치는 영향을 고려한 식물 위생법, 생물다양성, 질병 통제, 환경 등 광범위한 규제 영역에 규제 당국이 주의를 기울이도록 의무화

# ***Memo***



## 15. 성공으로 가는 길

최근 연구개발 분야의 성과에 따르면, 식용 곤충은 식품으로서 인간의 직접적인 소비 및 사료로서의 간접 사용에 있어 전통적인 육류 생산의 유망한 대안이 될 수 있다. 그러나 식량 및 사료 안보를 위한 곤충의 잠재력을 완전히 실현하기 위해서는 향후 수년간 광범위한 이해 당사자들이 엄청난 양의 작업을 수행해야 한다. 2012년 1월 로마에서 열린 식량 안보를 위해 식품 및 사료로서 곤충의 잠재성을 평가하는 전문가 자문회의(*Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security*)에서 작성된 로드맵은 앞으로 수행해야 할 주요 작업을 다음과 같이 요약했다.

- 곤충의 영양적 가치를 추가로 문서화함으로써 건강한 식품으로서의 곤충의 잠재력을 더욱 효율적으로 홍보
- 기존 가축 사육 관행과 비교해 곤충 채집 및 사육의 지속 가능성을 조사하고 환경적 영향을 수량화
- 사회 최빈층의 식량 안보를 개선하는 데 초점을 맞추어 곤충 채집 및 사육이 제공할 수 있는 사회 경제적 이점을 명확히 하고 더욱 확대
- 명확하고도 포괄적인 국내 및 국제 법률 프레임워크를 개발하여 투자 증대를 유도함으로써 식용 및 사료용 곤충 제품을 충분히 개발(가정 수준에서 산업 수준으로) 하고 거래할 수 있도록 촉진

곤충 소비는 건강에 좋을 뿐 아니라 지구를 위해서도 좋은 일이라는 관점을 소비자들에게 전달해야 한다. 또한, 곤충 사육을 전 사회 계층을 포함하는 활동으로 홍보하고 장려해야 한다. 곤충 사육에는 토지 소유에 대한 접근이 필요하지 않고 사회 최빈층 및 취약 계층도 접근할 수 있기 때문에 최소한의 기술적 지식과 자본 투자만으로도 가능하다. 앞으로 기존 동물 단백질 가격이 높아지면서 곤충은 전통적인 방식으로 생산되는 육류 및 바다에서 잡은 어류에 비해 저렴한 단백질 공급원이 될 가능성이 높다. 이를 위해서는 상당한 기술 혁신, 소비자 기호의 변화, 곤충을 포함하는 식품 및 사료 규정, 보다 지속 가능한 식량 생산 방법이 필요하다.

곤충의 높은 영양적 가치, 낮은 온실가스 배출량, 낮은 토지 필요량, 재료를 식품으로 변환하는 데 있어 높은 효율성 등을 고려할 때 곤충은 식량 안보에 기여할 수 있으며 단백질 부족에 대한 해결책의 일부가 될 수 있다. 동물 배설물 생분해, 폐기물의 퇴비화, 살균 과정을 결합하면 동물 및 어류 사료로서 곤충 바이오매스를 생산할 수 있다. 곤충은 가축, 가금류 및 양식 산업에서 갈수록 비용이 증가하고 있는 혼합 사료의 단백질 성분을 부분적으로 대체할 수 있다. 이렇게 되면 지금은 주로 육류 생산 비용의 절반을 차지하는 가축 사료로 사용되는 곡물을 인간이 소비할 수 있을 것이다(*van Huis, 2013*).

곤충이 이미 많은 국가에서 인간 식생활에 이용되고 있다는 사실을 고려하여 곤충의 잠재력을 재평가해야 한다. 야생 식용 곤충을 지속 가능한 방식으로 채집하려면 자연 보호 전략이 필요하다. 인위적 환경 조정 방법은 곤충 개체군의 양과 접근성을 높일 수 있다. 곤충을 식품/사료로 채집하면서 동시에 해충을 통제하는 방법도 활용해야 한다. 유망한 곤충 종에 대한 간단한 사육 절차도 개발해야 한다. 열대에서 미량 영양소(특히 철, 아연 등) 결핍이 대규모로 발생한다는 사실을 고려할 때 식용 곤충 내 미량 영양소의 생물학적 가용성(특히 철, 아연)을 추가로 조사해야 한다.

서구 사회에서 소비자의 수용은 대개 가격, 환경에 미치는 이점에 대한 인식, 맛있는 곤충 유래 단백질 식품을 공급하는 업계의 발전에 의해 결정된다. 곤충 식품의 유통기한을 늘리고 수용성을 확대하기 위해서는 보존 및 가공 기술을 개발해야 한다. 또한 곤충을 단백질 식품 및 동물/어류 사료로 변환하고 곤충 단백질을 추출하여 식품업계의 재료로 사용하기 위한 가공 절차도 필요하다.

오늘날의 생선과 콩처럼 단백질이 풍부한 재료를 대체하려면 엄청난 양의 곤충 바이오매스가 필요하다는 사실을 고려할 때, 안정적이고 믿을 수 있으며 안전한 제품을 생산하는 자동화된 대량 사육 시설을 개발해야 한다. 이 새로운 산업이 해결해야 할 과제는 높고 일관된 품질의 곤충 바이오매스를 경제적이고 안정적으로 생산하는 것이며, 규제 프레임워크를 개발해야 한다. 정부, 산업, 학계의 긴밀한 협력이 성공의 필수 요건이 될 것이다.

## 참고 문헌

- Aarnink, A.J.A., Keen, A., Metz, J.H.M., Speelman, L. & Versteegen, M.W.A.** 1995. Ammonia emission patterns during the growing periods of pigs housed on partially slatted floors. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 62(2): 105–116.
- Acuña, A.M., Caso, L., Aliphath, M.M. & Vergara, C.H.** 2011. Edible insects as part of the traditional food system of the Popoloca town of Los Reyes Metzontla, Mexico. *Journal of Ethnobiology*, 31(1): 150–169.
- Adamolekun, B.** 1993. *Anaphe venata* entomophagy and seasonal ataxic syndrome in southwest Nigeria. *Lancet*, 341(8845): 629.
- Adamolekun, B., McCandless, D.W. & Butterworth, R.F.** 1997. Epidemic of seasonal ataxia in Nigeria following ingestion of the African silkworm *Anaphe venata*: Role of thiamine deficiency? *Metabolic Brain Disease*, 12(4): 251–258.
- Ademolu, K.O., Idowu, A.B. & Olatunde, G.O.** 2010. Nutritional value assessment of variegated grasshopper, *Zonocerus variegatus* (L.) (Acridoidea: Pygomorphidae), during post-embryonic development. *African Entomology*, 18(2): 360–364.
- Adriaens, E.L.** 1951. Recherches sur l'alimentation des populations au Kwango. *Bulletin Agricole du Congo Belge*, 42(2): 227–270.
- Agea, J.G., Biryomumaisho, D., Buyinza, M. & Nabanoga, G.N.** 2008. Commercialization of *Ruspolia nitidula* (Nsenene grasshoppers) in Central Uganda. *African Journal of Food Agriculture and Development*, 8(3): 319–332.
- Agriprotein.** 2010. Agriprotein. (available at [www.agriprotein.com](http://www.agriprotein.com)). Accessed October, 2012.
- Aguilar-Miranda, E.D., Lopez, M.G., Escamilla-Santana, C. & Barba de la Rosa, A.P.** 2002. Characteristics of maize flour tortilla supplemented with ground *Tenebrio molitor* larvae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1): 192–195.
- Akpalu, W., Muchapondwa, E. & Zikhali, P.** 2009. Can the restrictive harvest period policy conserve mopane worms in southern Africa? A bioeconomic modelling approach. *Environment and Development Economics*, 14(5): 587–600.
- Aldrich, J.** 1988. Chemical ecology of the Heteroptera. *Annual Reviews of Entomology*, 33: 211–238.
- Allotey, J. & Mpuchane, S.** 2003. Utilization of useful insects as food source. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 3(2): 1–6.
- Amadi, E.N., Ogbalu, O.K., Barimalaa, I.S. & Pius, M.** 2005. Microbiology and nutritional composition of an edible larva (*Bunaea alcinoe* Stoll) of the Niger Delta. *Journal of Food Safety*, 25: 193–197.
- Amar, Z.** 2003. The Eating of locusts in Jewish tradition after the Talmudic period. *The Torah u-Madda Journal*, 11: 186–202.
- Anand, H., Ganguly, A. & Haldar, P.** 2008. Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed. *International Journal of Poultry Science*, 7(7): 722–725.
- Anderson, S. J.** 2000. Increasing calcium levels in cultured insects. *Zoo Biology*, 19(1): 1–9.
- Auerswald, L. & Lopata, A.** 2005. Insects: diversity and allergy. *Current Allergy & Clinical Immunology*, 18: 58–60.
- Austin, A.D., Yeates, D.K., Cassis, G., Fletcher, M.J., La Salle, J., Lawrence, J.F., McQuillan, P.B., Mound, L.A., Bickel, D.J., Gullan, P.J., Hales, D.F. & Taylor, G.S.** 2004. Insects "Down Under": diversity, endemism and evolution of the Australian insect fauna: examples from select orders. *Australian Journal of Entomology*, 43(3): 216–234.

- Awoniyi, T.A.M., Adetuyi, F.C. & Akinyosoye, F.A.** 2004. Microbiological investigation of maggot meal, stored for use as livestock feed component. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2(3&4): 104–106.
- Ayieko, M.A., Kinyuru, J.N., Ndong'a, M.F. & Kenji, G.M.** 2012. Nutritional value and consumption of black ants (*Carebara vidua* Smith) from the Lake Victoria region in Kenya. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 4(1): 39–45.
- Ayieko, M.A., Ndong'a, M.F.O. & Tamale, A.** 2010. Climate change and the abundance of edible insects in the Lake Victoria Region. *Journal of Cell and Animal Biology*, 4(7): 112–118.
- Ayieko, M.A., Obonyo, G.O., Odhiambo, J.A., Ogwenyo, P.L., Achacha, J. & Anyango, J.** 2011. Constructing and using a light trap harvester: rural technology for mass collection of agoro termites (*Macrotermes subhylanus*). *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 3(2), 105–109.
- Ayieko, M.A., Oriamo, V. & Nyambuga, I.A.** 2010. Processed products of termites and lake flies: improving entomophagy for food security within the Lake Victoria region. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(2): 2085–2098.
- Ayieko, M.A. & Oriaro, V.** 2008. Consumption, indigeneous knowledge and cultural values of the lakefly species within the Lake Victoria region. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 2(10): 282–286.
- Bachstesz, M. & Aragon, A.** 1945. Notes on Mexican drugs, plants, and foods. III. Ahuauhtli, the Mexican caviar. *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 34: 170–172.
- BACSA.** 2011. *Sericulture for multi products: new prospects for development*. Proceedings of the 5th BACSA International Conference, 11–15 April 2011, Bucharest, Romania. (available at [www.bacsa-silk.org/user\\_pic/file/PROCEEDINGS%20SERIPRODEV%202011.pdf](http://www.bacsa-silk.org/user_pic/file/PROCEEDINGS%20SERIPRODEV%202011.pdf))
- Bahuchet, S.** 1975. Ethnozoologie des Pygmées Babinga de la Lobaye, République Centrafricaine. In R. Pujol, ed. *Premier Colloque d'Ethnozoologie*. pp. 53–61. Paris, Institut International d'Ethnoscience.
- Bahuchet, S. and Garine, L.D.** 1990. Recipes for a forest menu. In C.M. Hladik, S. Bahuchet & L.D. Garine, eds. *Food and Nutrition in the African Rain Forest*. pp. 53–54. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Baines, N.** 2012. "Waiter, there's a fly in my soup": Insects as food are more than just a gastronomic gimmick. *The Independent*, online edition, posted on 7 September 2012. (available at [www.independent.co.uk/life-style/food-and-drink/features/waiter-theres-a-fly-in-my-soup-insects-as-food-are-more-than-just-a-gastronomic-gimmick-8113939.html](http://www.independent.co.uk/life-style/food-and-drink/features/waiter-theres-a-fly-in-my-soup-insects-as-food-are-more-than-just-a-gastronomic-gimmick-8113939.html)).
- Balasubramanian, A.** 1984. *Environmental economics – meaning, definition and importance: towards a philosophy of environmental education*. Singapore, Regional Institute of Higher Education and Development.
- Banjo, A.D., Lawal, O.A. & Adeyemi, A.I.** 2006. The microbial fauna associated with the larvae of *Oryctes monocerus*. *Journal of Applied Sciences Research*, 2(11): 837–843.
- Banjo, A.D., Lawal, O.A. & Songonuga, E.A.** 2006. The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 5(3): 298–301.
- Barker, G.** 2009. *The agricultural revolution in prehistory: why did foragers become farmers?* New York, USA, Oxford University Press.
- Barletta, B. & Pini, C.** 2003. Does occupational exposure to insects lead to species-specific sensitization? *Allergy*, 58: 868–870.
- Barreteau, D.** 1999. Les Mofu-Gudur et leurs criquets. In C. Baroin & J. Boutrais, eds. *L'homme et l'animal dans le bassin du lac Tchad: actes du colloque du réseau Mega-Tchad*. pp. 133–169. Paris, Institut de Recherche pour le Développement, Université Nanterre.

