



昆虫对粮食安全 民生和环境的贡献¹



什么是昆虫饮食？

昆虫饮食 (entomophagy) 意指由人类将昆虫作为食品而消费。昆虫饮食在世界各地的诸多国家普遍存在，然其在亚洲，非洲和拉丁美洲更为常见。目前，昆虫为将近20亿人补充了食谱，且其一直是人类饮食的一部分。然而，昆虫饮食引起媒体、研究机构、厨师和食品工业行业、立法机构和与食品及饲料相关的各类机构之关注，尚属新近之发现。联合国粮农组织 (FAO) 食用昆虫计划 (The Edible Insects Programme) 还考察了将蛛形纲动物 (如蜘蛛和蝎子) 用于食品和饲料的潜力，尽管其按分类学的定义并不属于昆虫。

昆虫能为粮食和饲料安全做出贡献吗？



保罗·范多姆

在荷兰，黄粉虫在实施冷冻干燥和商品包装前进行分类。

答案毋庸置疑。随着人口增长、城市化和不断攀升的中产阶级之规模，全球需求的食物特别是动物源蛋白质来源同步大幅增长。因此，传统生产之动物饲料如鱼粉、大豆和谷物需要在资源利用效率方面进一步加强；与此同时，尚需大大扩展和使用替代饲料之资源。至2030年，地球需要养活超过90亿人口，以及数十亿基于食用、休闲和宠物而饲养的各类

动物。况且，日趋紧张的外部因素如集约化畜牧生产和过度放牧等造成的土地和水的污染均可导致森林退化，进而促进气候变化和其它对环境的破坏性影响。对此窘境的解决方案需要进行大量的研究和探索。解决粮食和饲料安全的诸多途径之一便是通过规模化养殖可食用昆虫。昆虫遍布于世界每一角落，其迅速繁殖的能力、超高速的生长效率和饲料转化率、及其整个生命周期对环境微乎其微的影响令其占尽优势。昆虫是具有高蛋白、脂肪及矿物质的优良营养剂，并可以食物残余物等废物渣浆进行饲养。再者，它们既可直接食用又可磨成粉末状或肉酱与其它食物一起料理。将昆虫大规模制备成饲料添加剂在技术上是可行的，并且在世界各地的此类公司已经在此方面遥遥领先。未来十年大家将有目共睹以昆虫为饲料原料的水产养殖和家禽饲料日益普及。

为什么选择昆虫？

使用昆虫作为食品和饲料对于环境、健康和社会/民生益处多多。举例如下：

环境效益

- 昆虫具有惊人的饲料转化效率，盖因其为冷血动物。尽管其料肉比 (料肉比=消耗饲料总量(KG)/增重总量(KG)，即受饲动物增长每公斤体重所需饲料的消耗量) 根据动物种类不同和饲养方法及经验而有显著的差异，但总而言之，昆虫对饲料转化效率之高令人咋舌。平均而言，昆虫可将2公斤的饲料转换成1公斤的自身体重，而肉牛则需消耗8公斤饲料才能增重1公斤。
- 大多数昆虫饲养时对温室气体的排放量或低于传统的禽畜饲养。例如，饲养生猪所产生的温室气体比养殖同样重量的黄粉虫高出10-100倍。
- 昆虫可以以生物废料如厨余、人体排泄物、堆肥和动物粪便等进行饲喂，并能将其转化成可用于动物饲料的优质蛋白。
- 昆虫相比于传统的家畜而言，对水资源的消耗大大降低。例如，黄粉虫比肉牛抗旱得多。
- 昆虫养殖比传统畜牧业降低了对土地的依赖。

健康方面的益处

尽管昆虫的营养成分取决于其生物态 (变态阶段)、产地、觅食或日粮的种类，然而，已被广为接受的事实是：

- 昆虫相比于肉类和鱼类可提供更高品质的蛋白质和营养物质。对于营养不良的儿童，昆虫是尤为重要的辅食或食品添加剂，因为大多数昆虫种类富含脂肪酸 (与鱼类相当)。它们还含有丰富的纤维和铜、铁、镁、锰、磷、硒、锌等微量元素。
- 相比于其它动物，昆虫传播诸如H1N1 (禽流感) 及BSE (疯牛病) 等人畜共患病 (即从动物传染给人类的疾病) 的风险较低。

