

곤충 식품산업화 전망

정철의*

(안동대학교 대학원 생명자원과학과)

Prospects of Insect Food Commercialization; A Mini Review

Chuleui Jung*

(Department of Bioresource Sciences, Graduate School, Andong National University, Andong 760-749 Korea)

ABSTRACT

Greater attentions are paid to the insect industry (insect farming) specially for the economic, sustainable solution to feed the growing world population following the issue of FAO report of edible forest insect in May 2013. In Korea, legislation of insect industry law provides the funding on the research and commercialization of insect farming. Korea has a long history of entomophagy but most for the medicinal purpose not for the dietary needs. In this review, possible list of edible insects and their nutritional values were discussed. Also the environmental advantage of farming insects to the traditional livestock raising were discussed relative to the global warming and economic production. Lastly some issues hindering the propagation of edible insect farming such as enlisting the official food item and environmental risk management were addressed.

Key words : Edible insect, FAO, Insect industry law, Environmental risk management, Entomophagy

서 론

2010년에 발효된 ‘곤충산업의 육성 및 지원에 관한 법률’은 다양한 각도에서 곤충 자원의 산업화를 위한 연구개발 및 산업적 이용 전망을 고취시키고 있다(MOLEG, 2010). 최근 지구 기후의 변화와 더불어 식량의 수급 문제가 불거지고 있다. 식량 전쟁으로 표현되는 현대의 식량 문제는 쌀, 보리, 밀, 옥수수, 감자 등 전통적인 에너지 공급원이 곡물 생산과 분배 문제뿐 아니라, 다양한 식성의 요구를 반영하며 동시에 쇠고기, 닭고기, 돼지고기 등 충분한 단백질의 수요 충족의 문제로 확대되고 있다. 식량 수급에 대한 불안감은 전통적 농업 생산 시스템의 변화의 현대화 및 첨단화를 요구하고 있으며, 기존의 인류 식량의 공급원 이외의 새로운 대안을 추구하게 되었다. 그 중 하나가 곤충을 인류의 새로운 단백질 공급원으로 활용하자는 ‘식용곤충’ 분야이다(Sah and Jung, 2012; FAO, 2013). 현대인에게 곤충은 종종 경악의 대상이 되곤 하지만, 인류의 곤충섭식의 역사는 매

우 오래되었으며, 지구상의 다양한 문화권에서 현재까지 진행형으로 전수되고 있다(Ramos-Elorduy *et al.*, 1997; Verkerk *et al.*, 2007). 인류 문명의 발달 과정에서 근대에 들어서면서 곤충섭식은 건강하지 않고, 원시적이며, old-fashioned 행태로 회자되곤 한다. 그러나 더 늦기 전에 고대의 식생활 습관에 대한 올바른 평가를 통해 인류 식량 수급의 새로운 대안으로의 가치 평가가 필요하다고 본다. 일부 곤충의 영양적 가치는 쇠고기 등 전통적 식재료에 비하여 전혀 떨어지지 않고, 그 생산 과정은 오히려 일반 축산보다 훨씬 더 친환경적이라는 과학적 자료는 계속 보고되고 있다(FAO, 2013). 김과 정(2013)은 국내 생산되는 꿀벌, 장수말벌, 왕귀뚜라미, 장수풍뎅이, 갈색거저리 등의 영양성분 분석 결과, 연구 대상 곤충들은 매우 높은 수준의 단백질 함량과 상당량의 불포화지방산 및 필수지방산을 함유하고 있어 식품소재화 가능성이 높다고 보고하였다. 영양학적 장점과 생산과정의 친환경성 이외에도 식용곤충의 확대는 대상 곤충을 채집, 사육, 생산, 가공하는 다양한 일자리를 창출할 수 있으며, 특히 저개발국가 등에는 중요한 생계 수단이 될 수 있음을 강조되고 있는 현실이다. 따라서 현대 식품 시장과 식품화 기술에 곤충이 접목된다면 세계 식량생산 및 공급의 구도는 주요 곡물메이저에 의존하는 현재의 패턴에서 탈

Submitted October 24, 2013; Accepted November 6, 2013

* Corresponding author

E-mail) cjung@andong.ac.kr

피할 수도 있을 것으로 전망한다. 이 논문을 통해 곤충 식품산업화의 전망을 살펴 보았다.

