

곤충기반식품의 현황 및 기술

Current Status and Technology of Edible Insect-Based Food

최형윤, 이희영*(Hyung-Youn Choi, Heeyoung Lee*)

한국식품연구원 식품표준연구센터

Food Standard Research Center, Korea Food Research Institute

I. 서론

곤충은 쉽게 채집할 수 있는 장점 때문에 예로부터 가축 사육을 통해 얻어지는 육류 단백질 외에도 주요 단백질 공급원으로서 소비되어 왔다. 현대에 들어서는 가축 사육 기술의 증대 등의 이유로 축·수산물로부터 섭취하는 육류 단백질이 현대인의 주요 단백질 급원이나, 최근 건강에 대한 인식 증가와 식용 곤충 유래 단백질의 기능성, 전 세계적으로 탄소 저감화 추세에 힘입어 식용 곤충을 단백질 급원으로 이용하려는 노력이 증가하고 있다. 더불어 식용 곤충이 가지고 있는 다양한 기능성(항산화, 항고혈압, 항균 등 다양한 생리활성)이 과학적으로 입증되고 있고, 2019년 식용 곤충을 축산업의 범주 내로 인정함에 따라 축산업계에서는 저비용으로 사업화가 가능한 장점으로 업계의 관심을 받고 있다. 최근 많은 연구보고서와 논문 등에서 식용 곤충 산업이 발전하고 있으며, 이를 활용한 제품·소재 개발이 활발히 이뤄지고 있다고 보고하였다. 따라서 본문에서는 현재 시점에서 곤충기반식품의 유통 현황을 파악을 통해 곤충기반식품 관련 산업이 어디까지 발전하였는지 되짚어 보고자 한다.

II. 본론

1. 곤충기반식품의 유통품 종류 및 현황

국내에서 식품에 사용할 수 있는 식용 곤충의 종류는 메뚜기(벼메뚜기), 백강잠, 누에, 갈색거저리 유충, 쌍별 귀뚜라미, 흰점박이 꽃무지 유충, 장수풍뎅이 유충, 아메리카 왕거저리 유충(탈지분말), 수벌 번데기(동결건조), 풀무치까지 총

*Corresponding author: Heeyoung Lee

Food Standard Research Center, Korea Food Research Institute, Jeollabuk-do 55365, Korea

Tel: +82-63-219-9454

Fax: +82-63-219-9333

Email: hylee06@kfri.re.kr

표 1. 식품에 사용할 수 있는 식용 곤충(원료)의 목록

고유 번호	품목명	기타(시장) 명칭	사진	학명 또는 특징	비고
ANA033700	메뚜기	벼메뚜기		<i>Oxya sinuosa</i> Mistshenko / <i>Oxya chinensys</i> / <i>Oxya japonica</i> Thunberg	
ANA040900	백강잠	-		누에(<i>Bombyx mori</i> L.)의 유충이 백강병균 <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill.의 감염에 의한 백강병으로 경직사한 몸체	전래적 식용근거로 원료 인정
ANA055800	식용누에 (유충·번데기)	-		<i>Bombyx mori</i> L.	
C000100	갈색 거저리 유충	밀웜, Mealworm, 고소애		<i>Tenebrio molitor</i> L.	한시적 인정원료→ 일반원료 전환('16.03)
C000200	쌍별 귀뚜라미	Two-spotted cricket		<i>Gryllus bimaculatus</i>	
C000400	흰점박이 꽃무지 유충	굼벥이, 꽃벥이		<i>Protaetia brevitarsis</i>	한시적 인정원료→ 일반원료 전환('16.12)
C000300	장수 풍뎅이 유충	-		<i>Allomyrina dichotoma</i>	
C001300	아메리카 왕거저리 유충 탈지분말	슈퍼밀웜		<i>Zophobas atratus</i>	한시적 인정원료 → 일반원료 전환 ('22.06) 단, 동결건조, 탈지분말 한함
C001400	수벌 번데기	-		<i>Apis mellifera</i> L.	한시적 인정원료 → 일반원료 전환 ('22.06) 단, 동결건조, 냉동보관
-	풀무치	-		<i>Locusta migratoria</i>	한시적 인정원료 ('21.9.13)