- BBC.** 2004. Locusts rebranded as 'sky prawns'. (available at <http://news.bbc.co.uk/2/hi/asia-pacific/4032143.stm>). Accessed April, 2012.
- Behmer, S.T.** 2006. Insect dietary needs: plants as food for insects. *Encyclopedia of Plant and Crop Science*. UK, Taylor & Francis.
- Bennett, F. J.** 1965. An inventory of the Kiganda foods. *The Uganda Journal*, 29(1): 45-53.
- Bequaert, J.** 1921. Insects as food. How they have augmented the food supply of mankind in early and recent years. *Natural History Journal*, 21: 191-200.
- Bergier, E.** 1941. *Peuples entomophages et insectes comestibles: étude sur les moeurs de l'homme et de l'insecte*. Avignon, Imprimerie Rulliere Freres.
- Bodenheimer, F.S.** 1951. *Insects as human food; a chapter of the ecology of man*. The Hague, Dr. W. Junk Publishers.
- Bornemissza, G.F.** 1976. The Australian Dung Beetle Project 1965-1975. *Australian Meat Research Committee Review*, 30: 1-30.
- Boulidam, S.** 2010. Edible insects in Lao market economy. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, pp. 131-140. Bangkok, Thailand, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Bouvier, G.** 1945. Quelques questions d'entomologie vétérinaire et lutte contre certains arthropodes en Afrique tropicale. *Acta Trop.*, 2: 42-59.
- Bourne, G.H.** 1953. The Food of the Australian Aboriginal. *Proceedings of the Nutrition Society*, 12: 58-65.
- Bradbear, N.** 2009. *Bees and their role in forest livelihoods: a guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products*. Non-Wood Forest Products Series 19. Rome, FAO.
- Brambell, F.W.** 1965. Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. London, Her Majesty's Stationary Office, Great Britain. (also available at [www.nhk.nl/downloads/1965\\_report\\_commissie\\_brambell.pdf](http://www.nhk.nl/downloads/1965_report_commissie_brambell.pdf))
- Brinchmann, B.C., Bayat, M., Brøgger, T., Muttuvelu, D.V., Tjønneland, A. & Sigsgaard, T.** 2011. A possible role of chitin in the pathogenesis of asthma and allergy. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 18: 7-12.
- Bukkens, S.G.F.** 1997. The nutritional value of edible insects. *Ecology of Food and Nutrition*, 36: 287-319.
- Bukkens, S.G.F.** 2005. Insects in the human diet: nutritional aspects. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 545-577. New Hampshire, Science Publishers.
- Burrows, C.** 2012. Update regarding cochineal extract. In *Starbucks Blog*, posted on 29 March, 2012 (available at <http://blogs.starbucks.com/blogs/customer/archive/2012/03/29/update-regarding-cochineal-extract.aspx>).
- Campbell, M.** 2011. Bug Appétit: San Francisco's Pre-Hispanic Snackeria. *The World*, posted on 2 November, 2011 (available at [www.theworld.org/2011/11/edible-bugs-food/](http://www.theworld.org/2011/11/edible-bugs-food/)).
- Cerda, H., Martinez, R., Briceno, N., Pizzoferrato, L., Manzi, P., Tommaseo Ponzetta, M., Marin, O. & Paoletti, M.G.** 2001. Palm worm (*Rhynchophorus palmarum*): traditional food in Amazonas, Venezuela. Nutritional composition, small scale production and tourist palatability. *Ecology of Food and Nutrition*, 40(1): 13-32.
- Cerritos, R.** 2009. Insects as food: an ecological, social and economical approach. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(27): 1-10.
- Cerritos, R. & Cano-Santana, Z.** 2008. Harvesting grasshoppers *Sphenarium purpurascens* in Mexico for human consumption: A comparison with insecticidal control for managing pest outbreaks. *Crop Protection*, 27(3-5): 473-480.
- Césard, N.** 2004a. Le kroto (*Oecophylla smaragdina*) dans la région de Malingping, Java-Ouest, Indonésie: collecte et commercialisation d'une ressource animale non

- négligeable. *Anthropozoologica*, 39(2): 15–31.
- Césard, N.** 2004b. Harvesting and commercialisation of kroto (*Oecophylla smaragdina*) in the Malingping area, West Java, Indonesia. In K. Kusters & B. Belcher, eds. *Forest products, livelihoods and conservation: case studies of non-timber forest product systems. Volume 1, Asia*. pp. 61–78. Jakarta, Indonesia, CIFOR.
- Chadwick, I.** 2011. Mescal's history. (available at [www.ianchadwick.com/tequila/Mescal\\_history.htm](http://www.ianchadwick.com/tequila/Mescal_history.htm)). Accessed February, 2013.
- Chagnon, N.A.** 1983. *Yanomamo: The fierce people*. New York, CBS College Publishing.
- Chapagain, A.K. & Hoekstra, A.Y.** 2003. *Virtual water flows between nations in relation to trade in livestock and livestock products*. Value of Water Research Report Series No. 13. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Chavanduka, D.M.** 1976. Insects as a source of protein to the African. *The Rhodesia Science News*, 9(7): 217–220.
- Chen, P.P., Wongsiri, S., Jamyanya, T., Rinderer, T.E., Vongsamanode, S., Matsuka, M., Sylvester, H.A. & Oldroyd, B.P.** 1998. Honey bees and other edible insects used as human food in Thailand. *American Entomologist*, 44(1): 24–28.
- Chen, X., Feng, Y. & Chen, Z.** 2009. Common edible insects and their utilization in China. *Entomological Research*, 39(5): 299–303.
- Chen, Y.I. & Akre, R.D.** 1994. Ants used as food and medicine in China. *The Food Insects Newsletter*, No. 7(2): 8.
- Cherry, R.** 1991. Use of insects by Australian aborigines. *American Entomologist*, 32: 8–13.
- Chidumayo, E.N. & Mbata, K.J.** 2002. Shifting cultivation, edible caterpillars and livelihoods in the Kopa area of northern Zambia. *Forests, Trees and Livelihoods*, 12: 175–193.
- Choo, J.** 2008. Potential ecological implications of human entomophagy by subsistence groups of the Neotropics. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1: 81–93.
- Choo, J., Zent, E.L. & Simpson, B.B.** 2009. The importance of traditional ecological knowledge for palm-weevil cultivation in the Venezuelan Amazon. *Journal of Ethnobiology*, 29(1): 113–128.
- Chung, A.Y.C.** 2010. Edible insects and entomophagy in Borneo. Edible insects in Lao market economy. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, pp. 131–140. Bangkok, Thailand, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Cohen, A.C.** 2001. Formalizing Insect rearing and artificial diet technology. *American Entomologist*, 47(4): 199.
- Cohen, J.H., Sánchez, N.D.M. & Montiel-Isinoet, F.D.** 2009. Chapulines and food choices in rural Oaxaca. *Gastronomica: the Journal of Food and Culture*, 9(1): 61–65.
- Coletto-Silva, A.** 2005. Captura de enxames de abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae) sem destruição de árvores. *Acta Amazonica*, 35(3): 383–388.
- Collavo, A., Glew, R.H., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Bosse, R. & Paoletti, M.G.** 2005. House cricket small-scale farming. In M.G. Paoletti, ed., *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*. pp. 519–544. New Hampshire, Science Publishers.
- Costa-Neto, E.M.** 2003. Entertainment with insects: singing and fighting insects around the world. a brief review. *Etnobiologia*, 3: 21–29.
- Costa-Neto, E.M.** 2012. Estudos etnoentomológicos no estado da Bahia, Brasil: uma homenagem aos 50 anos do campo de pesquisa. *Biotemas*, 17(1): 117–149.
- Costermans, J.B.** 1955. Het termieten-stoken bij de Logo-Avokaya (vervolg). *Aequatoria*, 18(2): 50–55.
- Crook, R.J. & Walters, E.T.** 2011. Nociceptive behavior and physiology of mollusks: animal welfare implications. *ILAR J*, 52: 185–195.



- Cutter, C.N.** 2006. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods. *Meat Science*, 74(1): 131–142.
- Das, M., Ganguly, A. & Haldar, P.** 2009. Space requirement for mass rearing of two common Indian acridid adults (Orthoptera: Acrididae) in laboratory condition. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 6(3): 313–316.
- Das, M., Ganguly, A. & Haldar, P.** 2010. Nutrient analysis of grasshopper manure for soil fertility enhancement. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 7(6): 671–675.
- Davey, G.C.L.** 1994. The "disgusting" spider: The role of disease and illness in the perpetuation of fear of spiders. *Society and Animals*, (2): 1.
- Davis, G.R.F. & Sosulski, F.W.** 1974. Nutritional quality of oilseed protein isolates as determined with larvae of the yellow mealworm, *Tenebrio molitor* L. *The Journal of Nutrition*, 104(9): 1172–1177.
- Decary, R.** 1937. L'entomophagie chez les indigènes de Madagascar. *Bulletin de la Société entomologique de France* (9 Juin 1937), pp. 168–171.
- DeFoliart, G.R.** 1989. The human use of insects as food and as animal feed. *Bulletin of the Entomological Society of America*, 35: 22–35.
- DeFoliart, G.R.** 1995. Edible insects as minilivestock. *Biodiversity and Conservation*, 4(3): 306–321.
- DeFoliart, G.R.** 1997. An overview of the role of edible insects in preserving biodiversity. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2–4): 109–132.
- DeFoliart, G.R.** 1999. Insects as food: Why the western attitude is important. *Annual Review of Entomology*, 44: 21–50.
- DeFoliart, G.R.** 2002. *The human use of insects as food resource: a bibliographic account in progress*. Wisconsin, USA, Department of Entomology, University of Wisconsin-Madison. (also available at: [www.food-insects.com/book7\\_31/The%20Human%20Use%20of%20Insects%20as%20a%20Food%20Resource.htm](http://www.food-insects.com/book7_31/The%20Human%20Use%20of%20Insects%20as%20a%20Food%20Resource.htm))
- DeFoliart, G.R.** 2005. An overview of role of edible insects in preserving biodiversity. In M.G. Paoletti, ed., *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*. pp. 123–140. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- DeFoliart, G., Dunkel, F.V. & Gracer, D.** 2009. *The Food Insects Newsletter*. Salt Lake City, Utah, USA. Aardvark Global Publishing.
- Del Toro, I., Ribbons, R.R. & Pelini, S.L.** 2012. The little things that run the world revisited: a review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 17: 133–146.
- DeLong, D.M.** 1960. Man in a world of insects. *The Ohio Journal of Science*, 60(4): 193–206.
- Diamond, J.** 2005. *Guns, germs and steel: a short history of everybody for the last 13 000 years*. UK, Vintage.
- Dufour, D.L.** 1987. Insects as food: a case study from the northwest Amazon. *American Anthropologist*, 89(2): 383.
- Durst, P.B. & Shono, K.** 2010. Edible forest insects: exploring new horizons and traditional practices. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, pp. 1–4. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Dyson-Hudson, R. & Smith, E.A.** 1978. Human territoriality: an ecological reassessment. *American Anthropologist*, 80(1): 21–41.
- Dzerefos, C.M., Witkowski, E.T.F. & Toms, R.** 2009. Life-history traits of the edible stinkbug, *Encosternum delegorguei* (Hem., Tesseratomidae), a traditional food in southern Africa. *J. Appl. Entomol.*, 133: 749–759.
- Egert, M., Wagner, B., Lemke, T., Brune, A. & Friedrich, M.W.** 2003. Microbial community structure in midgut and hindgut of the humus-feeding larva of *Pachnoda ephippiata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Applied and Environmental Microbiology*, 69(11): 6659–6668.

- Eisemann, C.H., Jorgensen, W.K., Merritt, D.J., Rice, M.J., Cribb, B.W., Webb, P.D. & Zalucki, M.P.** 1984. Do insects feel pain? A biological view. *Experientia*, 40: 164–167.
- Ekoue, S.K. & Hadzi, Y.A.** 2000. Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo: observations préliminaires. *Tropicicultura*, 18(4): 212–214.
- El-Mallakh, O.S. & El-Mallakh, R.S.** 1994. Insects of the Qur'an (Koran). *American Entomologist*, 40: 82–84.
- Elvin, C.M., Carr, A.G., Huson, M.G., Maxwell, J.M., Pearson, R.D., Vuocolo, T., Liyou, N.E., Wong, D.C.C., Meritt, D.J. & Dixon, N.E.** 2005. Synthesis and properties of crosslinked recombinant pro-resilin. *Nature*, 437: 999–1002.
- Ento.** 2012. Available at <http://cargocollective.com/ento/>. Accessed September 2012.
- Erens, J., Es van, S., Haverkort, F., Kapsomenou, E. & Luijben, A.** 2012. *A bug's life: large-scale insect rearing in relation to animal welfare: Project 1052*. Wageningen, Wageningen University.
- Erickson, M.C., Islam, M., Sheppard, C., Liao, J. & Doyle, M.P.** 2004. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enterica* serovar Enteritidis in chicken manure by larvae of the black soldier fly. *J. Food Prot.*, 67(4): 685–690.
- Ernst, W.H.O. & Sekhwela, M.B.M.** 1987. The chemical composition of lerps from the mopane psyllid *Arytaina mopane* (Homoptera, Psyllidae). *Insect Biochem.*, 17(6): 905–909.
- European Commission.** 1997. *Regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council of 27 January 1997 concerning novel foods and novel food ingredients*. Brussels.
- European Comission.** 2008. Ecodoptera Project (available at: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.createPage&s\\_ref=LIFE05%20ENV/E/000302&area=2&yr=2005&n\\_proj\\_id=2897&cfid=16586&cftoken=2e4adf8baa61f2ac-360A2F1D-DAE5-7FE0-A7720CC7129F3210&mode=print&menu=false](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.createPage&s_ref=LIFE05%20ENV/E/000302&area=2&yr=2005&n_proj_id=2897&cfid=16586&cftoken=2e4adf8baa61f2ac-360A2F1D-DAE5-7FE0-A7720CC7129F3210&mode=print&menu=false)).
- Fairman, R.J.** 2010. Instigating an education in insects: the eating creepy crawlies' exhibition. *Antenna*, 34: 169–170.
- FAO.** 1997a. *Guidelines for small-scale fruit and vegetable processors*. FAO Agricultural Services Bulletin 127. Rome.
- FAO.** 1997b. *Rural aquaculture: overview and framework for country reviews*. Rome.
- FAO.** 2003. *State of forest and tree genetic resources in dry zone Southern Africa Development Community countries*. Rome.
- FAO.** 2004. *Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire: L'exemple des chenilles d'Afrique Centrale*. NTFP Working document No. 1. FAO, Rome. (also available at [www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f3400.htm](http://www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f3400.htm)).
- FAO.** 2007. *Promises and challenges of the informal food sector in developing countries*. Rome.
- FAO.** 2009a. How to feed the world in 2050. Paper presented at the High Level Expert Forum, Rome, Italy, 12–13 October. (available at [www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)).
- FAO.** 2009b. *Biodiversity and nutrition, a common path*. Rome.
- FAO.** 2010a. *Development of regional standard for edible crickets and their products*. Paper presented at the Joint FAO/WHO meeting Food Standards Programme: FAO/WHO Coordinating Committee for Asia, Bali, Indonesia.
- FAO.** 2010b. *Biodiversity and sustainable diets: united against hunger*. Report presented at World Food Day/World Feed Week, 2–5 November, 2010, Rome.
- FAO.** 2010c. *Expert consultation on nutrition indicators for biodiversity: Volume 2*. Rome.
- FAO.** 2011a. *Selling street and snack foods*. Rome.
- FAO.** 2011b. *Small farm for small animals*. Rome.
- FAO.** 2011c. *State of food and agriculture 2010-2011. Women in agriculture: closing the gender gap for development*. Rome.