국내 산업화 소재 식용곤충

현재 가장 큰 걸림돌은 어떤 곤충을 선발하여 대량으로 사육할 것인가 하는 점이다. 곤충의 잠재력은 풍부하지만, 인류의 단백질 공급이란 측면에서 대량 생산 시스템을 갖추고, 생산규모를 현재의 실험실적 수준에서 대규모 공장 수준으로 규모확대를 위한 기반이 부족한 실정이다(DeFoliart, 1999). 단순과밀조건에서 대량사육이 이루어질 경우 각종 질병에 대한 저항력이 낮아질 수 있고, 곤충이 자체적으로 분비하게 될 방어물질, 알레르기 유발물질 등의 문제의 소지도 가지고 있다(DeFoliart, 1992). 세계의 113개국에서 300 민족 이상이 1500여종의 곤충을 식용으로 이용하거나 식용의 흔적을 가지고 있다(Mitsuhashi, 2008). 국내 곤충산업의 규모는 2010년 약 1500억원대에 이르는 데, 그 중 천적 곤충 200억원, 화분매개곤충 550억원, 축제와 지역행사분야와 학습/애완용곤충 시장이 각 400억원대에 이르며, 환경정화용, 식용, 약용, 사료용 곤충의 시장 규모는 추산할만한 자료가 부족한 실정이다(농림수산식품부, 2010). 최근의 자료를 바탕으로 사료용곤충은 60억원 정도로 추정된다(박과 정, 미발표). 주요 곤충으로는 메뚜기, 귀뚜라미, 딱정벌레 애벌레와 성충, 흰개미, 꿀벌 애벌레나 번데기, 매미, 수서 곤충(물장군 등 성충과 알), 나비와 나방의 애벌레나 번데기 등이다. 특히 곤충의 알은 철갑상어의 알(케비아)처럼 “곤충 케비아”로 활용이 가능하다. 더욱이 곤충을 활용한 요리 책자들이 출판되면서 식용 곤충시장에 활기를 불러일으키고 있다(Menzel and D'Aluisio 1998; Meyer-Rochow, 2010). 국내에서는 전통적으로 누에번데기, 메뚜기 등이 식용으로 이용되었고, 신농본초경에는 매미, 땅강아지 등 25종이, 본초강목에는 106종, 동의보감에는 95종의 식용 기록이 전해진다. 또한 Pemberton (1999)는 지네, 누에, 매미, 꿀벌 등 20여종이 한약으로 현재도 처방되고 있음을 보고한 바 있다.

곤충의 영양학적 가치

곤충은 인류의 영양분과 에너지를 제공하는 중요한 요소가 될 수 있다. 나비나 나방 애벌레는 건조중량 100g 당 단백질, 지방, 탄수화물을 53:15:17g 정도를 함유하며, 430kcal의 열량을 낼 뿐 아니라, 고품질의 단백질, 미네랄 및 비타민을 함유하고 있다(Bukkens, 1997; Ramos-Elorduy *et al.*, 1997). 대동물 가축과는 달리 곤충은 식물 단백질을 효율적으로 동물 단백질로 전환시키는 데 DeFoliart (1992)는 귀뚜라미의 단백질 전환율이 소의 5배 이상으로 보고한 바

있다. 뿐만 아니라 아미노산의 조성도 단백질의 소화흡수율도 소고기와 비견하다는 보고이다(Gorham, 1979). 곤충이 제공할 수 있는 필수아미노산의 비율은 46-96%이며(Ramos-Elorduy *et al.*, 1997; 김과 정, 2013), 곤충단백질의 경우 트립토판이나 라이신이 제한될 수는 있으나(Bukkens, 1997; Ramos-Elorduy *et al.*, 1997), 소화흡수율은 77-98%로 매우 높다(Ramos-Elorduy *et al.*, 1997). FAO 기준 필수아미노산의 일일 섭취량을 충족시키기 위해서는 곤충을 25-28g 섭취하면 충분한 것으로 나타났다(정, 미발표자료). 다만 곤충 표피를 형성하는 키틴질이 소화가 잘 이루어지지 않고 식미를 손상하는 경우가 있어 식품 가공의 중요한 걸림돌이 될 소지는 있다(DeFoliart, 1992; Blum, 1994; 김과 정, 2013).