표 2. 국내에서 유통되고 있는 곤충기반식품의 제형

품목명	원형 건조물	분말		환	과립	추출액 (엑기스)	식용유지	통조림
		비탈지	탈지					
흰점박이 꽃무지 유충	○	○	-	○	○	○	-	-
갈색거저리 유충	○	○	○	○	○	-	○	-
아메리카 왕거저리 유충 (탈지분말)	○	-	-	-	-	-	-	-
쌍별귀뚜라미	○	○	-	○	-	○	-	-
백강잠	○	○	-	-	-	-	-	-
식용 누에	유충	○	○	-	○	-	-	-
	번데기	○	-	-	-	-	-	○
메뚜기	-	-	-	-	-	-	-	-
장수풍뎅이 유충	-	-	-	-	-	-	-	-
수벌번데기	-	-	-	-	-	-	-	-
풀무치	-	-	-	-	-	-	-	-

10종이다(표 1). 제품 생산 현황은 흰점박이 꽃무지 유충, 갈색거저리 유충, 식용 누에, 쌍별 귀뚜라미가 가장 많다. 곤충기반식품의 유통은 현재 대부분 원형건조물 형태로 이뤄지고 있으며, 이를 2차 가공하여 분말, 환, 과립, 추출액(엑기스) 형태로도 유통 중이다(표 2). 다만 아직까지 원형건조물 형태가 시중에서 가장 흔하게 관찰된다. 이는 과립, 엑기스, 추출액이나 기타 가공식품으로 생산을 위해서는 2차 가공을 위한 기반 시설이 필요한데, 1차 가공품인 원형 건조물이 다른 식품제조에 사용되는 원료의 일부로 사용되기 위한 B2B 형태로 많이 공급되고 있음에 따라 대부분의 곤충 사육 농가에서는 곤충을 절식, 도충, 건조한 단순 가공 형태로도 주로 유통하고 있다. 식용 곤충을 이용한 가공식품으로는 초코바, 쿠키, 가루 토핑 등도 유통되고 있으나, 식품에 직접적으로 표시할 경우 아직까지 '식용 곤충'에 대한 소비자의 이미지나 인식의 한계에 따라 대부분 건강기능식품의 원료로 활용되고 있다.

2. 종류 및 제형별 품질 현황

식용 곤충을 식품의 원료로 활용하고자 하는 것의 가장 큰 목적은 곤충이 갖는 영양학적 우수성 때문이다. 식용 곤충 식품의 제형별 조단백질 분포를 보면, 곤충 가공 식품은 단백질이 50% 이상을 차지하는 매우 고단백 식품임을 확인할 수 있다(표 3). 물론 식용 곤충 종류에 따라 일부 차이는 있으나, 식용 곤충 원료 그 자체를 이용하여 제조한 것(분말, 환, 과립)은 대부분이 단백질로 이뤄졌다고 해도 과언이 아니다.

곤충기반식품이 단백질 공급원으로서 우수성 외에도 주목받고 있는 점은 기능성 측면에서도 높다고 평가받고 있기 때문이다. 일부 곤충기반식품은 다른 육류 단백질과 달리 불포화 지방산의 비율이 높다(표 4). 따라서 갈색거저리유충의 경우 유지를 추출해서 식용 유지로 제품화한 형태가 있다.

표 3. 곤충 가공 식품 제형별 조단백질 분포



* 흰점박이꽃무지 유충 및 갈색거저리 유충: 환, 분말, 과립(단, 액상은 제외).
 쌍별귀뚜라미 및 누에: 환, 분말.
 백강잠: 분말.

표 4. 식용곤충의 지방산 분포



* 흰점박이꽃무지 유충, 갈색거저리 유충: Oleic acid.
 쌍별귀뚜라미: Linoleic acid.
 누에: Linolenic acid.