- FAO.** 2012a. *State of the world's forests 2012*. Rome
- FAO.** 2012b. *State of the world fisheries*. Rome.
- FAO.** 2012c. Water & poverty, an issue of life & livelihoods. (available at [www.fao.org/nr/water/issues/scarcity.html](http://www.fao.org/nr/water/issues/scarcity.html)). Accessed November, 2012.
- FAO.** 2012d. FAO at Rio +20. (available at [www.fao.org/rioplus20/en/](http://www.fao.org/rioplus20/en/)). Accessed January, 2013.
- FAO.** 2012e. Gender and nutrition. (available at [www.fao.org/docrep/012/al184e/al184e00.pdf](http://www.fao.org/docrep/012/al184e/al184e00.pdf)). Accessed on November, 2012.
- FAO.** 2012f. Composition database for Biodiversity Version 2, BioFoodComp2. (Latest update: 10 January 2013). Accessed January 2012. (available at [www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/en/](http://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/en/)).
- FAO/IAEA.** 2001. *Manual on the application of the HACCP system in Mycotoxin prevention and control*. FAO Food and Nutrition paper, No. 73. Rome, FAO/IAEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control.
- FAO/WHO.** 2001a. *Codex Alimentarius: Joint FAO/WHO Food Standards Programme*. Rome. (available at [www.codexalimentarius.org/](http://www.codexalimentarius.org/)).
- FAO/WHO.** 2001b. *Human vitamin and mineral requirements*. Rome.
- FAO/WUR.** 2012. *Expert consultation meeting: assessing the potential of insects as food and feed in assuring food security*. P. Vantomme, E. Mertens, A. van Huis & H. Klunder, eds. Summary report, 23–25 January 2012, Rome. Rome, FAO.
- Farina, L., Demey, F. & Hardouin, J.** 1991. Production de termites pour l'aviculture villageoise au Togo. *Tropicultura*, 9(4): 181–187.
- Fasoranti, J.O. & Ajiboye, D.O.** 1993. Some edible insects of Kwara State, Nigeria. *American Entomologist*, 39(2): 113–116.
- Faure, J.C.** 1944. Pentatomid bugs as human food. *Journal Ent. Soc. S. Africa*, 7: 110–112.
- FDA.** 2011. Defect levels handbook. (available at [www.fda.gov/food/guidancecomplianceregulatoryinformation/guidancedocuments/sanitation/ucm056174.htm](http://www.fda.gov/food/guidancecomplianceregulatoryinformation/guidancedocuments/sanitation/ucm056174.htm)). Accessed January, 2013.
- Feng, Y. & Chen, X.** 2003. Utilization and perspective of edible insects in China. *Forest Science and Technology*, 44(4): 19–20.
- Feng, Y. & Chen, X.** 2009. Reviews on the research and utilization of insect health care foods. *Journal of Shandong Agrcultural University (Natural science)*, 40(4): 676 – 680.
- Feng, Y., Zhao, M., He, Z., Chen, Z. & Sun, L.** 2009. Research and utilization of medicinal insects in China. *Entomological Research*, 39(5): 313–316.
- Fessler, D.M.T. & Navarette, C.D.** 2003. Meat is good to taboo: Dietary proscriptions as a product of the interaction of psychological mechanisms and social processes. *Journal of Cognition and Culture*, 3(1): 1– 40.
- Fiala, N.** 2008. Meeting the demand: an estimation of potential future greenhouse gas emissions from meat production. *Ecological Economics*, 67: 412– 419.
- Finke, M.D.** 2002. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. *Zoo Biology*, 21(3): 269–285.
- Finke, M.D.** 2005. Nutrient composition of bee brood and its potential as human food. *Ecology of Food and Nutrition*, 44(4), 257–270.
- Finke, M.D.** 2007. Estimate of chitin in raw whole insects. *Zoo Biology*, 26, 105–115.
- Flood, J.** 1980. *The moth hunters: Aboriginal prehistory of the Australian Alps*. Canberra, Humanities Press, Inc.
- Friedland, S.R.** 2007. *Food and morality: proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery*. Prospect Books.
- Gaston, K.J. & Chown, S.L.** 1999. Elevation and climatic tolerance: a test using dung beetles. *Oikos*, 86: 584–590.
- Ghazoul, J.** 2006. *Mopani woodlands and the mopane worm: enhancing rural livelihoods and resource sustainability. Final technical report*. London, DFID.

- Ghesquière, J.** 1947. Les insectes palmicoles comestibles. P. Lepesme, ed. *Les insectes des palmiers*, pp. 791–793. Paris, P. Lechevalier.
- Giaccone, V.** 2005. Hygiene and health features of "minilivestock". In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 579–598. New Hampshire, Science Publishers.
- Giblin-Davis, R.M., Gerber, K., & Griffith, R.** 1989. Laboratory rearing of the red palm weevil, *Rhynchophorus cruentatus* and *R. palmarum* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 72(3): 480 – 488.
- Gitta, A.** 2012. Power cuts harm Uganda's grasshopper business. *Deutsche Welle*, online edition. Posted on 3 January, 2012 (available at [www.dw.de/power-cuts-harm-ugandas-grasshopper-business/a-15634688-1](http://www.dw.de/power-cuts-harm-ugandas-grasshopper-business/a-15634688-1)).
- Glew, R.H., Jackson, D., Sena, L., VanderJagt, D.J., Pastuszyn, A., & Millson, M.** 1999. *Gonimbrasia belina* (Lepidoptera: Saturniidae), a nutritional food source rich in protein, fatty acids and minerals. *American Entomologist* (winter 1999), 45(4): 250–253.
- Godfray, H.C.J.** 1994. *Parasitoids: behavioural and evolutionary ecology*. Princeton, USA, Princeton University Press.
- Gomez, P.A., Halut, R. & Collin, A.** 1961. Production de proteines animales au Congo. *Bulletin Agricole du Congo*, 52(4): 689–786.
- Gon, S.M., & Price, E.O.** 1984. Invertebrate domestication: behavioral considerations. *BioScience*, 34(9): 575–579.
- Goodman, W.G.** 1989. Chitin: A magic bullet? *The Food Insects Newsletter*, 2(3): 1, 6–7.
- Gottschling, S. & Meyer, S.** 2006. An edpidemic airborne disease cause by the oak processionary caterpillar. *Pediatric Dermatology*, 23(1): 64– 66.
- Gounari, S.** 2006. Studies on the phenology of *Marchalina hellenica* (gen.) (Hemiptera: Coccoidea, Margarodidae) in relation to honeydew flow. *Journal of apicultural research*, 45(1): 8–12.
- Government of India.** 2011. *Central Silk Board annual report 2010 –2011*. Ministry of Textiles.
- Green, K., Broome, L., Heinze, D. & Johnston, S.** 2001. Long distance transport of arsenic by migrating bogong moths from agricultural lowlands to mountain ecosystems. *The Victorian Naturalist*, 118(4): 112–116.
- Groot, A.** 1995. *La protection des végétaux dans les cultures de subsistance: le cas du mil au Niger de l' Ouest*. Wageningen, the Netherlands, Wageningen University.
- Guénard, B., Weiser, M. & McCoy, N.** 2010. *Ant genera of the world: Oecophylla*. (available at [www.antmacroecology.org](http://www.antmacroecology.org)). Accessed April, 2012.
- Guerin-Meneville, M.F.E.** 1857. Entomologie appliquée. Mémoire sur trois espèces d'insectes hémiptères du groupe des punaises aquatiques, dont les œufs servent à faire une sorte de pain nomme hautle, au Mexique. *Bulletin Société Imperiale Zoologique d'Acclimatation*, 4: 578–581.
- Hackstein, J.H. & Stumm, C.K.** 1994. Methane production in terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 91(12): 5441–5445.
- Hale, O.M.** 1973. Dried *Hermetia illucens* larvae (Stratiomyidae) as a feed additive for poultry. *Journal of the Georgia Entomological Society*, 8: 16–20.
- Haldar, P.** 2012. *Evaluation of nutritional value of short-horn grasshoppers (acridids) and their farm-based mass production as a possible alternative protein source for human and livestock*. Paper presented at the Expert Consultation Meeting on Assessing the Potential of Insects as Food and Feed in assuring Food Security, 23–26 January, Rome, FAO.
- Hanboonsong, Y.** 2010. Edible insects and associated food habits in Thailand. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, pp. 171–182. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

- Hanboonsong, Y.** 2012. *Edible insect recipes: edible insects for better nutrition and improved food security*. Vientiane, FAO and the Government of Lao PDR.
- Handley, M.A.** 2007. Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. *American Journal of Public Health*, 97(5): 900–906.
- HaoCheng Mealworm, Inc.** 2012. About HaoCheng Mealworm Inc. (available at [www.hcmealworm.com](http://www.hcmealworm.com)). Accessed November, 2012.
- Hardouin, J.** 1995. Minilivestock: from gathering to controlled production. *Biodiversity and Conservation*, 4(3): 220–232.
- Harpe, D. & McCormack, D.** 2001. Online Etymological Dictionary. (available at [www.LogoBee.com](http://www.LogoBee.com)). Accessed on 1 November, 2012.
- Harris, W. V.** 1940. Some notes on insects as food. *Tanganyika Notes and Records*, 9: 45–48.
- Harrison, S.G.** 1950. Manna and its sources. *Kew Bulletin*, 5(3): 407–417.
- Headings, M.E. & Rahnema, S.** 2002. The nutritional value of mopane worms, *Gonimbrasia belina* (Lepidoptera: Saturniidae) for human consumption. Presentation at the Ten-Minute Papers: Section B. Physiology, Biochemistry, Toxicology and Molecular Biology Series, 20 November, 2002. Ohio, USA, Ohio State University.
- Health Canada.** 2006. Food additives permitted for use in Canada. (available at [www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/diction/dict\\_food-alim\\_add-eng.php](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/diction/dict_food-alim_add-eng.php)). Accessed November, 2012.
- Heinrichs, E.A. & Mochida, O.** 1984. From secondary to major pest status: the case of insecticide-induced rice brown planthopper *Nilaparvata lugens*, resurgence. *Protection Ecology*, 7(2-3): 201–218.
- Heinz, G. & Hautzinger, P.** 2007. *Meat processing technology for small- to medium-scale producers*. FAO Regional Office for Asia and the Pacific. (also available at [www.fao.org/docrep/010/ai407e/ai407e00.htm](http://www.fao.org/docrep/010/ai407e/ai407e00.htm)).
- Herz, R.** 2012. *That's disgusting: unraveling the mysteries of repulsion*. New York, USA, W.W. Norton & Co.
- Hobane, P.A.** 1994. The urban marketing of the mopane worm: the case of Harare. *CASS – NRM Occasional Paper Series*. Harare, Zimbabwe, Centre for Applied Social Sciences, University of Zimbabwe.
- Hogue, C.L.** 1987. Cultural entomology [Review]. *Annual Review of Entomology*, 32: 181–199.
- Holden, S.** 1991. Edible caterpillars: a potential agroforestry resource? They are appreciated by local people, neglected by scientists. *The Food Insects Newsletter*, 4(2): 3–4. USA.
- Hölldobler, B.** 1983. Territorial behaviour in the green tree ant *Oecophylla smaragdina*. *Biotropica*, 15(4): 241–250.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O.** 2010. *The leafcutter ants: civilization by instinct*. New York, USA, W. W. Norton & Company.
- Holt, V.M.** 1995. *Why not eat insects?* Oxford, UK, Thornton's.
- Hope, R.A., Frost, P.G.H., Gardiner, A. & Ghazoul, J.** 2009. Experimental analysis of adoption of domestic mopane worm farming technology in Zimbabwe. *Development Southern Africa*, 26: 29–46.
- Hou, L., Shi, Y., Zhai, P., & Le, G.** 2007. Inhibition of foodborne pathogens by Hf-1, a novel antibacterial peptide from the larvae of the housefly (*Musca domestica*) in medium and orange juice. *Food Control*, 18(11): 1350–1357.
- Howard, R.W. & Stanley-Samuelson, D.W.** 1990. Phospholipid fatty acid composition and arachidonic acid metabolism in selected tissues of adult *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 83(5): 975–981.
- Hrabar, H., Hattas, D. & Toit, J.T.** 2009. Differential effects of defoliation by mopane caterpillars and pruning by African elephants on the regrowth of *Colophospermum mopane* foliage. *Journal of Tropical Ecology*, 25: 301–309.



- Hu, E.Z., Bartsev, S.I. & Liu, H.** 2010. Conceptual design of a bioregenerative life support system containing crops and silkworms. *Advances in Space Research*, 45(7): 929–939.
- Hwangbo, J., Hong, E.C., Jang, A., Kang, H.K., Oh, J.S., Kim, B.W. & Park, B.S.** 2009. Utilization of house fly-maggots, a feed supplement in the production of broiler chickens. *J. Environ Biol.*, 30(4): 609–614.
- IFIF.** 2012. International Feed Industry Federation. (available at [www.ifif.org](http://www.ifif.org)). Accessed May, 2012.
- Ijaiya, A.T. & Eko, E.O.** 2009. Effect of replacing dietary fish meal with silkworm (*Anaphe infracta*) caterpillar meal on performance, carcass characteristics and haematological parameters of finishing broiler chicken. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8(6): 850–855.
- Illgner, P. & Nel, E.** 2000. The geography of edible insects in sub-Saharan Africa: a study of the mopane caterpillar. *Geographical Journal*, 166: 336–351.
- Ingram, M., Nabhan, G.P. & Buchmann, S. L.** 1996. Our forgotten pollinators: protecting the birds and bees. *Global Pesticide Campaigner*, 6(4): 1–12.
- Institute of Food Technologists.** 2011. Developing solutions for developing countries. (available at [www.ift.org/community/students/competitions/developing-solutions-for-developing-countries.aspx](http://www.ift.org/community/students/competitions/developing-solutions-for-developing-countries.aspx)). Accessed December, 2012.
- IPCC.** 2007. Summary for policymakers. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller, eds. *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK & New York, USA, Cambridge University Press.
- Iroko, A.F.** 1982. Le rôle des termitières dans l'histoire des peuples de la République Populaire du Bénin des origines à nos jours. *Bulletin de l'I.F.A.N.*, 44: 50–75.
- ISC.** 2011. *22nd Congress of the International Sericultural Commission*. Bangalore, India. (available at [www.qsds.go.th/isccongress/files/Proceeding.pdf](http://www.qsds.go.th/isccongress/files/Proceeding.pdf))
- Janzen, D.H. & Schoener, T.W.** 1968. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during tropical dry season. *Ecology*, 49: 96–110.
- Jensen, R. L., Newsom, L.D., Herzog, D.C., Thomas, J.W., Farthing, B.R. & Martin, F.A.** 1977. A method of estimating insect defoliation of soybean. *Journal of Economic Entomology*, 70(2): 240–242.
- Jin, X.B. & Yen, A.L.** 1998. Conservation and the cricket culture in China. *Journal of Insect Conservation*, 2: 211–216.
- Johnson, D.V.** 2010. The contribution of edible forest insects to human nutrition and to forest management. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on resources and their potential for development*, pp. 5–22. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Johnson, N. & Berdegué, J.** 2004. Property rights, collective action and agribusiness. *2020 Focus*, 11: 13.
- Jongema, Y.** 2012. List of edible insect species of the world. Wageningen, Laboratory of Entomology, Wageningen University. (available at [www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/](http://www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/)).
- Kampmeier, G.E. & Irwin, M.E.** 2003. Commercialization of insects and their products. In V.H. Resh & R.T. Cardé, eds. *Encyclopedia of insects*, pp. 252–260. Burlington, USA, Academic Press.
- Katayama, N., Ishikawa, Y., Takaoki, M., Yamashita, M., Nakayama, S., Kiguchi, K., Kok, R., Wada, H. & Mitsuhashi, J.** 2008. Entomophagy: a key to space agriculture. *Advances in Space Research*, 41(5): 701–705.
- Katayama, N., Yamashita, M., Wada, H. & Mitsuhashi, J.** 2005. Entomophagy as part of a space diet for habitation on Mars. *J. Space Tech. Sci.*, 21(2): 27–38.
- Kellert, S.R.** 1993. Values and perceptions of invertebrates. *Conservation Biology*, 7(4): 845–855.