지방과 탄수화물은 주요 에너지원이 되며, 곤충의 종에 따라 지방과 탄수화물의 조성이 달라질 수 있으나, 통상 건중량의 7-77%를 차지하며 100g당 293-762kcal을 낸다(Ramos-Elorduy *et al.*, 1997). 지방산의 기본 조성은 일반 육류와 비슷하나 리놀레익산, 리놀레닉산 등 필수지방산의 함량이 높고(김과 정, 2013), 미네랄 중 아연, 철분, 칼슘 등이 더 많이 포함된다(Bukkens, 1997). 또한 비타민 B의 함량은 같은 양의 닭고기나 콩 등 보다 200%까지도 높게 나타났다(Premalatha *et al.*, 2011).

곤충 식품화의 경제성

식용곤충의 경제적 가치에 대한 측량은 아직 시기 상조이다. 그러나 동일량의 단백질을 생산하기 위한 생태적 효율성과 환경비용은 비교가 가능하다. 소나 돼지와 비교했을 때 곤충의 사육은 5-7배 정도 더 효율적으로 단백질 생산이 가능하다. 식물을 사료로 이용하여 생체중 전환율은 소와 돼지가 13-33%인 반면 곤충은 60%에 달하며, 생체중 중에서 고기(단백질)로 가공할 수 있는 것은 소와 돼지가 50%인 반면 곤충은 90%에 이르기 때문에 순이익은 7-11.5%에 비해 곤충은 50.5%에 달하게 된다(Paleotti, 2005). 또한 곤충은 소나 돼지와는 달리 외온성 동물(ectothermal)이다(Gullan and Cranston, 2005). 즉 체온을 일정하게 유지해야 하는 부담이 적은 반면, 체온이 일정정도까지 높아지면 체내 대사가 활성화되어 생장 및 번식이 빨라지고 효율성이 높아지는 시스템을 가지고 있다. 즉 환경 조절을 통한 생산 효율 조절이 가능하다는 것이다(DeFoliart, 1995, 2005).

반면 단백질 생산의 환경비용은 목초 등 식물체 소비율로 단순화 할 수 있는데 소나 돼지 사육은 곤충 사육보다 더 크게 나타난다. 더욱이 지구상의 농지의 약 70%가 축산을 위해 이용되며, 가축 사육을 위한 물의 수요, 배설물의 오염 등을 포함하게 된다면, 그 비용은 더욱 증가할 것이다. 더욱이 최근 비약적으로 인구가 증가하고 있는 개발도상국의 육류 수요를 충족하기 위해서는 현재의 축산생산

시스템의 한계를 보이고 있다는 전망도 있다. 예를 들면, 최근 십 년동안 중국의 육류 수요는 2배 증가하여, 일인당 50kg에 육박한다. 인류는 또 다른 형태의 식량 위기에 직면할 가능성이 높은 바, 곤충 단백질은 이 새로운 대안이 될 수 있을 것으로 판단하고 있다(Paleotti, 2005).

식용곤충산업 발전의 극복 요소

곤충 식용화 및 산업화의 가장 큰 걸림돌은 곤충도 식용의 대상이 될 수 있다는 인식의 전환이다(DeFoliart, 1999; Morris, 2004). 여론 조사를 통해 볼 때 곤충에 대한 인식은 초등학교이전까지 학생들에게는 매우 호의적으로 나타나지만, 중학교 이상의 학생, 일반인들은 곤충을 혐오의 대상으로 여긴다는 점이다(정, 미발표자료). 이러한 곤충에 대한 혐오감은 모기, 바퀴벌레 등 일부 곤충이 보건과 위생 해충으로 인류에게 친숙하다는 점 때문이다. 이러한 문제는 식용 곤충이 가지고 있는 장점, 예를 들면 고단백, 저열량 다이어트식으로의 개발, 다양한 생리활성 물질의 탐색을 통한 특화된 식품 또는 기능성 식품(예, 숙취 해소 등)으로의 개발 등을 통하여 다양한 각도에서 계몽과 대중화, 연구 개발의 지원이 필요함을 역설한다. 또한 기술적 측면에서 극복해야 할 과제는 다음과 같다.