3. 곤충기반식품의 가공 기술

곤충기반식품은 원재료 자체를 활용하여 소재화한 것과 식용 곤충의 단백질을 적절한 방법으로 추출하여 이를 소재화한 것으로 나눌 수 있다. 전자는 가공 방법이 단순하여 많은 업체에서 활용을 하고 있고, 후자는 일정 수준 이상의 가공 기술을 갖춘 기업 규모에서 제품 개발을 수행하고 있다. 어떠한 형태이건 곤충가공식품 제조에 있어 가장 중요한 기술은 양질의 곤충을 사육하고 적절하게 도충하는 것이라고 할 수 있다. 식용 곤충은 적절한 빛과 온도, 습도 조건에서 사육되어야 하며, 과학기술 발전으로

곤충 사육 관리는 스마트팜이라는 통제된 환경 시스템 내에서 잘 이뤄지고 있는 추세이다. 이러한 사육 환경 조건 외에도 고품질의 곤충 원료를 생산하기 위해서는 곤충의 식이를 조절하여야 하며(적절한 사료 공급 필요), 절식 뒤 적절한 방법으로 도충이 이뤄져야 한다. 곤충 사육 시 적절한 사료 공급이 되지 않거나, 도충 전 절식이 적절히 이뤄지지 않을 경우 곤충 체강 내 노폐물이 잔여하게 되며, 이는 제품의 품질에 영향을 미칠 수 있다. 표 5는 식용 곤충 원형 건조물의 회분 분포이다(표 5). 곤충 체강 내 잔여물은 원형건조물 및 이를 바탕으로 만든 2차 가공품에서 회분 함량으로 전이될 수 있으며, 이에 원형건조물의

표 5. 식용곤충 원형 건조물의 회분 분포



품질관리에 있어서 회분 함량을 제안할 수 있다.

고단백, 고지방인 곤충 특성 상 가공 방법에 따라 제품의 변질이 일어날 가능성이 있다. 건조는 식용 곤충의 가공에 있어 가장 많은 부분을 차지하며, 가장 중요한 부분이다. 산업체에서는 식용 곤충의 건조법은 동결건조, 열풍건조, 마이크로파건조, 냉풍건조를 활용하고 있으며, 제품의 원형, 조직감 및 색상 등이 최대한 유지될 수 있는 방법으로 실시하여야 한다. 곤충기반식품 제조에 있어 필요한 식용 곤충의 사육 관리, 시설 관리, 수확 후 관리는 표 6에 제시하였으며, 이를 바탕으로 곤충기반식품을 만

들기 위한 기초 재료가 되는 원형건조물의 품질기준을 표 7에 제시하였다.

현재 가장 시중 유통품이 많은 4종의 식용 곤충에 대한 원형 건조물의 품질 기준은 기본적으로 성상, 조단백질, 지표 물질로 활용 가능한 특정 지방산, 회분, 과산화물가, 수분, 대장균군으로 설정할 수 있다. 조단백질의 경우, 평균 수치와 표준 편차를 감안하여 식용 곤충마다 단백질의 기준치가 상이할 수 있으며, 일반적으로 50% 수준 내외를 나타낸다. 특정 불포화 지방산의 경우, 식용 곤충의 학명과 함께 개별 식용 곤충의 특성을 구분하는 중요한