- Kenis, M., Sileshi, G., Mbata, K., Chidumayo, E., Meke, G. & Muatinte, B.** 2006. Towards conservation and sustainable utilization of edible caterpillars of the miombo. Presentation to the SIL Annual Conference on Trees for Poverty Alleviation, 9 June, 2006, Zürich, Switzerland.
- Kinyuru, J.N., Kenji, G.M. & Muhoho, S.N.** 2010. Nutritional potential of longhorn grasshopper (*Ruspolia differens*) consumed in Siaya District, Kenya. *Journal of Agriculture, Science and Technology*, 12(1): 1–24.
- Kinyuru, J.N., Kenji, G.M. & Njoroge, M.S.** 2009. Process development, nutrition and sensory qualities of wheat buns enriched with edible termites (*Macrotermes subhyalinus*) from Lake Victoria region, Kenya. *African Journal of Food and Agriculture Nutrition and Development*, 9(8): 1739–1750.
- Kirkpatrick, T.W.** 1957. *Insect life in the tropics*. London, Longmans, Green.
- Kitsa, K.** 1989. Contribution des insectes comestibles a l'amélioration de la ration alimentaire au Kasai-Occidental. *Zaire-Afrique*, 239: 511–519.
- Klunder, H.C., Wolkers-Rooijackers, J., Korpela, J.M. & Nout, M.J.R.** 2012. Microbiological aspects of processing and storage of edible insects. *Food Control*, 26: 628–631.
- Kogan, M.** 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology*, 43(1): 243–270.
- Kok, R.** 1983. The production of insects for human food. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 16(1): 5–18.
- Kok, R., Shivhare, U.S. & Lomaliza, K.J.** 1990. Mass and component balances for insect production. *Canadian Agricultural Engineering*, 33(1): 185–192.
- Kozanayi, W. & Frost, P.** 2002. *Marketing of mopane worm in Southern Zimbabwe*. Harare, Institute of Environmental Studies.
- Krishnan, R., Sherin, L., Muthuswami, M., Balagopal, R. & Jayanthi, C.** 2011. Seri waste as feed substitute for broiler production. *Sericologia*, 51(3): 369–377.
- Kuhnlein, H.V., Erasmus, B. & Spigelski, D.** 2009. *Indigenous peoples' food systems: the many dimensions of culture, diversity and environment for nutrition and health*. FAO & Centre for Indigenous Peoples' Nutrition and Environment, Rome.
- Kuyten, P.** 1960. Darmafsluiting veroorzaakt door het eten van kevers. *Entomologische berichten*, 20(8): 143.
- Lähteenmäki-Uutela, A.** 2007. European novel food legislation as a restriction to trade. Paper presented at the seminar Pro-poor Development in Low-income Countries, 25–27 October, Montpellier, France. (also available at <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/7909/1/pp07la01.pdf>).
- Latham, P.** 1999. Edible caterpillars of the Bas Congo region of the Democratic Republic of Congo. *Antenna*, 23(3): 135–139.
- Latham, P.** 2003. *Edible caterpillars and their food plants in Bas-Congo*. Canterbury, Mystole Publications.
- Lee, K.P., Simpson, S. J. & Wilson, K.** 2008. Dietary protein-quality influences melanization and immune function in an insect. *Functional Ecology*, 22(6): 1052–1061.
- Leung, W.** 2012. Crushed bugs give Starbucks Frappuccino its pretty pink colour. *The Globe and Mail*, online edition, posted on 28 March, 2012 (available at [www.theglobeandmail.com/life/the-hot-button/crushed-bugs-give-starbucks-frappuccino-its-pretty-pink-colour/article621424/](http://www.theglobeandmail.com/life/the-hot-button/crushed-bugs-give-starbucks-frappuccino-its-pretty-pink-colour/article621424/)).
- Lewis, V.L.** 1992. Spider silk: the unraveling of a mystery. *Acc. Chem. Res.*, 25: 392–398.
- Li, Q., Zheng, L., Cai, H., Garza, E., Yu, Z. & Zhou, S.** 2011. From organic waste to biodiesel: black soldier fly, *Hermetia illucens*, makes it feasible. *Fuel*, 90: 1545–1548.
- Lindqvist, L. & Block, M.** 1995. Excretion of cadmium during moulting and metamorphosis in *Tenebrio molitor* (Coleoptera; Tenebrionidae). *Comparative Biochemistry and Physiology*, 111(2): 325–328.

- Liu, Q., Tomberlin, J.K., Brady, J.A., Sanford, M.R. & Yu, Z.** 2008. Black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae reduce *Escherichia coli* in dairy manure. *Environ. Entomol.*, 37(6): 1525–1530.
- Lockwood, J.A.** 2004. *Locust: the devastating rise and disappearance of the insect that shaped the American frontier*. New York, USA, Basic Books.
- Lokkers, C.** 1990. *Colony dynamics of the green tree ant (Oecophylla smaragdina Fab.) in a seasonal tropical climate*. Rockhampton, Australia, James Cook University of North Queensland.
- Looy, H. & Wood, J.R.** 2006. Attitudes toward invertebrates: are educational "bug banquets" effective? *The Journal of Environmental Education*, 37(2): 37–48.
- Losey, J.E. & Vaughan, M.** 2006. The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, 56(4): 311–323.
- Madsen, D.B. & Kirkman, J.E.** 1988. Hunting hoppers. *American Antiquity*, 53(3): 593–604.
- Makuku, S.J.** 1993. All this for a bug! Community approaches to common property resources management: the case of the Norumedzo community in Bikita, Zimbabwe. *Forests, Trees and People Newsletter*, 22.
- Malaisse.** 1997. *Se nourir en forêt claire africaine: approche écologique et nutritionnelle*. Gembloux, Les Presses Agronomiques de Gembloux.
- Mariod, A., Klupsch, S., Hussein, I.H. & Ondruschka, B.** 2006. Synthesis of alkyl esters from three unconventional sudanese oils for their use as biodiesel. *Energy & Fuels*, 20: 2249–2252.
- Mariod, A., Matthäus, B. & Eichner, K.** 2004. Fatty acid, tocopherol and sterol composition as well as oxidative stability of three unusual sudanese oils. *Journal of Food Lipids*, 11: 179–189.
- Mariod, A., Matthäus, B., Eichner, K. & Hussein, I.H.** 2005. Improving the oxidative stability of sunflower oil by blending with *Sclerocarya birrea* and *Aspongopus viduatus* oils. *Journal of Food Lipids*, 12: 150–158.
- Mbata, K.J. & Chidumayo, E.N.** 2003. Traditional values of caterpillars (Insecta: Lepidoptera) among the Bisa people of Zambia. *Insect Sci. Applic.*, 23(4): 341–354.
- Mbata, K.J., Chidumayo, E.N. & Lwatula, C.M.** 2002. Traditional regulation of edible caterpillar exploitation in the Kopa area of Mpika district in northern Zambia. *Journal of Insect Conservation*, 6(2): 115–130.
- McCrae, A.W.R.** 1982. Characteristics of swarming in the African edible bush-cricket *Ruspolia differens* (Serville) (Orthoptera, Tettigoniodea). *Journal of the East Africa Natural History Society and National Museum*, 178: 1–5.
- Mela, D.J.** 1999. Food choice and intake: the human factor. *Proceedings of the Nutrition Society*, 58: 513–521.
- Menzel, C.** 2002. *The lychee crop in the Asia and the Pacific*. FAO/RAP Publication 16. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Mercer, C.W.L.** 1994. Sago grub production in Lubu swamp near Lae-Papua New Guinea. *Klinkii*, 5(2): 30–34.
- Mercer, C.W.L.** 1997. Sustainable production of insects for food and income by New Guinea villagers. *Ecology of Food and Nutrition*, 36(2–4): 151–157.
- Meslin, F.X. & Formenty, P.** 2004. A review of emerging zoonoses and the public health implications. Report of the WHO/FAO/OIE joint consultation on emerging zoonotic diseases, 3–5 May, 2004, Geneva.
- Meuwissen, P.** 2011. *Insecten als nieuwe eiwitbron: Een scenarioverkenning van de marktkansen*. 's-Hertogenbosch: ZLTO projecten.
- Meyer-Rochow, V.B.** 1979. The diverse uses of insects in traditional societies. *Ethnomedicine*, 5(3/4): 287–300.
- Meyer-Rochow, V.B.** 2005. Traditional food insects and spiders in several ethnic groups of northeast India, Papua New Guinea, Australia and New Zealand. *In* M.G.

- Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 385–409. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- Michaelsen, K.F., Hoppe, C., Roos, N., Kaestel, P., Stougaard, M., Lauritzen, L. & Mølgaard, C.** 2009. Choice of foods and ingredients for moderately malnourished children 6 months to 5 years of age. *Food and Nutrition Bulletin*, 30(3): 343–404.
- Mignon, J.** 2002. L'entomophagie: une question de culture? *Tropicultura*, 20(3): 151–155.
- Milton, K.** 1984. Protein and carbohydrate resources of the Maku Indians of northwestern Amazonia. *American Anthropologist*, 86(1): 7–27.
- Mitsuhashi, J.** 2005. Edible insects in Japan. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 251–262. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- Mormino, V.** 2009. Evil weevils attack Sicily! *Best of Sicily*. (available at [www.bestofsicily.com/mag/art325.htm](http://www.bestofsicily.com/mag/art325.htm)). Accessed November, 2012.
- Morris, B.** 2004. *Insects and human life*. Oxford, UK, Berg.
- Mors, P.O.** 1958. Grasshoppers as food in Buhaya. *Anthropological Quarterly*, 31(2): 56–58.
- Motte-Florac, É. & Thomas, J.M.C.** 2003. Les "insectes" dans la tradition orale. *Ethnoscience*, 11: 407.
- Mpuchane, S., Taligoola, H.K. & Gashe, B.A.** 1996. Fungi associates with *Imbrasia belina*, an edible grasshopper. *Botswana Notes and Records*, 28: 193–197.
- Munthali, S.M. & Mughogho, D.E.C.** 1992. Economic incentives for conservation: bee-keeping and Saturniidae caterpillar utilization by rural communities. *Biodiversity and Conservation*, 1: 153–154.
- Munyuli Bin Mushambanyi, T.** 2000. Étude préliminaire orientée vers la production des chenilles comestibles par l'élevage des papillons (*Anaphe infracta*: Thaumetopoeidae) à Lwiro, Sud-Kivu. République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, 18(4): 208–211.
- Munyuli Bin Mushambanyi, T. & Balezi, N.** 2002. Utilisation des blattes et des termites comme substituts potentiels de la farine de viande dans l'alimentation des poulets de chair au Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. *Tropicultura*, 20(1): 10–16.
- Murray, S.S., Schoeninger, M.J., Bunn, H.T., Pickering, T.R. & Marlett, J.A.** 2001. Nutritional composition of some wild plant foods and honey used by Hadza foragers of Tanzania. *Journal of Food Composition and Analysis*, 14: 3–13.
- Mustafa, N.E.M., Mariod, A.A., & Matthäus, B.** 2008. Antibacterial activity of *Aspongopus viduatus* (Melon bug) oil. *Journal of Food Safety*, 28: 577–586.
- Muyay, T.** 1981. *Les insectes comme aliments de l'homme: Serie II, Vol. 69*. Democratic Republic of the Congo, Ceeba Publications.
- Muzzarelli, R.A.A.** 2010. Chitins and chitosans as immunoadjuvants and non-allergenic drug carriers. *Marine Drugs*, 8(2): 292–312.
- Muzzarelli, R.A.A., Terbojevich, M., Muzzarelli, C., Miliani, M. & Francescangeli, O.** 2001. Partial depolymerization of chitosan with the aid of papain. In R.A.A. Muzzarelli, ed. *Chitin Enzymology*, pp. 405–414. Italy, Atec.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., De Fonseca, G.A.B. & Kent, J.** 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853–858.
- Neuenschwander, P., Sinsin, B. & Goergen, G., eds.** 2011. *Protection de la nature en Afrique de l'Ouest: une liste rouge pour le Bénin*. Nature conservation in West Africa: red list for Benin. Ibadan, Nigeria, International Institute of Tropical Agriculture.
- N'Gasse, G.** 2004. Contribution des insectes de la forêt à la sécurité alimentaire. *Produits Forestiers Non Ligneux: Document de Travail 1*. Rome, FAO.
- Nakagaki, B.J. & De Foliart, G.R.** 1991. Comparison of diets for mass-rearing *Acheta domesticus* (Orthoptera: Gryllidae) as a novelty food, and comparison of food conversion efficiency with values reported for livestock. *Journal of Economic Entomology*, 84(3): 891–896.
- Naughton, J.M., Odea, K. & Sinclair, A.J.** 1986. Animal foods in traditional Australian aboriginal diets: polyunsaturated and low in fat. *Lipids*, 21(11): 684–690.

