

# 黄粉虫的应用现状及展望

李艳芳, 伍爱萍, 徐匆, 罗华建 (东莞市农业科学研究中心, 广东东莞 523086)

**摘要** 黄粉虫的应用价值主要表现为黄粉虫虫体和黄粉虫虫粪的综合利用。黄粉虫虫体可以制成多种多样的蛋白食品。黄粉虫虫粪营养丰富, 具有多方面的综合利用价值。对黄粉虫虫体与虫粪的应用现状进行了阐述, 并对黄粉虫的应用发展方向进行了展望。

**关键词** 黄粉虫; 应用现状; 展望

**中图分类号** S-03 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)36-099-03

## The Application Status and Prospect of *Tenebrio molitor* L.

LI Yan-fang, WU Ai-ping, XU Cong et al (Agriculture Research Center of Dongguan, Dongguan, Guangdong 523086)

**Abstract** *Tenebrio molitor* L. has various application value that a lot of protein food are made of the larva of *Tenebrio molitor* L., at the same time, frass of *Tenebrio molitor* L. also has multiaspect utilization. The application status of larva and frass of *Tenebrio molitor* L. was expounded, and its development direction was forecasted.

**Key words** *Tenebrio molitor* L.; Application status; Prospect

黄粉虫(*Tenebrio molitor* L)俗称黄粉甲、面包虫,属于昆虫纲(Insect)、鞘翅目(Coleopter)、拟步甲科(Tenebrionide)、粉甲属(*Tenebrionini*),原产于南美洲,属于仓库和贮藏害虫。因其营养成分高,营养含量居各类活体动物蛋白饲料之首,黄粉虫被誉为“蛋白质饲料宝库”<sup>[1]</sup>。黄粉虫在国内外均有约100年饲养历史,我国在20世纪50年代由北京动物园从苏联引进并开始驯养,以后逐渐传播至全国各地<sup>[2]</sup>。

目前对黄粉虫的应用研究主要集中在对黄粉虫虫体和黄粉虫虫粪方面。黄粉虫虫体是极其丰富且宝贵的自然蛋白资源,已着手开发的有食品系列(如黄粉虫原虫加工,经过烘、炸等加工方式转变成蛋白食品,或者进行深加工,制成黄粉虫饼干、黄粉虫面包、黄粉虫酸奶等)以及药用保健系列(提取几丁质、虫油、氨基酸)。黄粉虫虫体因为具有优质、高产的蛋白质而受到广泛关注,具有巨大的开发前景。同时,随着黄粉虫养殖成为继家蚕和蜜蜂之后的第三大昆虫产业,养殖过程中产生的排泄物黄粉虫虫粪也越来越多。黄粉虫虫粪本身营养丰富,有着多方面的综合利用价值,目前的主要用途有饲料、有机肥、食用菌栽培基质、化工原料、养殖材料等。基于此,笔者对黄粉虫虫体和虫粪的应用现状进行了综述,并对黄粉虫的应用前景进行了展望。

## 1 黄粉虫虫体的应用现状

黄粉虫食性杂,转化率高,能够有效消化农业有机废弃物、城市餐厨余等,继而转化成人类可利用的昆虫蛋白<sup>[3]</sup>。在人口不断增长、食物资源短缺的情况下,黄粉虫在解决农业资源浪费与环境污染问题的同时,还能缓解人类蛋白质缺乏的困境,为人类的可持续发展提供高产、优质的蛋白质。

徐桂平等<sup>[4]</sup>研究表明黄粉虫具有蛋白质含量高、纤维含量低、营养成分全面且易被人体吸收、繁殖世代短、繁殖指数高、资源丰富、适于工厂化生产、绿色保健等特点,可成为一种理想的亟待开发的食物资源。目前对黄粉虫虫体的加工利用还处于不成熟阶段,主要分为原体加工与深加工。