对于民生和社会的有益之处

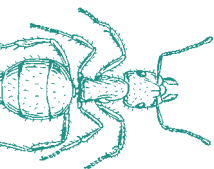
- 蓄养昆虫可以为膨胀的人口提供重要的生计多元化战略。昆虫在野外唾手可得。基本的采集和饲养设备所需技术或资金微乎其微。
- 昆虫可以由生活在社会底层的极度贫困人群在野外收集、培育、加工和销售，如在城市和农村地区的妇女和失地农民。上述活动可以直接改善此类人群的饮食水平，并能使他们通过以贩卖街头食品类小吃形式将盈余产品变现而补贴家用。
- 昆虫采集和蓄养可以为无论是发达国家、还是转型和发展中的经济体提供多种创业机会。



莫妮卡·阿耶可

- 昆虫作为食品和饲料加工相对容易。有些物种的全虫可被整体食用，也可被匀浆或磨粉之后从中提取蛋白质。

肯尼亚，在一个塑料桶中饲养蟋蟀。饲养者使用简单的工具如碟子和棉花团作为饮水器具，用硬纸板在桶中搭建便于蟋蟀攀爬和藏身之地。



¹ 该信息指南由阿夫顿·哈洛伦和保罗·范多姆 (paul.vantomme@fao.org) 提供，参见《食用昆虫：未来的食品和饲料的安全性前景所在》(www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/)。中文翻译由“药用特种昆虫开发国家地方联合工程研究中心”(中国云南省大理市) 科研团队完成。



从采集到养殖

“昆虫的驯化实乃妙计。对我而言尤其重要，因为它使当地部落族人得以养殖昆虫，从而使他们能够在增加昆虫供给的同时增加他们的收入……昆虫驯化是一个双赢的尝试。昆虫将被可持续发展的产出，而乡村部落成员的生计将不断得到改善。欧赛诺·恩多耶，粮农组织（喀麦隆）”

大多数昆虫主要是在野外如森林等地收集的。然而，将宝贵的传统知识和饮食文化与现代科学相结合可以促进创新和扩展规模化饲养技术。以昆虫作为微型牲畜进行大型养殖产业化，为昆虫的规模化供给提供了巨大的机会，而此是在不影响野生昆虫种群的前提下达到的。

昆虫不仅仅是“应急救灾食品”或穷人的食物



在南非的一个本地市场出售的干毛虫

人们对昆虫有一种常见的误解，亦即昆虫仅在饥荒时作为食物。其实，在大多数情况下，他们是当地饮食的主食，他们食用昆虫是因为其美味，而非因为缺乏食物。某些昆虫物种如在南非的莫帕尼毛虫和东南亚织叶蚁的蛋，被人们誉为美味佳肴而奇货可居，售价颇高。



在西班牙饲养的黑水虻被用作动物饲料添加剂原料

一种饲料替代物

根据国际饲料工业联合会的报道，2010年全球复合饲料产量为7.2亿吨。昆虫可作为大豆、玉米、谷类和鱼粉等传统饲料的补充。具有可直接应用于大规模饲料生产的潜力最大的昆虫当属黑水虻幼虫、常见的家蝇和黄粉虫 -- 然而其它昆虫种类也正在研究用于此目的。在中国、南非、西班牙和美国的生产者已经大量采用通过生物转化有机废物饲养的苍蝇用于水产养殖和家禽饲养。

昆虫饮食有无危险？

对于食用昆虫可能造成的传播疾病或人体寄生虫的报道尚未出现（前提条件是指处理昆虫食品时与处理任何其它食品采用相同的卫生条件）。食用昆虫有可能发生过敏，但与食用同为无脊椎动物的甲壳纲动物产生过敏的几率近似。相比于食用哺乳动物和鸟类而言，食用昆虫可能对人类、牲畜和野生动物传播人畜共患传染病的风险更小，尽管该议题尚需深入研究。



最常见的可食用昆虫有哪些种类？

全球有超过1,900种可食用昆虫已被做为食物。然而，随着更多的研究结果出现，该数字正在持续走高。大多数已知的食用昆虫物种均为野生获取，但是，鲜有数据可统计出全球实际吃掉的昆虫数量。从目前可用的数据分析，最

常见的食用昆虫有甲虫（鞘翅目）（占31%）、毛毛虫（鳞翅目）（占18%）和蜜蜂、黄蜂和蚂蚁（膜翅目）（占14%）。其次则为蚱蜢、蝗虫和蟋蟀（直翅目）（占13%）、叶蝉、蜡蝉、介壳虫和椿象（半翅目）（占10%）、白蚁（等翅目）（占3%）、蜻蜓（蜻蜓目）（占3%）、蝇类（占2%）和其它昆虫（占5%）。