표 6. 곤충기반식품(원형건조물)의 제조·가공 기준

1 사육 관리
1.1 환경적 조건
1) 빛 식용곤충의 개별 주광성에 따라 빛의 종류 및 휴면 시기, 발육 속도 등에 영향을 줄 수 있는 조명에 대한 적절한 파장 범위와 시간에 대한 기준을 설정하여 관리하여야 한다.
2) 온도 식용곤충의 체강 내 대사 작용과 발육 속도에 적절한 임계치사 온도 범위에 대한 기준을 설정하여 관리하여야 한다.
3) 습도 식용곤충이 서식하는 기주 식물의 습도 저하에 따른 고사(枯死) 또는 습도 과다에 따른 세균, 곰팡이 등의 미생물 교차오염이 발생하지 않도록 최적의 습도를 설정하여 관리하여야 한다.
1.2 생물적 조건
1) 사육 밀도 식용곤충의 군집성 및 집합성과 관련된 특성, 밀도에 따른 공식(共食), 스트레스, 사육 공간 내의 온도 증가 등을 감안하여 적절한 사육밀도 기준을 설정하여 관리하여야 한다.
2) 영양 조건 식용곤충의 개별 특성에 따라 발효통밥, 기주 식물, 인공 사료, 대체 먹이 등을 활용할 수 있으며, 식용곤충의 섭식, 생육, 발육, 산란 등에 문제가 없어야 한다. 또한, 적절한 영양소의 균형, 수분 함량, 항생제의 안전 사용 기준을 설정하여 관리하여야 한다.
3) 섭식기피물질 섭식기피물질이 포함되지 않아야 하며, 소화흡수나 대사를 저해 또는 길항하는 물질을 함유하지 않아야 한다.

표 6. 계속

- 1.3 시설적 조건
- 1) **사육실** 사육실은 온도, 습도, 조명, 공조 기능 등을 갖추어 필요시 식용곤충의 발육 단계별로 조절이 가능하여야 한다.
 - 2) **저장실** 기주 식물, 식용곤충의 발육 단계 등을 고려하여 필요시 적절한 온도를 설정하여 관리할 수 있다.
 - 3) **작업실** 사료의 조제, 식용곤충의 채란, 접종, 수거, 교미 등을 고려하여 필요시 별도의 개별 공간으로 관리할 수 있다.
2. 수확 후 관리
- 2.1 **선별** 죽거나 손상된 것 등 원료로 사용하기 적절치 않은 개체는 제거하여야 한다.
 - 2.2 **절식** 식용곤충의 체강 내 노폐물이 모두 배설될 수 있도록 먹이를 주지 않아야 하며, 절식 기간은 최소 2일 이상 실시하여야 한다. 단, 개별 식용곤충의 특성에 따라 특정 먹이만을 공급할 수 있으나 원형 건조물에서 비위생적 영향을 주지 않아야 한다.
 - 2.3 **세척** 비가식 부위 제거, 분변 등을 분리한 후, 식용곤충 특유의 이취가 최대한 제거될 수 있도록 R/O수, 정제수, 깨끗한 물 등으로 세척한다.
 - 2.4 **도충(屠蟲)** 열수, 고압스팀, 멸균기, 냉동 등을 이용하여 실시하되, 온도, 압력, 처리 시간 등에 관한 기준을 설정하여 관리하여야 하며, 도충 시간을 최소화 하여 식용곤충 고유의 형태나 색상 등이 최대한 생체와 근접하게 유지될 수 있도록 하여야 한다.
 - 2.5 **제수** 필요시 도충 또는 세척 과정에서 발생된 물기를 최대한 제거하여야 한다.
 - 2.6 **보관** 가능한 바로 건조하거나 사용하는 것이 적절하나 필요시 냉동 또는 급속 냉동 보관 등을 통하여 식용곤충 고유의 외부 형태, 색상 등이 최대한 손상되지 않도록 하여야 하며, 냉장의 경우 보관 기간을 냉동 대비 단축하여야 한다.
 - 2.7 **건조** 식용곤충의 원형, 조직감, 색상 등이 최대한 유지될 수 있도록 동결건조, 열풍건조, 마이크로파건조, 냉풍건조 등 또는 두 가지 이상의 건조방법을 병행하여 실시할 수 있으며, 적절한 온도, 시간, 압력 등에 대한 기준을 설정하여 관리하여야 한다.
 - 2.8 **분말화** 분쇄기 등을 통한 분말화가 가능하며, 필요시 개별 식용곤충의 특성에 따라 지방함량을 조절하여 탈지 분말화할 수 있다.
3. 기타 사항 사육 관리 및 수확후 관리 조건은 식용 곤충의 특수성 및 기술의 개발로 개별 조건에 대한 세부 기준을 증감하거나 순서를 변경할 수 있으나, 각 조건에 대한 사용 설비, 작업 방법, 작업상의 유의사항 등을 규정하여 이에 따라 실시하여야 한다.