- Neely, G.G., Keene, A.C., Duchek, P., Chang, E.C., Wang, Q.P., Aksoy, Y.A., Rosenzweig, M., Costigan, M., Woolf, C.J., Garrity, P.A. & Penninger, J.M.** 2011. TrpA1 regulates thermal nociception in *Drosophila*. *Plos One*, 6(8): e24343.
- Newton, G.L., Booram, C.V., Barker, R.W. & Hale, O.M.** 1977. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as supplement for swine. *J. Anim Sci.*, 44: 395–400.
- Newton, L., Sheppard, C., Watson, D.W. & Burtle, G.** 2005. *Using the black soldier fly, Hermetia illucens, as a value-added tool for the management of swine manure*. North Carolina, North Carolina State University. (available at [www.cals.ncsu.edu/waste\\_mgt/smithfield\\_projects/phase2report05/cd,web%20files/A2.pdf](http://www.cals.ncsu.edu/waste_mgt/smithfield_projects/phase2report05/cd,web%20files/A2.pdf))
- Nkouka, E.** 1987. Les insectes comestibles dans les societes d'Afrique Centrale. *Revue Scientifique et Culturelle du CICIBA ASC LEIDEN*, 6(1): 171–178.
- Nonaka, K.** 1996. Ethnoentomology of the Central Kalahari San. *African Study Monographs*, 22: 29–46.
- Nonaka, K.** 2007. *Hebo yellow jackets: from the fields to the dinner table: a delightful culinary experience*. Tokyo, Tamasaya.
- Nonaka, K.** 2009. Feasting on insects. (Special issue: trends on the edible insects in Korea and Abroad.). *Entomological Research*, 39(5): 304–312.
- Nonaka, K.** 2010. Cultural and commercial roles of edible wasps in Japan. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. pp. 123–130. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Nonaka, K., Sivilay, S. & Boulidam, S.** 2008. *The biodiversity of insects in Vientiane*. Nara, Japan, National Agriculture and Forestry Institute and Research Institute for Humanity and Nature.
- Nordic Food Lab.** 2012. Finding the deliciousness of insects. (available at <http://nordicfoodlab.org/blog/2012/07/mad-2-finding-the-deliciousness-of-insects>). Accessed November, 2012.
- O'Dea, K., Jewell, P.A., Whiten, A., Altmann, S.A., Strickland, S.S. & Oftedal, O.T.** 1991. Traditional diet and food preferences of Australian Aboriginal hunter-gatherers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B.*, 334: 233–241.
- Offenberg, J.** 2011. *Oecophylla smaragdina* food conversion efficiency: prospects for ant farming. *Journal of Applied Entomology*, 135(8): 575–581.
- Offenberg, J. & Wiwatwitaya, D.** 2009a. Sustainable weaver ant (*Oecophylla smaragdina*) farming: harvest yields and effects on worker ant density. *Asian Myrmecology*, 3: 55–62.
- Offenberg, J. & Wiwatwitaya, D.** 2009b. Weaver ants convert pest insects into food: prospects for the rural poor. Paper presented at the International Conference on Research, Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, University of Hamburg, Germany, 6–8 October, 2009.
- Ogutu, M.A.** 1986. Sedentary hunting and gathering among the Tugen of Baringo District in Kenya. *Sprache und Geschichte in Afrika*, 7(2): 323–338.
- Ohura, M.** 2003. Development of an automated warehouse type silkworm rearing system for the production of useful materials. *Journal of Insect Biotechnology and Sericology*, 72(3): 163–169.
- Oonincx, D.G.A.B. & van der Poel, A.F.B.** 2011. Effects of diet on the chemical composition of migratory locusts (*Locusta migratoria*). *Zoo Biology*, 30: 9–16.
- Oonincx, D.G.A.B. & de Boer, I.J.M.** 2012. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans: a life cycle assessment. *PLoS ONE*, 7(12): e51145.
- Oonincx, D.G.A.B., van Itterbeeck, J., Heetkamp, M. J. W., van den Brand, H., van Loon, J. & van Huis, A.** 2010. An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption. *Plos One*, 5(12): e14445.
- Osmaston, H.A.** 1951. The termite and its uses for food. *Uganda Journal (Kampala)*, 15: 8–83.

- Oso, B.** 1977. Mushrooms in Yoruba mythology and medicinal practices. *Economic Botany*, 31: 367–371.
- Oudhia, P.** 2002. Traditional medicinal knowledge about red ant *Oecophylla smaragdina* (Fab.) (Hymenoptera: Formicidae) in Chhattisgarh, India. *Insect Environment*, 8(3): 114–115.
- Owen, D.F.** 1973. *Man's environmental predicament: an introduction to human ecology in tropical Africa*. Oxford, Oxford University Press.
- Pagezy, H.** 1975. Les interrelations homme faune de la foret du Zaire. *L'Homme et l'Animal, Premier Colloque d'Ethnozoologie*, pp.63– 68. Paris, Institut International d'Ethnoscience.
- Panizzi, A.R.** 1997. Wild hosts of Pentatomids: Ecological significance and role in their pest status on crops. *Annual Reviews of Entomology*, 42: 99–122.
- Paoletti, M.G. ed.** 2005. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- Paoletti, M.G., Buscardo, E., Vanderjagt, D.J., Pastuszyn, A., Pizzoferrato, L., Huang, Y.S., Chuang, L.T., Glew, R.H., Millson, M. & Cerda, H.** 2003. Nutrient content of termites (*Syntermes* soldiers) consumed by Makiritare Amerindians of the Alto Orinoco of Venezuela. *Ecology of Food and Nutrition*, 42(2): 177–191.
- Paoletti, M.G. & Dufour, D.L.** 2005. Edible invertebrates among Amazonian Indians: a critical review of disappearing knowledge. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 293–342. New Hampshire, Science Publishers.
- Paoletti, M.G., Dufour, D.L., Cerda, H., Torres, F., Pizzoferrato, L. & Pimentel, D.** 2000. The importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. *Proceedings of the Royal Society of London*, 267: 1459, 2247–2252.
- Paoletti, M.G., Norberto, L., Damini, R. & Musumeci, S.** 2007. Human gastric juice contains chitinase that can degrade chitin. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 51(3): 244–251.
- Parent, G. & Thoen, D.** 1977. Food value of edible mushrooms from upper Shaba region. *Economic Botany*, 31: 436– 445.
- Parsons, J.R.** 2010. The pastoral niche in Pre-Hispanic Mesoamerica. In J.E. Staller and M.D. Carrasco. *Pre-Columbian foodways: interdisciplinary approaches to food, culture and markets in ancient Mesoamerica*, pp. 109–136. New York, Springer.
- Pearce, M.J.** 1997. *Termites: biology and pest management*. Wallingford. CAB International.
- Pemberton, R.W.** 1988. The use of the giant waterbug, *Lethocerus indicus* (Hemiptera: Belostomatidae), as human food in California. *Pan-Pacific Entomology*, 64(1): 81–82.
- Pemberton, R.W.** 1994. The revival of rice-field grasshoppers as human food in South Korea. *Pan-Pacific Entomologist*, 70(4): 323–327.
- Peng, R.K. & Christian, K.** 2005. Integrated pest management in mango orchards in the Northern Territory Australia, using the weaver ant, *Oecophylla smaragdina* (Hymenoptera: Formicidae) as a key element. *International Journal of Pest Management*, 51(2): 149–155.
- Peng, R.K., Christian, K. & Gibb, K.** 2004. Implementing ant technology in commercial cashew plantations and continuation of transplanted green ant colony monitoring. Canberra, Rural Industries Research and Development Corporation.
- Pérez-Expósito, A.B. & Klein, B.P.** 2009. Impact of fortified blended food aid products on nutritional status of infants and young children in developing countries. *Nutrition Review*, 67(12): 706–718.
- Perez, M.R.** 1995. *A conceptual framework for CIFOR's research on non-wood forest products*. CIFOR Working Paper, 6. Bogor, CIFOR.



- Phillips, J.K. & Burkholder, W.E.** 1995. Allergies related to food insect production and consumption. *The Food Insects Newsletter*, 8(2): 1, 2–4.
- Pimentel, D.** 1991. Ethanol fuels: Energy security, economics and the environment. *Agri. and Envir. Ethics*, 4(1): 1–13.
- Pimentel, D. & Pimentel, M.** 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78: 660S – 663S.
- Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E., Clark, S., Poon, E., Abbett, E. & Nandagopal, S.** 2004. Water resources: agricultural and environmental issues. *BioScience*, 54: 909–918.
- Pimentel, D., Dritschilo, W., Krummel, J. & Kutzman, J.** 1975. Energy and land constraints in food protein production. *Science*, 190(4216): 754–761.
- Pliner, P. & Salvy, S.J.** 2006. Food neophobia in humans. In R. Shepherd & M. Raats, eds. *The psychology of food choice*, pp. 75–92. Oxfordshire, CABI Publishing.
- Politis, G.G.** 1996. Moving to produce: Nukak mobility and settlement patterns in Amazonia. *World Archaeology*, 27(3): 492–511.
- Portes, E., Gardrat, C., Castellan, A. & Coma, V.** 2009. Environmentally friendly films based on chitosan and tetrahydrocurcuminoid derivatives exhibiting antibacterial and antioxidative properties. *Carbohydrate Polymers*, 76(4): 578–584.
- Raina, S.K., Kioko, E.N., Gordon, I. & Nyandiga, C.** 2009. *Commercial insects and forest conservation: improving forest conservation and community livelihoods through income generation from commercial insects in three Kenyan forests*. Nairobi, Science Press.
- Ramandey, E. & van Mastrigt, H.** 2010. Edible insects in Papua, Indonesia: from delicious snack to basic need. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. pp. 105–114. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Ramos Elorduy, J.** 1984. Los insectos como un recurso actual et potencial. In T.R. Trujillo, ed. *Seminario sobre la alimentacion en Mexico*, pp. 126 –139. Mexico, Instituto de Geografia, National Autonomous University of Mexico.
- Ramos Elorduy, J.** 1990. Edible insects: barbarism or solution to the hunger problem? In D.A. Posey & W.L. Overall, eds. *Ethnobiology: implications and applications. Proceedings of the First International Congress of Ethnobiology*, pp. 151–158. Bélem, Brazil, Museu Paraense Emílio Goeldi.
- Ramos Elorduy, J.** 1993. Food production and nutritional value of wild and semi- domesticated species: background. In C.M. Hladik, A. Hladik, O.F. Linares, H. Pagezy, A. Semple & M. Hadley, eds. *Tropical forests, people and food: biocultural interactions and applications to development*. Man and the Biosphere Series Volume 13. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Ramos Elorduy, J.** 1997. The importance of edible insects in the nutrition and economy of people of the rural areas of Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 36: 347–366.
- Ramos Elorduy, J.** 2005. Insects: a hopeful food source. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock; role of rodents, frogs, snails, and insects for sustainable development*, pp. 263–291. New Hampshire, Science Publishers.
- Ramos Elorduy, J.** 2006. Threatened edible insects in Hidalgo, Mexico and some measures to preserve them. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2(51): 1–10.
- Ramos Elorduy, J.** 2009. Anthro-po-entomophagy: cultures, evolution and sustainability. (Special issue: trends on the edible insects in Korea and abroad). *Entomological Research*, 39(5): 271–288.
- Ramos Elorduy, J., Carbajal Valdés, L.A. & Pino, J.M.** 2012. Socio-economic and cultural aspects associated with handling grasshopper germplasm in traditional markets of Cuautla, Morelos, Mexico. *J. Hum. Ecol.*, 40(1): 85–94.
- Ramos Elorduy, J., Costa-Neto, E. M., Pino, J. M., Cuevas Correa, M. S., Garcia-Figueroa, J. & Zetina, D.H.** 2007. Conocimiento de la entomofauna útil en



- la Purísima Palmar de Bravo, Puebla, México. *Biotemas*, 20(2): 121–134.
- Ramos Elorduy, J., Gonzalez, E.A., Hernandez, A.R. & Pino, J.M.** 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95(1): 214–220.
- Ramos Elorduy, J. & Pino, J.M.** 1989. Los insectos comestibles en el México antiguo (estudio etnoentomológico). Mexico, A.G.T. Editor México.
- Ramos Elorduy, J. & Pino, J.M.** 2002. Edible insects of Chiapas, Mexico. *Ecology of Food and Nutrition*, 41(4): 271–299.
- Ramos Elorduy, J. & Pino, J.M.** 2003. Enfermedades tratadas con insectos en el continente americano. *Entomología Mexicana*, 2: 604–611.
- Ramos Elorduy, J. & Pino, J.M.** 2006. Algunos ejemplos de aprovechamiento comercial de varios insectos comestibles y medicinales. *Entomología Mexicana*, 1: 524–533.
- Ramos Elorduy, J., Pino, J.M. & Martínez, V.H.C.** 2008. Una vista a la biodiversidad de la antropoentomofagia mundial. *Entomología Mexicana*, 7: 308–313.
- Ramos Elorduy, J., Pino, J. M. & Martínez, V.H.C.** 2009. Edible aquatic Coleoptera of the world with an emphasis on Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5(11).
- Ramos Elorduy, J., Pino, J.M., Prado, E.E., Perez, M.A., Otero, J.L. & de Guevara, O.L.** 1997. Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10: 142–157.
- Ramos Elorduy, J., Pino, J.M., Vázquez, A.I., Landero, I., Oliva-Rivera, H. & Martinez, V.H.C.** 2011. Edible Lepidoptera in Mexico: Geographic distribution, ethnicity, economic and nutritional importance for rural people. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7(2): 1–22.
- Rastogi, N.** 2011. Provisioning services from ants: food and pharmaceuticals. *Asian Myrmecology*, 4: 103–120.
- Ravindran, V. & Blair, R.** 1993. Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. *World's Poultry Science Journal*, 49: 219–235.
- Reese, G., Ayuso, R. & Lehrer, S.B.** 1999. Tropomyosin: An invertebrate pan-allergen. *International Archives of Allergy and Immunology*, 119(4): 247–258.
- Roberge, J.M. & Angelstam, A.P.** 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conservation Biology*, 18(1): 76–85.
- Roberts, C.** 1998. Long-term costs of the mopane worm harvest. *Oryx*, 32(1): 6–8.
- Rohde, T.S.** 2012. Jysk præst spiste græshoppe under gudstjeneste: Kollega siger op i protest. In *BT*, posted on 12 September, 2012. (available at [www.bt.dk/utroligt-men-sandt/jysk-praest-spiste-graeshoppe-under-gudstjeneste-kollega-siger-op-i-pro](http://www.bt.dk/utroligt-men-sandt/jysk-praest-spiste-graeshoppe-under-gudstjeneste-kollega-siger-op-i-pro)). Accessed November, 2012.
- Roos, N., Nurhasan, M., Thang, B., Skau, J., Wieringa, F., Khov, K., Friis, H., Michaelsen, K.F. & Chamnan, C.** 2010. WinFood Cambodia: improving child nutrition through improved utilization of local food. Poster for The WinFood Project, Denmark, Department of Human Nutrition, University of Copenhagen.
- Roulon-Doko, P.** 1998. Chasse, cueillette et cultures chez les Gbaya de Centrafrique. Paris, L'Harmattan.
- Rozin, P. & Fallon, A.E.** 1987. A perspective on disgust. *Psychological Review*, 94(1): 23–41.
- Rozin, P. & Vollmecke, T.A.** 1986. Food likes and dislikes. *Annual Review Nutrition*, 6: 433–456.
- Rumpold, B.A. & Schlüter, O.K.** 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition and Food Research*, 57(3) (DOI 10.1002/mnfr.201200735).
- Rutaisire, J.** 2007. Analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development in Uganda. In M.R. Hasan, T. Hecht, S.S. De Silva & A.G.J. Tacon, eds. *Study and analysis of feeds and fertilizers for sustainable aquaculture development*, pp. 471–488. Rome, FAO.