우수 곤충 자원의 확보

국내에도 다양한 곤충이 식용 또는 사료용으로 이용되고 있으며 연구 개발 중에 있다. 과거 고문헌 및 민간에서 식용하는 곤충 중에 대한 영양학적, 식품학적 가치 평가가 미흡한 실정이다. 따라서 우수한 곤충 자원을 확보하고, 이들의 유전적, 생태적 특성을 구명하는 것이 제1과제이다. 우수 자원이라 단순한 단백질 또는 지방산 등 거대 영양소 뿐 아니라 다양한 생리활성 물질의 탐색 및 생산을 통한 현행의 식품 시장의 틈새를 공략할 수 있는 소재를 일컫는다. 꽃무지의 애벌레인 굼벵이의 경우 예로부터 간 기능 개선 효과 등으로 인한 약용 사례가 충분하고, 귀뚜라미 등도 숙취해소 등에 도움이 되는 등 우수한 형질을 보유하고 있다. 현재 국내에서는 메뚜기, 귀뚜라미, 갈색거저리, 꿀벌 수벌 번데기, 흰색점박이꽃무지, 장수풍뎅이 등이 우수 식품화 소재로 개발 중이다. 각 곤충의 식품소재로의 장점이 충분하기 때문에, 아래의 사항을 충족시킬 경우 식품화 가능성 및 성공 가능성은 매우 높다고 볼 수 있다. 또한 우수 곤충자원의 유전자수준 연구를 통한 세포배양 기술은 우수 단백질 생산 공장화의 중요한 초석이 될 수 있다.

대량 증식체계의 개발

곤충은 크기가 작기 때문에 소나 돼지 등 육류 또는 단

백질 공급원의 대량 수요를 충족시키기 위해서, 생산체계의 규모화 및 대량 증식체계의 개발이 필요하다. 이를 위한 저가의 인공사료 및 사육 배지 개발이 필요하며, 사육 방법과 절차, 사육 기기를 포괄하는 사육 시스템의 개발이 필요하다. 이를 통해 높은 증식력과 효율성을 담보하면서 경제적 생산이 가능해야 하며, 과밀집단 사육으로 인한 질병 등의 발생에 대한 억제 또는 관리 기술이 뒷받침되어야 한다.

위험 요소의 제거 및 곤충의 식품 지위 획득

곤충은 과밀 조건 또는 인공 생산조건 등에서 방어물질을 분비할 수 있으며, 자연상태에서도 다양한 인류의 알레르기 유발물질을 함유하기도 한다. 이러한 물질의 제거 기술 또는 억제 기술 개발이 필요할 뿐 아니라, 국내 실정법에 맞는 식품지위 획득이 우선되어야 한다. 현행 식품위생법은 식품공전을 통해서 식품으로 사용할 수 있는 원료를 제한하고 있다. 현재 혐오식품으로 분류되는 곤충 자원이 식품재료 또는 소재로서의 지위가 확보된다면 식용 곤충 산업화는 물론 곤충이 인류 식량 공급에 역할을 기대할 수 있을 것이다.

식품 가공적 측면의 연구 개발

곤충의 높은 영양성분과 구성에도 불구하고 곤충 이미지로 인한 가식성 곤충 산업화 걸림돌은 건조분말 소재화, 탈취 기술의 확보, 화학성분 및 구조적, 물리적 또는 유변학적 특성의 조사는 물론 단백질 성분의 가공 식품 적용에 요구되는 가공 적성, 지방 성분의 활용성 증대 분야의 연구개발이 추가되어야 할 것으로 판단된다.

곤충산업화의 환경 위해성 관리

곤충산업의 대상이 토착종 이외에 외래종이 포함될 경우, 산업화가 진행되면서 생산과 이용 과정에서 불가피한 환경 노출이 예상되며, 이에 따른 생태 위해성 평가에 대한 관심과 우려가 높아지고 있다(Keum *et al.*, 2012). 외래종의 침입으로 인한 생태계의 교란과 생물다양성의 감소는 매우 중요한 환경위해성 요소이다(Suter, 1993). 따라서 외래 생물도입 과정에서 적절한 위해성 평가와 더불어 생산 및 이용과정에서 자생 생태계 노출을 억제하고 관리할 수 있는 기술 및 지침 개발은 산업화의 필수 요소이다.