표 7. 원형 건조물의 구비 요건(案)

구분	흰점박이 꽃무지 유충	갈색거저리 유충	쌍별 귀뚜라미	누에
조단백질(%)	50 이상	40 이상	60 이상	50 이상
Oleic acid(%) ⁹	40 이상	30 이상	-	-
Linoleic acid(%) ⁹	-	-	20 이상	-
Linolenic acid(%) ⁹	-	-	-	30 이상
회분(%)	5.0 이하	3.0 이하	5.0 이하	10.0 이하
과산화물가(meq/g)	-	30 이하	-	-
수분(%)	10.0 이하	5.0 이하	7.0 이하	10.0 이하
대장균군	음성			

⁹ 전체 조지방 중 해당 지방산의 비율로 산출한다.

지표가 될 수 있다. 지방산은 직접적으로 측정하는 것보다 조지방의 지방산 비율로 산정하는 것이 데이터의 신뢰도가 더욱 높으므로 지방산은 전체 조지방 중 해당 지방산의 비율로 산출하는 것이 합리적이다. 또한, 회분은 식

용 곤충의 적절한 사육 및 수확 후 관리가 이루어졌는지를 파악할 수 있는 간접 지표로 활용할 수 있으며, 과산화물가는 갈색거저리 유충처럼 식용 유지 추출을 위해 불포화 지방산의 함량이 매우 높은 식용 곤충의 경우 원형 건

조물을 보관하는 기간에 따라 지질의 산패의 우려가 있으므로 이에 대한 관리 지표로 활용할 수 있을 것이다. 현재 시중 유통품의 일반세균 수치는 1.0×10^5 내외의 수준으로 나타나므로 일반세균에 관한 관리가 매우 어려운 실정이다. 이에 대한 대책으로 수분함량을 최대한 낮춰 미생물 증식을 막고, 대장균군을 음성으로 관리함으로써 환경적 교차오염에 대해 일정 수준 관리가 가능할 것이다.

III. 결론

미래 유망식품으로 곤충기반식품의 중요성은 앞으로도 변함없이 높을 것이다. 식품과학기술의 발전은 ‘곤충’을 ‘식품’으로 탈바꿈하게 하였으며, 식용 곤충은 자원 · 환경의 지속가능성과 동물복지, 생명윤리, 그리고 인류건강

증진에 한 획을 긋고 있다. ‘기술’은 ‘인식’보다 빠르다. 국내외적으로 식용곤충산업은 블루오션으로 선진국을 비롯하여 많은 국가에서 산업 육성을 주도하고 있어, 미래의 곤충가공식품의 모습은 현재와는 전혀 다른 모습이 되어 있을 것이다. 이제는 ‘곤충’을 혐오라고 생각하는 우리의 부정적인 인식을 개선하는 것만이 남겨진 문제라고 할 수 있을 것이다.

사사

이 결과물은 2021년도 농림축산식품부 재원으로 ‘식품표준화 사업(G0203100-02)’에서 수행된 연구성과입니다.

참고문헌

1. 관계부처합동. 2021. 보도자료; 풀무치(메뚜기과) 열 번째 식용곤충으로 인정.
2. 농촌진흥청 국립농업과학원. 2020. 산업곤충의 선발 및 평가법 개발.
3. 농촌진흥청 국립농업과학원. 2017. 알기쉬운 산업곤충 사육기준 및 규격.
4. 농촌진흥청 국립농업과학원. 2017. 식용곤충 안전사육 매뉴얼.
5. 농촌진흥청 국립농업과학원. 2016. 국내외 곤충산업별 연구동향분석 보고서.