- Ryan, L.G.** 1996. *Insect musicians & cricket champions: a cultural history of singing insects in China and Japan*. San Francisco, China Books and Periodicals, Inc.
- Ryu, K.S., Lee, H.S., Kim, K.Y., Kim, M.J., Kang, P.D., Chun, S.N., Lee, S.H. & Lee, M.L.** 2012. Anti-diabetic effects of the silkworm (*Bombyx mori*) extracts in the db/db mice. *Planta Med.*, 78: 458.
- Sachs, J.** 2010. Rethinking macroeconomics: knitting together global society. *The Broker*, 10: 1–3.
- Saeed, T., Dagga, F.A. & Saraf, M.** 1993. Analysis of residual pesticides present in edible locusts captured in Kuwait. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 11(1): 1–5.
- Sahagun, B.** 1557. *Historia de las cosas de Nueva España (1905)*, 6: 2. Madrid, Hauser y Menet.
- Samways, M.J.** 2007. Insect conservation: a synthetic management approach. *Ann. Rev. Entomol.*, 52: 465–487.
- Sanderson, M.G.** 1996. Biomass of termites and their emissions of methane and carbon dioxide: a global database. *Global Biogeochemical Cycles*, 10(4): 543–557.
- Sankar, S.** 2001. *Environmental economics*. Chennai, India, Margham Publications.
- Santos Oliveira, J. F., Passos de Carvalho, J., Bruno de Sousa, R.F.X. & Madalena Simao, M.** 1976. The nutritional value of four species of insects consumed in Angola. *Ecology of Food and Nutrition*, 5: 91–97.
- Schabel, H.** 2006. Forest-based insect industries. In H. Schabel, ed. *Forest entomology in East Africa: forest insects of Tanzania*, pp. 247–294.
- Schneider, J.** 1844. Maikäfersuppen, ein vortreffliches und kräftiges Nahrungsmittel. *Magazin für die Staatsarzneikunde*, 3: 403–405.
- Schneider, J.C. ed.** 2009. *Principles and procedures for rearing high quality insects*. USA, Mississippi State University.
- Scholtz, C.H.** 1984. *Useful insects*. Pretoria, De Jager-HAUM Publishers.
- Schroeckenstein, D.C., Meier-Davis, S. & Bush, R.K.** 1990. Occupational sensitivity to *Tenebrio molitor* Linnaeus (yellow mealworm). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 86(2): 182–188.
- Schroeckenstein, D.C., Meier-Davis, S., Graziano, F.M., Falomo, A. & Bush, R.K.** 1988. Occupational sensitivity to *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (lesser mealworm). *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 82(6): 1081–1088.
- Sekhwela, M.D.B.** 1988. The nutritive value of mophane bread: mophane insect secretion (Maphote or Maboti). *Botswana Notes and Records*, 20: 151–153.
- Senti, G., Lundberg, M. & Wüthrich, B.** 2000. Asthma caused by a pet bat. *Allergy*, 55(4): 406–407.
- Settle, W.H., Ariawan, E.T., Astuti, W., Cahyana, A.L., Hakim, D., Hindayana, A.S. & Pajamingsih, L.** 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology*, 77: 1975–1988.
- Shear, W.A. & Kukalová-Peck, J.** 1990. The ecology of Paleozoic terrestrial arthropods: the fossil evidence. *Canadian Journal of Zoology*, 68(9): 1807–1834.
- Shen, L., Li, D., Feng, F. & Ren, Y.** 2006. Nutritional composition of *Polyrhachis vicina* Roger (edible Chinese black ant). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28(1): 107–114.
- Sheppard, D.C.** 1983. House fly and lesser fly control utilizing the black soldier fly in manure management systems for caged laying hens. *Environ. Entomol.*, 12: 1439–1442.
- Sheppard, D.C., Newton, G.L. & Burtle, G.** 2008. Black soldier fly prepupae: a compelling alternative to fish meal and fish oil. A public comment prepared in response to a request by the National Marine Fisheries Service to gather information for the NOAA-USDA Alternative Feeds Initiative. Public comment on alternative feeds for aquaculture received by NOAA 15 November, 2007 through 29 February 2008.
- Sheppard, D.C., Newton, G.L., Thompson, S.A. & Savage, S.** 1994. A value added

- manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Technology*, 50(3): 275–279.
- Sherman, R.A. & Wyle, F.A.** 1996. Low-cost, low maintenance rearing of maggots in hospitals, clinics, and schools. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 54: 38–41.
- Silow, C.A.** 1983. Notes on Ngangela and Nkoya ethnozoology. Ants and termites. *Etnologiska Studier*, 36: 177.
- Simberloff, D.** 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biological Conservation*, 83(3): 247–257.
- Singtripop, T., Wanichacheewa, S. & Sakurai, S.** 2000. Juvenile hormone-mediated termination of larval diapause in the bamboo borer, *Omphisa fuscidentalis*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 30: 847–854.
- Siracusa, A., Marcucci, F., Spinozzi, F., Marabini, A., Pettinari, L., Pace, M.L. & Tacconi, C.** 2003. Prevalence of occupational allergy due to live fish bait. *Clinical and Experimental Allergy*, 33(4): 507–510.
- Sirimungkararat, S., Saksirirat, W., Nopparat, T. & Natongkham, A.** 2010. Edible products from eri and mulberry silkworms in Thailand. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. pp. 189–200. Bangkok, FAO, Regional Office for Asia and the Pacific.
- Siripanthong, S., Teerapantuwat, S., Prugsnusak, W., DSuputtamongkol, Y., Viriyasithavat, P., Chaowagul, W., Dance, D.A.B. & White, N.J.** 1991. Corneal ulcer caused by *Pseudomonas pseudomallei*: Report of three cases. *Reviews of Infectious Diseases*, 13(2): 335–337.
- Skelton, G.S. & Matanganyidze, C.** 1981. Detection by quantitative assay of various enzymes in the edible mushroom *Termitomyces microcarpus*. *Bull. Soc. Bot. Fr.* 128, *Lettres Botanique*, 3: 143–149.
- Slingenbergh, J., Gilbert, M., de Balogh, K. & Wint, W.** 2004. Ecological sources of zoonotic diseases. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, 23(2): 467–484.
- Smil, V.** 2002. Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 305–311.
- Smith, A.B.T. & Paucar, C.A.** 2000. Taxonomic review of *Platycoelia lutescens* (Scarabaeidae: Rutelinae: Anoplognathini) and a description of its use as food by the people of the Ecuadorian highlands. *Annals of the Entomological Society of America*, 93(3): 408–414.
- Sogbesan, A. & Ugwumba, A.** 2008. Nutritional evaluation of termite (*Macrotermes subhyalinus*) meal as animal protein supplements in the diets of *Heterobranchius longifilis*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8: 149–157.
- Sribandit, W., Wiwatwitaya, D., Suksard, S. & Offenberg, J.** 2008. The importance of weaver ant (*Oecophylla smaragdina* Fabricus) harvest to a local community in Northeastern Thailand. *Asian Myrmecology*, 2: 129–138.
- St-Hilaire, S., Cranfill, K., Mcguire, M.A., Mosley, E.E., Tomberlin, J.K., Newton, L., Sealey, W., Sheppard, C. & Irving, S.** 2007. Fish offal recycling by the Black Soldier Fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. *Journal of the World Aquaculture Society*, 38(2): 309–313.
- Stack, J., Dorward, A., Gondo, T., Frost, P., Taylor, F. & Kurebgaseka, N.** 2003. Mopane worm utilisation and rural livelihoods in Southern Africa. Paper presented at the International Conference on Rural Livelihoods, Forests and Biodiversity, Bonn, Germany, 19–23 May, 2003.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & de Haan, C., eds.** 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Rome, FAO.
- Sunderland, T.C.H., Ndoye, O. & Harrison-Sanchez, S.** 2011. Non-timber forest products and conservation: what prospects? In S. Shackleton, Ch. Shackleton & P. Shanley, eds. *Non-timber forest products in the global context*, pp. 209–224. Heidelberg, Germany, Springer.

- Sweet, C.** 2011. Sausalito insect supper promises finely sourced bugs. *The San Francisco Gate*, posted on 23 September, 2011. (available at <http://insidescoopsf.sfgate.com/blog/2011/09/23/sausalito-insect-supper-promises-finely-sourced-bugs/>).
- Tabuna, H.** 2000. *Evaluation des échanges des produits forestiers non ligneux entre l'Afrique subsaharienne et l'Europe*. Accra, FAO Regional Office for Africa.
- Tacon, A.G.J. & Metian, M.** 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. *Aquaculture*, 285: 146–158.
- Takeda, J.** 1990. The dietary repertory of the Ngandu people of the tropical rain forest: an ecological and anthropological study of the subsistence activities and food procurement technology of a slash-and-burn agriculturist in the Zaire river basin. *African Study Monographs. Supplementary Issue*, 11: 1–75.
- Takeda, J. & Sato, H.** 1993. Multiple subsistence strategies and protein resources of horticulturists in the Zaire basin: the Nganda and the Boyela. In C.M. Hladik, A. Hladik, O.F. Linares, H. Pagezy, A. Semple & M. Hadley, eds. *Tropical forests, people and food: biocultural interactions and applications to development*. Man and the Biosphere Series, 13. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Taylor, R.L.** 1975. *Butterflies in my stomach: insects in human nutrition*. Santa Barbara, USA, Woodbridge Press Publishing Company.
- Teffo, L.S.** 2006. *Nutritional and medicinal value of the edible stinkbug, Encosternum delegorguei Spinola consumed in the Limpopo Province of South Africa and its host plant Dodoneae viscosa Jacq. var. angustifolia*. Pretoria, University of Pretoria. (Phd thesis).
- Téguia, A., Mpoame, M. & Okourou, M.J.A.** 2002. The production performance of broiler birds as affected by the replacement of fish meal by maggot meal in the starter and finisher diets. *Tropicultura*, 20(4): 187–192.
- Tempelado, L.** 2012. Insect connoisseurs ask: Got any good recipes? *Asahi Shimbun*, online edition, posted on 12 December, 2012. (available at [http://ajw.asahi.com/article/cool\\_japan/cooking/AJ201212120003](http://ajw.asahi.com/article/cool_japan/cooking/AJ201212120003)).
- Thorne, P.S.** 2007. Environmental health impacts of concentrated animal feeding operations: anticipating hazards: searching for solutions. *Environ. Health Perspect.*, 115: 296–297.
- Tieguhong, J.C., Ndoye, O., Vantomme, P., Grouwels, S., Zwolinski, J. & Masuch, J.** 2009. Coping with crisis in Central Africa: enhanced role for non-wood forest products. *Unasylva*, 233(60): 49–54.
- Tihon, L.** 1946. A propos des termites au point de vue alimentaire. *Bull. Agric. Du Congo Belge*, 37: 865–868.
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. & Polasky, S.** 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418: 671–677.
- Tiu, L.G.** 2012. Enhancing Sustainability of Freshwater Prawn Production in Ohio. *Ohio State University South Centers Newsletter*, Fall 2012.
- Toledo, A. & Burlingame, B.** 2006. Biodiversity and nutrition: a common path toward global food security and sustainable development. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 477–483.
- Tomberlin, J.K. & Sheppard, D.C.** 2001. Lekking behavior of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). *Florida Entomologist*, 84(4): 729–730.
- Tommaseo Ponzetta, M. & Paoletti, M.G.** 1997. Insects as food of the Irian Jaya populations. *Ecology of Food and Nutrition*, 36: 321–346.
- Toms, R. & Thagwana, M.** 2005. On the trail of missing mopane worms. *Science in Africa*. (available at [www.sciencein africa.co.za/2005/january/mopane.htm](http://www.sciencein africa.co.za/2005/january/mopane.htm)).
- Toms, R. & Thagwana, M.** 2003. Eat your bugs! *Science in Africa*. (available at [www.sciencein africa.co.za/2005/january/mopane.htm](http://www.sciencein africa.co.za/2005/january/mopane.htm)).
- Tong, L., Yu, X. & Lui, H.** 2011. Insect food for astronauts: gas exchange in silkworms fed on mulberry and lettuce and the nutritional value of these insects for human

- consumption during deep space flights. *Bulletin of Entomological Research*, 101: 613–622.
- Torres, A.E.** 2008. *Conociendo la cadena productiva de tuna y cochinilla en Ayacucho*. Ayacucho, Solid Peru.
- Townsend, P.K.** 1973. Sago production in a New Guinea economy. *Human Ecology*, 2: 217–236.
- Triplehorn, C.A. & Johnson, N.F., eds.** 2004. *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*. St. Paul, USA, Brooks Cole.
- Turner, J.S. & Soar, R.C.** 2008. *Beyond biomimicry: what termites can tell us about realizing the living building*. Presentation to the First International Conference on Industrialized, Intelligent Construction (I3CON), 14–16 May, 2008, Loughborough University, England.
- Twine, W., Moshe, D., Netshiluvhi, T. & Siphugu, V.** 2003. Consumption and direct-use values of savanna bio-resources used by rural households in Mametja, a semi-arid area of Limpopo province, South Africa. *South African Journal of Science*, 99(9–10): 467–473.
- Umesh, K.B., Akshara, M., Shripad, B., Harish, K.K. & Srinivasan, S.M.** 2009. Performance analysis of production and trade of Indian silk under WTO regime. Paper presented at the International Association of Agricultural Economists Conference, 16–22 August, Beijing, China.
- UN.** 2012. *World urbanization prospects, the 2011 revision*. New York, USA.
- UNESCO.** 2005. *United Nations decade of education for sustainable development (2005–2014): draft international implementation scheme*. Paris, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Urs, K.C.D. & Hopkins, T.L.** 1973a. Effect of moisture on growth rate and development of two strains of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 8: 291–297.
- Urs, K.C.D. & Hopkins, T.L.** 1973b. Effect of moisture on the lipid content and composition of two strains of *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera, Tenebrionidae). *Journal of Stored Products Research*, 8(4): 299–305.
- USDA.** 2012. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25. (Latest update September 2012). Accessed December, 2012. (available at [www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl](http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl)).
- USFDA.** 2009. Color additives: FDA's regulatory process and historical perspectives. (available at [www.fda.gov/ForIndustry/ColorAdditives/RegulatoryProcessHistoricalPerspectives/default.htm](http://www.fda.gov/ForIndustry/ColorAdditives/RegulatoryProcessHistoricalPerspectives/default.htm)). Accessed November, 2012.
- van der Meer, K.** 2004. Exclusion of small-scale farmers from coordinated supply chains: Market failure, policy failure or just economies of scale? Paper presented at the workshop "Is there a place for smallholder producers in coordinated supply chains?", 8 December, 2004, Washington, D.C., USA, World Bank.
- van Hall, M.A.L., Dierikx, C.M., Cohen, S.J., Voets, G.M., van den Munckhof, M.P., van Essen-Zandbergen, A., Platteel, T., Fluit, A.C., van de Sande-Bruinsma, N., Scharinga, J. Bonten, M.J.M. & Mevius, D.J.** 2011. Dutch patients, retail chicken meat and poultry share the same ESBL genes, plasmids and strains. *Clinical Microbiology and Infection*, 17(6): 873–880.
- van Huis, A.** 1996. The traditional use of arthropods in Sub-Saharan Africa. *Proceedings of the section Experimental and Applied Entomology of the Netherlands Entomological Society (N.E.V.)*, 7: 3–20.
- van Huis, A.** 2003a. Medical and stimulating properties ascribed to arthropods and their products in sub-Saharan Africa. In É. Motte-Florac & J.M.C. Thomas, eds. *Insects in oral literature and traditions*, pp. 367–382. Ethnoscience: 11. Société d'études linguistiques et anthropologiques de France (series): 407. Paris, Peeters.
- van Huis, A.** 2003b. Insects as food in sub-Saharan Africa. *Insect Science and its Application*, 23(3): 163–185.