科幻小说还是现实？

虽然目前昆虫养殖创业活动和昆虫养殖正式化的规模尚小，但是关于尽快落实极具潜力的昆虫饲料和昆虫食品产业化之倡议不断涌现。目前，昆虫养殖主要由小规模的家庭养殖场完成，以便迎合那些高度专门化的需求市场（利基市场）。长期以来，昆虫是作为宠物食品、观赏领域、以及鱼饵料行业而养殖的。饲养昆虫虽然技术上具有可操作性，然其产业化的制约因素是其生产成本比传统的食品和饲料源高出许多。但是，目前最新的研究表明：当我们综合考虑收集、生产、和运输等外部成本，诸如淡水、温室气体排放量、以及化石燃料的消耗，并计算传统食品的生产总成本时，昆虫食品往往是一个比传统禽畜食品更具可持续发展潜质、因而相对更为便宜的替代品。只是目前其生产的规模效益无法与传统的饲料和食物源相比。因而，进一步机械化是该行业增长的一个关键问题。此外，还需要发展适当的法规框架用以监管昆虫作为饲料和食品的生产 and 贸易。

超乎食物的意义



在世界各地的植物授粉过程中，蜜蜂起着至关重要的作用。

昆虫提供了食品和饲料之外的其它重要和有用的功能：

- 昆虫是重要的生态系统服务提供者。例如，昆虫在授粉、生物防治和有机垃圾的分解中发挥着重要的作用。
- 科学家正在测试昆虫降解牲畜粪便（例如家猪产生的）以及减轻恶臭的能力。蝇蛆已被用于将粪便转化成肥料及可利用的蛋白。
- 昆虫多年来持续不断地启发着人类的创新。利用自然界生物属性和巧夺天工的工艺设计启发而创新面世的仿生学，就采用了蜂巢、蜘蛛网和白蚁丘穴的设计理念，开发出一系列的产品和工艺流程。
- 昆虫已经形成了几千年的传统医学的一部分。例如，蝇蛆已用于清理伤口的坏死组织，蜂产品如蜂胶，蜂王浆和蜂蜜已被用于治疗领域。
- 几个世纪以来，不同的文明不断开发昆虫独具的天然绚丽的颜色。例如，阿兹台克人（Aztecs）用胭脂虫（介壳虫）制备红色颜料，该种昆虫颜料至今仍作为天然可食用色素在化妆品中使用以及作为染料。
- 蚕的产品丝绸，作为一种柔软而又坚韧的高度耐用的织物已存在了多个世纪。

野生昆虫食品的开发和管理之间的协调考虑

基于对自然环境中昆虫种群的保护，在开发过程中，下列因素应列入考虑范围：

- 对于自然昆虫栖息地的管理和保护需要咨询当地人民的生计和饮食习惯。
- 允许当地居民对保护区外的食用昆虫进行可持续采收。
- 规范农药的使用，避免污染物在食物链中的富集。
- 制定监测昆虫采收程度的方法，以避免使有益的昆虫种群受到威胁。
- 如有可能的话，使用集成系统进行昆虫的驯化或半驯化饲养，用以补充野外抓捕，以及在野生种群因季节波动时能提供稳定供应。
- 避免非当地驯化的昆虫物种流释到自然环境中。

创建和振兴本土饮食文化

“.....需要为来自世界各地的厨师建设一个公共论坛或访谈节目，参与者可以在节目中谈论食用昆虫的价值，谈谈各自的食谱和烹饪经验。为了使这些宝贵的食物来源成为我们的饮食习惯中的永久的一部分，昆虫食谱需要多样化又美味可口，这就是我们厨师可以把我们的专业知识应用于该充满希望和令人兴奋的领域的用武之地。”密如·达尔瓦拉，一位加拿大和美国的餐饮业者如是说。



在老挝，烹饪比赛参赛者正在准备食用昆虫。

尽管食用昆虫益处多多，消费者对于昆虫的传统印象仍然是横亘于许多西方国家以昆虫为可行的蛋白质来源的最大障碍。然而，历史已经表明，膳食模式是可以迅速改变的，尤其是在一个全球化的世界。生鱼寿司的形式被世界迅速接受，便为明证。

在食用昆虫文化尚不存在的地方，需要去创建该种文化。即使在以前有食用昆虫传统的国家，其饮食习惯也会受到西方饮食的影响，选择食用昆虫的人群可能遭到鄙视或回避。尽管如此，昆虫贸易在曼谷和金沙萨等城市依然蓬勃发展，尤其是城市消费者对其有大量的需求。在这样的都市社会，昆虫往往能引起人们对乡村生活的怀旧之情。此外，昆虫还被作为不错的零食。