적 요

2013년 5월 UN FAO의 식용곤충 보고서는 환경오염 등으로 인한 기후 온난화와 증가하는 지구 인구의 식량 공급 문제를 해결 할 수 있는 가장 경제적이고 지속가능한 방안으로 곤충 식량화를 지목하였다. 우리나라는 이미 2010년

에 곤충산업법을 제정하여 곤충 산업화 연구개발 및 산업화를 지원하고 있다. 이 논문은 국내 곤충 식용의 역사와 산업화 가능한 소재 및 그 영양 가치를 소개하고, 곤충 산업화의 경제 사회적 장점을 기존 축산 생산의 환경 효율성 등과 비교하였다. 또한 곤충식품 산업화의 걸림돌이 될 수 있는 요소를 제시함으로써 지속적 식용곤충 산업의 발전 방향을 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 산업곤충위해성 평가기법 개발 과제 (PJ008983)의 지원을 받았다. 본 논문은 2013년 한국토양동물학회 심포지움 발표 자료를 일부 정리한 것이다.

인용 문헌

- 김현석, 정철의. 2013. 가식성곤충의 식품소재화 가능성 탐색을 위한 성분학적 특성 연구. 한국양봉학회지 **28** : 1-8.
- 농림수산식품부. 2010. 제1차 곤충산업육성 5개년 계획.
- Blum, M.S. 1994. The limits of entomophagy: a discretionary gourmand in a world of toxic insects. The Food Insects Newsletter **7**(2). 13 pp.
- Bukkens, S.G.F. 1997. The nutritional value of edible insects. *Ecol. Food Nutr.* **36** : 287-319.
- DeFoliart, G.R. 1992. Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. *Crop Prot.* **11**(5) : 395-399.
- DeFoliart, G.R. 1995. Edible insects as minilivestock. *Biodiver. Conserv.* **4** : 306-321.
- DeFoliart, G.R. 1999. Insect as food: why the western attitude is important. *Annu. Rev. Entomol.* **44** : 21-50.
- DeFoliart, G.R. 2005. Overview of role of edible insects in preserving biodiversity. In M.G. Paoletti, ed. Ecological implications of minilivestock, pp. 123-140. Enfield, NH, USA, Science Pub.
- FAO. 2013. Edible forest insects. Human bite back. Rome.
- Gorham, J.R. 1979. The significance for human health of insects in food. *Annu. Rev. Entomol.* **24** : 209-224.
- Gullan, P.J. and P.S. Cranston. 2005. The insects. 3rd ed. Oxford, Blackwell Publishing.
- Keum, E.S., J.W. Kim, D.S. Park and C. Jung. 2013. Morphological and genetic comparison of *Teleocryllus emma* and *Gryllus bimaculatus* (Orthoptera: Gryllidae) used for feed insect industry. *Korean Journal of Soil Zoology* **16**(1-2) : 42-46.
- Menzel, P. and F. D'Aluisio. 1998. Man eating bugs. Berkeley, Ten Speed Press.
- Meyer-Rochow, V.B. 2010. Entomophagy and its impact on world cultures: the need for a multidisciplinary approach. In: Edible forest insects. Humans bite back Rome, FAO. PP23-36.
- Mitsuhashi, J. 2008. Encyclopedia of Edible Insects in the World. Yasaka shobo, Tokyo (in Japanese).
- MOLEG. 2010. Insect industry law. <http://law.go.kr/LSW>.
- Morris, B. 2004. Insects and human life. Oxford, Berg.
- Paoletti, M.G. 2005 ed. Ecological implications of minilivestock, pp. 175-230. Enfield, NH, USA, Science Pub.
- Pemberton, R.W. 1999. Insects and other arthropods used as drugs in Korean traditional medicine. *J. Ethnopharmacol.* **65** : 207-216.
- Premalatha, M., T. Abbasi, T. Abbasi and S.A. Abbasi. 2011. Energy-efficient food production to reduce global warming and ecodegradation: The use of edible insects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **15** : 4357-4360.
- Ramos-Elorduy, J., J.M.P. Moreno, E.E. Prado, M.A. Perez, J.L. Otero and O.L. de Guevara. 1997. Nutritional value of edible insects from the State of Oaxaca, Mexico. *J. Food Compos. Anal.* **10** : 142-57.
- Sah, L. and C. Jung. 2012. Global perspectives of edible insects as human food. *Kor. J. Soil Zool.* **16** : 1-8.
- Suter, G.W. 1993. Exotic organisms. in Suter, G.W., Barnthouse, L.W., Bartell, S.M., Mill, T. eds. Ecological risk assessment. Lewis publishers, Londaon, pp. 391-401.
- Verkerk, M.C., J. Tramper, J.C.M. van Trijp and D.E. Martens. 2007. Insect cells for human food. *Biotech. Adv.* **25** : 198-202.