- van Huis, A.** 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58(1): 563–583.
- van Huis, A.** 2005. Insects eaten in Africa (Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Heteroptera, Homoptera). In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock*, pp. 231–244. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- van Huis, A., van Gorp, H. & Dicke, M.** 2012. *Het insectenkookboek*. Amsterdam, the Netherlands, Atlas.
- van Itterbeeck, J.** 2008. Entomophagy and the West: barriers and possibilities, ecological advantages and ethical desirability. Wageningen, Wageningen University. (Phd thesis).
- van Itterbeeck, J. & van Huis, A.** 2012. Environmental manipulation for edible insect procurement: a historical perspective. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8(3): 1–19.
- van Lenteren, J.C.** 2006. Ecosystem services to biological control of pests: why are they ignored? *Proc. Neth. Entomol. Soc. Meet.*, 17: 103–111.
- van Mele, P.** 2008. A historical review of research on the weaver ant *Oecophylla* in biological control. *Agricultural and Forest Entomology*, 10: 13–22.
- Vane-Wright, R.I.** 1991. Why not eat insects? *Bulletin of Entomological Research*, 81: 1–4.
- Vantomme, P., Gazza, S. & Lescuyer, G.** 2010. *Produits forestiers non ligneux*, Vol. 304. Paris, Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.
- Vantomme, P., Göhler, D. & N'Deckere-Ziangba, F.** 2004. Contribution of forest insects to food security and forest conservation: The example of caterpillars in Central Africa. *Odi Wildlife Policy Briefing*, 3.
- Vega, F. & Kaya, H.** 2012. *Insect Pathology*. London, Academic Press.
- Veldkamp, T., G. van Duinkerken, A. van Huis, C.M.M. Lakemond, E. and Ottevanger, E., and M.A.J.S van Boekel,** 2012. *Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets. A feasibility study*. Wageningen UR Livestock Research, Report 638.
- Vepari, C. & Kaplan, D.** 2007. Silk as a biomaterial. *Progress in Polymer Science*, 32(8-9): 99–107.
- Vernon, L.L. & Berenbaum, H.** 2004. A naturalistic examination of positive expectations, time course, and disgust in the origins and reduction of spider and insect distress. *Anxiety Disorders*, 18: 707–718.
- Vijver, M., Jager, T., Posthuma, L. & Peijnenburg, W.** 2003. Metal uptake from soils and soil-sediment mixtures by larvae of *Tenebrio molitor* (L.) (Coleoptera). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 54(3): 277–289.
- Villanueva, G.R., Roubik, D.W. & Colli-Ucan, W.** 2005. Extinction of *Melipona beecheii* and traditional beekeeping in the Yucatan peninsula. *Bee World*, 86(2): 35–41.
- Wang, D., Bai, Y.T., Li, J.H. & Zhang, C.X.** 2004. Nutritional value of the field cricket (*Gryllus testaceus* Walker). *Journal of Entomologia Sinica*, 11: 275–283.
- Weidner, H.** 1952. Insekten im Volkskunde und Kulturgeschichte. *Arbeitsgemeinschaft der Museen in Schleswig-Holstein. Niederschrift über die Tagung der Arbeitsgemeinschaft am 28. und 29. Oktober, 1950 im Heimatmuseum in Rendsburg*, pp. 33–45.
- WHO.** 2013. Water-related diseases. (available at [www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/malnutrition/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/malnutrition/en/)). Accessed February, 2013.
- WHO/FAO.** 2010. INFOSAN Information Note No. 1/2010 – Biosecurity. *Biosecurity: An integrated approach to manage risk to human, animal and plant life and health*. Geneva, WHO.
- WHO/FAO.** 2012. Codex Alimentarius: international food standards. (available at [www.codexalimentarius.org/](http://www.codexalimentarius.org/)). Accessed January, 2013.
- Wikipedia contributors.** 2013. Maikäfersuppe. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Wikimedia Foundation, Inc. (available at <http://de.wikipedia.org/wiki/Maik%C3%A4fersuppe>). (last updated 23 February, 2013).



- Wilson, J.R.U., Ajuonu, O., Center, T.D., Hill, M.P., Julien, M.H., Katagira, F., Neuenschwander, P., Njoka, S.W., Ogwang, J., Reeder, R.H. & Van, T.** 2007. The decline of water hyacinth on Lake Victoria was due to biological control by *Neochetina* spp. *Aquatic Botany*, 87(1): 90–93.
- Winfree, R.** 2010. The conservation and restoration of wild bees. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1): 169–197.
- Wolcott, G.N.** 1933. *An economic entomology of the West Indies*. Puerto Rico, The Entomological Society of Puerto Rico.
- Womeni, H.M., Linder, M., Tiencheu, B., Mbiapo, F.T., Villeneuve, P., Fanni, J. & Parmentier, M.** 2009. Oils of insects and larvae consumed in Africa: potential sources of polyunsaturated fatty acids. *OCL – Oléagineux, Corps Gras, Lipides*, 16(4): 230–235.
- Wood, J.R. & Looy, H.** 2000. My ant is coming to dinner: culture, disgust, and dietary challenges. *Proteus*, 17(1): 52–56.
- Xiaoming, C., Ying, F., Hong, Z. & Zhiyong, C.** 2010. Review of the nutritive value of edible insects. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Xing-Bao, J. & Kai-Ling, X.** 1994. An index-catalogue of Chinese Tettigoniodea (Orthopteroidea: Grylloptera). *Journal of Orthoptera Research*, 3: 15–41.
- Yen, A.L.** 2002. Short-range endemism and Australian Psylloidea (Insecta: Hemiptera) in the genera *Glycaspis* and *Acizzia* (Psyllidae). *Invertebrate Systematics*, 16(4): 631–639.
- Yen, A.L.** 2005. Insects and other invertebrate foods of the Australian aborigines. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*, pp. 367–388. New Hampshire, USA, Science Publishers.
- Yen, A.L.** 2009. Entomophagy and insect conservation: some thoughts for digestion. *Journal of Insect Conservation*, 13: 667–670.
- Yen, A.L.** 2010. Edible insects and other invertebrates in Australia: future prospects. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*. pp. 65–84. Bangkok, FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Yen, A.L.** 2012. Edible insects and management of country. *Ecological Management & Restoration*, 13(1): 97–99.
- Yen, A.L., Hanboonsong, Y. & van Huis, A.** 2013. The role of edible insects in human recreation and tourism. In R.H. Lemelin, ed. *The management of insects in recreation and tourism*, pp. 169–185. Cambridge, Cambridge University Press.
- Yhoun-aree, J.** 2010. Edible insects in Thailand: nutritional values and health concerns. In P.B. Durst, D.V. Johnson, R.L. Leslie. & K. Shono, eds. *Forest insects as food: humans bite back, proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development*, pp. 201–216.
- Yhoun-Aree, J., Puwastien, P. & Attig, G.A.** 1997. Edible insects in Thailand: an unconventional protein source? *Ecology of Food and Nutrition*, 36: 133–149.
- Yhoun-Aree, J. & Viwatpanich, K.** 2005. Edible insects in the Laos PDR, Myanmar, Thailand, and Vietnam. In M.G. Paoletti, ed. *Ecological implications of minilivestock*, pp. 415–440. New Hampshire, Science Publishers.
- Yong-woo, L.** 1999. Silk reeling and testing manual. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 136.
- Zagrobelny, M.A., Dreon, L., Gomiero, M.A.T., Marcazzan, G., Glaring, M.A., Linberg-Miller, B. & Paoletti, M.G.** 2009. Toxic moths: a truly safe delicacy. *Journal of Journal of Ethnobiology*, 29: 64–76.
- Zhang, C.X, Tang, X.D. & Cheng, J.A.** 2008. The utilization and industrialization of insect resources in China. *Entomological research*, 38(1): 38–47.
- Zoberi, M.H.** 1973. Some edible mushrooms from Nigeria. *Niger. Field*, 38: 81–90.

## 추천 문헌

- Aisi, C., Hudson, M. & Small, R.** *How to ranch and collect insects in Papua New Guinea*. Cambridge, Cambridge University. (available at: [www.geog.cam.ac.uk/research/projects/insectfarming/InsectManual.pdf](http://www.geog.cam.ac.uk/research/projects/insectfarming/InsectManual.pdf)).
- Biomimicry Institute.** 2012 (available at: [www.biomimicryinstitute.org](http://www.biomimicryinstitute.org)).
- Bay Area Bug Eating Society.** 2013 (available at: [www.planetscott.com/babes/index.asp](http://www.planetscott.com/babes/index.asp)).
- Cambridge University.** 2012. Sustainable insect farming in Papua New Guinea. Cambridge, UK (available at: [www.geog.cam.ac.uk/research/projects/insectfarming/publications.html](http://www.geog.cam.ac.uk/research/projects/insectfarming/publications.html)).
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO).** 2012. Australian Dung Beetle Project (available at: [www.csiro.au/Outcomes/Food-and-Agriculture/DungBeetles.aspx](http://www.csiro.au/Outcomes/Food-and-Agriculture/DungBeetles.aspx)).
- Cultural Entomology Digest.** 2011. Insect articles (available at: [www.insects.org/ced](http://www.insects.org/ced)).
- FAO.** 2004. *Contribution des insectes de la foret a la securite alimentaire. L'exemple des chenilles d'afrique centrale* (available at: [www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f00.htm](http://www.fao.org/docrep/007/j3463f/j3463f00.htm)).
- FAO.** 2013. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture – Micro-organisms and Invertebrates (available at: [www.fao.org/nr/cgrfa/cthemecgrfa-micro-organisms/en/](http://www.fao.org/nr/cgrfa/cthemecgrfa-micro-organisms/en/)).
- FAO.** 2013. Overview on aquaculture and fish farm feeds (including some insect species) of World Fisheries and Aquaculture (available at: [www.fao.org/fishery/topic/13538/en](http://www.fao.org/fishery/topic/13538/en)).
- Girl Meets Bug.** 2013. Edible Insects: The Eco-logical alternative (available at: [www.girlmeetsbug.com/](http://www.girlmeetsbug.com/)).
- INRA, CIRAD, AFZ & FAO.** 2013. Animal Feed Resources Information System of FAO (available at: [www.feedipedia.com](http://www.feedipedia.com)).
- International Centre of Insect Physiology and Ecology.** 2013. African insects Science for Food and Health (available at: [www.icipe.org](http://www.icipe.org)).
- LINCAOCNET.** 2013. Les insectes comestibles d'Afrique de L'Ouest et Centrale sur Internet (available at: <http://gbif.africamuseum.be/lincaocnet>).
- Montana State University.** *The Food Insects Newsletter*. Utah, USA (available at: [www.foodinsectsnewsletter.org](http://www.foodinsectsnewsletter.org)).
- Network for Insect Collectors.** 2013. The Network for Insect Collectors (available at: [www.insectnet.com](http://www.insectnet.com)).
- Oversease Development Institute.** 2004. *Contribution of forest insects to food security and forest conservation: The example of caterpillars in Central Africa*. ODI Wildlife Policy Briefing, No. 3. London (available at: [www.odi.org.uk/work/projects/03-05-bushmeat/wildlife\\_policy\\_briefs.htm](http://www.odi.org.uk/work/projects/03-05-bushmeat/wildlife_policy_briefs.htm)).
- Smallstock Food Strategies LLC.** 2013. Smallstock (available at: [www.smallstockfoods.com/about/](http://www.smallstockfoods.com/about/)).
- South-South Cooperation.** 2013. Partners in south-south cooperation (available at: [www.southsouthcooperation.net/dvd/88-edible-insects-from-benin-to-costa-rica.html](http://www.southsouthcooperation.net/dvd/88-edible-insects-from-benin-to-costa-rica.html)).
- Venik.** 2013. Dutch Insect Farmers Association (available at: <http://venik.nl>).
- WUR.** 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets: a feasibility study (available at: [http://www.wageningenur.nl/upload/ff5e933e-474b-4bd4-8842-fb67e6f51b61\\_234247%5B1%5D](http://www.wageningenur.nl/upload/ff5e933e-474b-4bd4-8842-fb67e6f51b61_234247%5B1%5D)).
- WUR.** 2013. List of edible insects of the world. Wageningen, Wageningen University (available at: [www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/](http://www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/)).

\*\* 모든 인터넷 링크는 2013년 3월 18일에 검토되었다.