从各餐厅创立的新的食谱和菜单设计来看，食品业者对提高昆虫食物的地位可以发挥关键作用。食品行业的专业人士，包括厨师，正在尝试试制昆虫风味菜肴。昆虫在西方国家的菜单上也偶可找到，但其主要针对敢于尝鲜的食客，而尚未被主流消费者接受。食品服务行业的主要障碍是如何获得在数量和质量方面均有保障的稳定的昆虫供给。

我们将何去何从？

“我们需要研发出合算的（性价比高）、节能和无微生物污染的昆虫自动化饲养、采集和后处理系列技术以及消毒程序，以确保食品和饲料安全，并保证此类以工业规模生产出安全的昆虫产品具有与肉制品比较而言合理的价格”。（伦波尔德 & 施吕特, 2013）

《评估昆虫作为食品和饲料潜力暨确保粮食安全技术专家会商》于2012年1月23日至25日在罗马举行，会议强调了针对以下关键领域的研发：

1) 大规模生产技术：

- 提高机械化、自动化、加工和物流的创新来降低食用昆虫的生产成本，使之可以媲美其它饲料和食品。
- 开发昆虫饲养和营养基质的价值对照表。
- 对大量的昆虫物种进行更全面的生命周期评估，筛选出与传统饲料和食物来源相当的昆虫种类。
- 饲养过程保持较为灵活的遗传多样性，避免在昆虫养殖系统中发生种群衰竭现象。

2) 食品和饲料安全：

- 研究人类对于昆虫过敏症的抵抗力及人体对昆虫几丁质（昆虫的外骨骼的主要组分）的消化率。
- 扩充食用昆虫在营养价值的数据，及其对动物和人类健康的贡献。
- 研究食用昆虫中潜在的人畜共患病、病原体、毒素和重金属（通过使用生物废料流体系）风险。
- 开发可以增加昆虫食品保质期的关键技术。

3) 立法：

- 在国家与国际层面（例如：食品法典委员会）制定志愿者行为守则和监管框架，对昆虫作为食品和饲料、以及人类和动物健康产品的监管。
- 对于大规模饲养和野生采集的风险需完善风险评估方法，以保护本地野生种群免遭引进的或外来入侵物种的侵害。

4) 消费者接受度和教育：

- 在文化层面上支持业已普遍存在的食用昆虫的习俗。
- 对宣导消费或养殖的物种进行全面的生态研究。
- 教育消费者食用昆虫的益处。
- 通过创建的昆虫源产品，开发新的途径将昆虫整合到广泛的消费者饮食中。
- 促进昆虫作为一种补充饲料。



草蚱，称为瓦哈卡，是墨西哥当地人的美食。

张园十·高特



主要参考文献

- 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.
- FAO. 2010. *Forest insects as food: humans bite back*. Bangkok, FAO.
- 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, FAO.
- FAO/WUR. 2013. *Edible insects: future prospects for food and feed security*. Rome, FAO.
- International Feed Industry Federation. 2011. Annual report 2010 [available at www.ifif.org/uploadImage/2012/1/4/f41c7f95817b4c99782bef7abe8082dd1325696464.pdf].
- Kuyper, E., Vitta, B. & Dewey, K. 2013. *Novel and underused food sources of key nutrients for complementary feeding*. Alive and Thrive Technical Brief. Issue 6, February.
- Ooninx, 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.
- 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
- 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.
- Veldkamp, T., G. van Duinkerken, A. van Huis, C.M.M. Lakemond, E., Ottevanger, E. & 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.

粮农组织和食用昆虫



粮农组织自2003年以来，一直致力于在全球许多国家的与食用昆虫相关的议题。粮农组织的贡献包括以下主题领域：

- 产出并通过出版物、专家会议和一个门户网站与世界共享食用昆虫相关的知识；
- 通过媒体合作（如报纸，杂志和电视）提高人们对昆虫重要性的认识；
- 通过实地项目向成员国提供支持（如老挝的技术合作项目）；
- 与粮农组织内部和外部各界的联网和跨学科的互动（例如，利益相关者合作解决与营养、饲料及相关法律问题）。

粮农组织在食用昆虫方面的工作之详尽信息，可访问：

www.fao.org/forestry/edibleinsects

联合国粮食和农业组织
00153罗马，意大利