1	Forest utilization contracts on public land, 1977 (E F S)	25	Public forestry administrations in Latin America, 1981 (E)
2	Planning forest roads and harvesting systems, 1977 (E F S)	26	Forestry and rural development, 1981 (E F S)
3	World list of forestry schools, 1977 (E/F/S)	27	Manual of forest inventory, 1981 (E F)
3 Rev.1	World list of forestry schools, 1981 (E/F/S)	28	Small and medium sawmills in developing countries, 1981 (E S)
3 Rev.2	World list of forestry schools, 1986 (E/F/S)	29	World forest products, demand and supply 1990 and 2000, 1982 (E F S)
4/1	World pulp and paper demand, supply and trade – Vol. 1, 1977 (E F S)	30	Tropical forest resources, 1982 (E F S)
4/2	World pulp and paper demand, supply and trade – Vol. 2, 1977 (E F S)	31	Appropriate technology in forestry, 1982 (E)
5	The marketing of tropical wood in South America, 1976 (E S)	32	Classification and definitions of forest products, 1982 (Ar/E/F/S)
6	National parks planning, 1976 (E F S)	33	Logging of mountain forests, 1982 (E F S)
7	Forestry for local community development, 1978 (Ar E F S)	34	Fruit-bearing forest trees, 1982 (E F S)
8	Establishment techniques for forest plantations, 1978 (Ar C E* F S)	35	Forestry in China, 1982 (C E)
9	Wood chips – production, handling, transport, 1976 (C E S)	36	Basic technology in forest operations, 1982 (E F S)
10/1	Assessment of logging costs from forest inventories in the tropics – 1. Principles and methodology, 1978 (E F S)	37	Conservation and development of tropical forest resources, 1982 (E F S)
10/2	Assessment of logging costs from forest inventories in the tropics – 2. Data collection and calculations, 1978 (E F S)	38	Forest products prices 1962-1981, 1982 (E/F/S)
11	Savanna afforestation in Africa, 1977 (E F)	39	Frame saw manual, 1982 (E)
12	China: forestry support for agriculture, 1978 (E)	40	Circular saw manual, 1983 (E)
13	Forest products prices 1960-1977, 1979 (E/F/S)	41	Simple technologies for charcoal making, 1983 (E F S)
14	Mountain forest roads and harvesting, 1979 (E)	42	Fuelwood supplies in the developing countries, 1983 (Ar E F S)
14 Rev.1	Logging and transport in steep terrain, 1985 (E)	43	Forest revenue systems in developing countries, 1983 (E F S)
15	AGRIS forestry – world catalogue of information and documentation services, 1979 (E/F/S)	44/1	Food and fruit-bearing forest species – 1. Examples from eastern Africa, 1983 (E F S)
16	China: integrated wood processing industries, 1979 (E F S)	44/2	Food and fruit-bearing forest species – 2. Examples from southeastern Asia, 1984 (E F S)
17	Economic analysis of forestry projects, 1979 (E F S)	44/3	Food and fruit-bearing forest species – 3. Examples from Latin America, 1986 (E S)
17 Sup.1	Economic analysis of forestry projects: case studies, 1979 (E S)	45	Establishing pulp and paper mills, 1983 (E)
17 Sup.2	Economic analysis of forestry projects: readings, 1980 (C E)	46	Forest products prices 1963-1982, 1983 (E/F/S)
18	Forest products prices 1960-1978, 1980 (E/F/S)	47	Technical forestry education – design and implementation, 1984 (E F S)
19/1	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 1, 1980 (E)	48	Land evaluation for forestry, 1984 (C E F S)
19/2	Pulping and paper-making properties of fast-growing plantation wood species – Vol. 2, 1980 (E)	49	Wood extraction with oxen and agricultural tractors, 1986 (E F S)
20	Forest tree improvement, 1985 (C E F S)	50	Changes in shifting cultivation in Africa, 1984 (E F)
20/2	A guide to forest seed handling, 1985 (E S)	50/1	Changes in shifting cultivation in Africa – seven case-studies, 1985 (E)
21	Impact on soils of fast-growing species in lowland humid tropics, 1980 (E F S)	51/1	Studies on the volume and yield of tropical forest stands – 1. Dry forest formations, 1989 (E F)
22/1	Forest volume estimation and yield prediction – Vol. 1. Volume estimation, 1980 (C E F S)	52/1	Cost estimating in sawmilling industries: guidelines, 1984 (E)
22/2	Forest volume estimation and yield prediction – Vol. 2. Yield prediction, 1980 (C E F S)	52/2	Field manual on cost estimation in sawmilling industries, 1985 (E)
23	Forest products prices 1961-1980, 1981 (E/F/S)	53	Intensive multiple-use forest management in Kerala, 1984 (E F S)
24	Cable logging systems, 1981 (C E)	54	Planificación del desarrollo forestal, 1984 (S)
		55	Intensive multiple-use forest management in the tropics, 1985 (E F S)
		56	Breeding poplars for disease resistance, 1985 (E)
		57	Coconut wood – Processing and use, 1985 (E S)
		58	Sawdoctoring manual, 1985 (E S)
		59	The ecological effects of eucalyptus, 1985 (C E F S)

60	Monitoring and evaluation of participatory forestry projects, 1985 (E F S)	99	Cost control in forest harvesting and road construction, 1992 (E)
61	Forest products prices 1965-1984, 1985 (E/F/S)	100	Introduction to ergonomics in forestry in developing countries, 1992 (E F I)
62	World list of institutions engaged in forestry and forest products research, 1985 (E/F/S)	101	Management and conservation of closed forests in tropical America, 1993 (E F P S)
63	Industrial charcoal making, 1985 (E)	102	Research management in forestry, 1992 (E F S)
64	Tree growing by rural people, 1985 (Ar E F S)	103	Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics, 1992 (E F S)
65	Forest legislation in selected African countries, 1986 (E F)	104	Forest products prices 1971-1990, 1992 (E/F/S)
66	Forestry extension organization, 1986 (C E S)	105	Compendium of pulp and paper training and research institutions, 1992 (E)
67	Some medicinal forest plants of Africa and Latin America, 1986 (E)	106	Economic assessment of forestry project impacts, 1992 (E/F)
68	Appropriate forest industries, 1986 (E)	107	Conservation of genetic resources in tropical forest management – Principles and concepts, 1993 (E/F/S)
69	Management of forest industries, 1986 (E)	108	A decade of wood energy activities within the Nairobi Programme of Action, 1993 (E)
70	Wildland fire management terminology, 1986 (E/F/S)	109	Directory of forestry research organizations, 1993 (E)
71	World compendium of forestry and forest products research institutions, 1986 (E/F/S)	110	Proceedings of the Meeting of Experts on Forestry Research, 1993 (E/F/S) 111 Forestry policies in the Near East region – Analysis and synthesis, 1993 (E)
72	Wood gas as engine fuel, 1986 (E S)	112	Forest resources assessment 1990 – Tropical countries, 1993 (E)
73	Forest products: world outlook projections 1985-2000, 1986 (E/F/S)	113	Ex situ storage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial woody plant species, 1993 (E)
74	Guidelines for forestry information processing, 1986 (E)	114	Assessing forestry project impacts: issues and strategies, 1993 (E F S)
75	Monitoring and evaluation of social forestry in India – an operational guide, 1986 (E)	115	Forestry policies of selected countries in Asia and the Pacific, 1993 (E)
76	Wood preservation manual, 1986 (E)	116	Les panneaux à base de bois, 1993 (F)
77	Databook on endangered tree and shrub species and provenances, 1986 (E)	117	Mangrove forest management guidelines, 1994 (E)
78	Appropriate wood harvesting in plantation forests, 1987 (E)	118	Biotechnology in forest tree improvement, 1994 (E)
79	Small-scale forest-based processing enterprises, 1987 (E F S)	119	Number not assigned
80	Forestry extension methods, 1987 (E)	120	Decline and dieback of trees and forests – A global overview, 1994 (E)
81	Guidelines for forest policy formulation, 1987 (C E)	121	Ecology and rural education – Manual for rural teachers, 1995 (E S)
82	Forest products prices 1967-1986, 1988 (E/F/S)	122	Readings in sustainable forest management, 1994 (E F S)
83	Trade in forest products: a study of the barriers faced by the developing countries, 1988 (E)	123	Forestry education – New trends and prospects, 1994 (E F S)
84	Forest products: World outlook projections – Product and country tables 1987-2000, 1988 (E/F/S)	124	Forest resources assessment 1990 – Global synthesis, 1995 (E F S)
85	Forestry extension curricula, 1988 (E/F/S)	125	Forest products prices 1973-1992, 1995 (E F S)
86	Forestry policies in Europe, 1988 (E)	126	Climate change, forests and forest management – An overview, 1995 (E F S)
87	Small-scale harvesting operations of wood and non-wood forest products involving rural people, 1988 (E F S)	127	Valuing forests: context, issues and guidelines, 1995 (E F S)
88	Management of tropical moist forests in Africa, 1989 (E F P)	128	Forest resources assessment 1990 – Tropical forest plantation resources, 1995 (E)
89	Review of forest management systems of tropical Asia, 1989 (E)	129	Environmental impact assessment and environmental auditing in the pulp and paper industry, 1996 (E)
90	Forestry and food security, 1989 (Ar E S)	130	Forest resources assessment 1990 – Survey of tropical forest cover and study of change processes, 1996 (E)
91	Design manual on basic wood harvesting technology, 1989 (E F S) (Published only as FAO Training Series, No. 18)	131	Ecología y enseñanza rural – Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas, 1996 (S)
92	Forestry policies in Europe – An analysis, 1989 (E)	132	Forestry policies of selected countries in Africa, 1996 (E/F)
93	Energy conservation in the mechanical forest industries, 1990 (E S)	133	Forest codes of practice – Contributing to environmentally sound forest operations, 1996 (E)
94	Manual on sawmill operational maintenance, 1990 (E)		
95	Forest products prices 1969-1988, 1990 (E/F/S)		
96	Planning and managing forestry research: guidelines for managers, 1990 (E)		
97	Non-wood forest products: the way ahead, 1991 (E S)		
98	Timber plantations in the humid tropics of Africa, 1993 (E F)		

134	Estimating biomass and biomass change of tropical forests – A primer, 1997 (E)	166	Community-based fire management – A review (E)
135	Guidelines for the management of tropical forests – 1. The production of wood, 1998 (E S)	167	Wildlife in a changing climate (E)
136	Managing forests as common property, 1998 (E)	168	Soil carbon monitoring using surveys and modelling – (E)
137/1	Forestry policies in the Caribbean – Volume 1: Proceedings of the Expert Consultation, 1998 (E)	169	Global forest land-use change 1990–2005 (E F S)
137/2	Forestry policies in the Caribbean – Volume 2: Reports of 28 selected countries and territories, 1998 (E)	170	Sustainable management of <i>Pinus radiata</i> plantations (E)
138	FAO Meeting on Public Policies Affecting Forest Fires, 2001 (E F S)		
139	Governance principles for concessions and contacts in public forests, 2003 (E F S)	Ar – Arabic	Multil – Multilingual
140	Global Forest Resources Assessment 2000 – Main report, 2002 (E F S)	C – Chinese	* – out of print
141	Forestry outlook Study for Africa – Regional report: opportunities and challenges towards 2020, 2003 (Ar E F)	E – English	
142	Cross-sectoral policy impacts between forestry and other sectors, 2003 (E F S)	I – Italian	
143	Sustainable management of tropical forests in Central Africa – In search of excellence, 2003 (E F)	F – French	
144	Climate change and the forest sector – Possible national and subnational legislation, 2004 (E)	P – Portuguese	
145	Best practices for improving law compliance in the forest sector, 2005 (E F R S)	S – Spanish	
146	Microfinance and forest-based small-scale enterprises, 2005 (Ar E F S)	R – Russian	
147	Global Forest Resources Assessment 2005 – Progress towards sustainable forest management, 2006 (E F S)		
148	Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe, 2006 (S)		
149	Better forestry, less poverty – A practitioner's guide, 2006 (Ar E F S)		
150	The new generation of watershed management programmes and projects, 2006 (E F S)		
151	Fire management – Global assessment 2006, 2007 (E)		
152	People, forests and trees in West and Central Asia – outlook for 2020, 2007 (Ar E R)		
153	The world's mangroves 1980–2005, 2007 (E)		
154	Forests and energy – Key issues, 2008 (Ar C E F R S)		
155	Forests and water, 2008 (E F S)		
156	Global review of forest pests and diseases, 2009 (E)		
157	Human-wildlife conflict in Africa – Causes, consequences and management strategies, 2009 (E F)		
158	Fighting sand encroachment – Lessons from Mauritania, 2010 (E F)		
159	Impact of the global forest industry on atmospheric greenhouse gases, 2010 (E)		
160	Criteria and indicators for sustainable woodfuels, 2010 (E)		
161	Developing effective forest policy – A guide, 2010 (E F S)		
162	What woodfuels can do to mitigate climate change, 2010 (E)		
163	Global Forest Resources Assessment 2010 - Main report (Ar C E F R S)		
164	Guide to implementation of phytosanitary standards in forestry, 2011 (C E F R)		
165	Reforming forest tenure – Issues, principles and process, 2011 (E S)		

*The FAO Technical Papers are available through the authorized FAO Sales Agents or directly from Sales and Marketing Group, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Rome, Italy.*

---

## 식 용 곤 충

---

발 행 일 : 2014년 1월 일

발 행 인 : 국립농업과학원장 전해경

공동출판협약 : 국립농업과학원 농업생물부장 이규성

번 역 감 수 : 윤은영, 황재삼, 김미애, 정미연, 강필돈

발 행 처 : 농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과  
(441-100) 경기도 수원시 권선구 서호로 54  
(031) 290-8576

인 쇄 처 : (주) 문영당 (031-251-2191~2)

---



## 식용 곤충

### 식량 및 사료 안보 전망

식용 곤충은 항상 인간 식단의 일부였지만 일부 사회에서는 식용 곤충 소비에 대해 경멸과 혐오감이 남아 있다. 지금은 소비되는 곤충의 대부분이 숲 서식지에서 채집되지만, 많은 나라에서 대량 사육 시스템을 개발하고 있다. 곤충은 전 세계 인간 식량 안보를 개선하기 위해 전통 지식과 현대 과학을 병합하는 중요한 기회를 제공한다.

이 책에서는 식량 안보에 있어 곤충의 기여도를 설명하고, 식품 및 사료 생산을 향상시키고 식생활을 다변화하며 개도국 및 선진국 내 생계를 지원하기 위한 상업적 규모의 곤충 사육 사업 전망을 검토한다. 또한 인간의 직접 소비를 위한 곤충의 전통적인 사용 방법, 새로운 사용 방법, 식용 및 사료용 곤충 사육의 기회 및 제약 요인에 대해 설명한다. 또한 곤충 영양 및 식품 안전, 동물 사료로서의 곤충 사용, 곤충 및 관련 제품의 가공 및 보존 등의 문제에 대한 다양한 연구를 살펴본다. 또한 식량 안보를 위한 곤충 사용을 관리하는 규제 프레임워크를 개발해야 할 필요성을 강조하고, 전 세계 연구 사례와 실제 사례를 제공한다.

식용 곤충은 기존 육류 생산을 대체하여 인간이 직접 소비하거나 사료 등에 간접적으로 사용할 수 있는 유망한 대안이다. 이 잠재력을 충분히 실현하기 위해서는 광범위한 관련 당사자들이 많은 작업을 수행해야 한다. 이 출판물은 곤충이 자연과 인간의 생명 유지를 위해 수행하는 많은 귀중한 역할에 대한 인식을 제고하고 식용 및 사료용 곤충 사용의 확대에 대한 논의를 촉진할 것이다.