**1.1 黄粉虫虫体的原体加工** 原体加工是指直接保持或基本保持黄粉虫虫体,进而加工制作的加工方式,是最直接、最普遍的一种利用形式。目前,原体加工产品主要有2个方向。

**1.1.1 原体加工食品。**利用煎、炸、烤、蒸等方式将黄粉虫虫体制成日常菜肴,如利用幼虫制成的“汉虾”、虫蛹制成的“蛹宝”等。在广州的某餐厅推出的“黄粉虫虫宴”受到消费的热捧。

**1.1.2 高级宠物饲料。**宠物养殖业是世界经济发展较快的新兴产业,是人们休闲娱乐与提高生活质量的方式之一。黄粉虫原体可以直接或者烘制、冷冻加工成动物饲料,用于饲养乌龟、鱼、蝎子等特种经济动物。通过食物链的传送,动物蛋白的经济价值得到进一步提升。现有研究表明,昆虫将成为最具开发潜力的动物蛋白饲料资源,其生物量超过其他生物量总和的10倍以上,黄粉虫已成为一种新时代饲料原料。

**1.2 黄粉虫虫体的深加工** 黄粉虫虫体具有丰富的营养价值,但是如果将黄粉虫作为食物直接食用,仍不能被多数人接受。因此,以黄粉虫为原料提取出的蛋白质、氨基酸和虫油等,进一步用于食品、保健品或化妆品将是一条更高效经济的利用途径。

**1.2.1 作为食品添加。**梁大伟等<sup>[5]</sup>添加16%的黄粉虫虫浆研制出色泽均匀、口感细腻、酸甜适宜的凝固型和搅拌型黄粉虫蛋白酸奶。宋立等<sup>[6]</sup>在饼干制作过程中加入了10%~12%的黄粉虫蛋白乳后,制成具有黄粉虫虫香味的饼干酥松香脆。彭燕等<sup>[7]</sup>在传统的面包配方的基础上添加黄粉虫虫蛋白浆,研制出新的面包配方。陈荣等<sup>[8]</sup>研究了黄粉虫作为食品原料的多方面用途,研制出黄粉虫小食品系列、黄粉虫酱系列、黄粉虫饮料系列等产品。同时,黄粉虫幼虫的水解蛋白中含有丰富的异亮氨酸、甘氨酸、脯氨酸和丙氨酸,从而可以将黄粉虫水解蛋白释放出甜味和鲜味,是一种优秀的调味品原料<sup>[9]</sup>。

**1.2.2 提取有效成分。**陈荣等<sup>[10]</sup>采用生物工程技术对黄粉虫进行了综合提取,试验表明提取出的黄粉虫蛋白质油脂和几丁聚糖的营养价值与同类产品相比具有一定的优势,可广泛应用于药品保健品及化妆品等领域,拓展新资源物质。王

**作者简介** 李艳芳(1986-),女,湖南岳阳人,工程师,从事农产品加工研究。

**收稿日期** 2015-11-27

文亮<sup>[11]</sup>利用超临界 CO<sub>2</sub> 萃取工艺对黄粉虫进行虫油的萃取,得到较高的黄粉虫虫油的萃取率。黄粉虫虫油本身可以作为保健品添加油,具有调节血脂和增强抗氧化功能的作用<sup>[12]</sup>。王立新等<sup>[13]</sup>用真菌诱导黄粉虫幼虫表达抗菌物质,并分析了在黄粉虫不同生长阶段提取的抗菌肽活性及抗菌肽组分的差异,结果表明黄粉虫中抗菌肽活性很高,值得进一步探讨。

## 2 黄粉虫虫沙的应用现状

黄粉虫养殖过程中产生的虫粪也是黄粉虫养殖效益中的重要部分。高妍<sup>[14]</sup>研究表明用 100 kg 麦麸饲养黄粉虫,不仅可以得到 31.8 kg 的黄粉虫,同时还可得到 21.5 kg 的黄粉虫虫粪。黄粉虫粪干燥、无异味、体积小,形似细沙,所以又称为虫沙。大量研究表明,黄粉虫虫沙具有自然气孔率很高的微小团粒结构,而且其表面还均匀地附着一层黄粉虫消化道分泌液形成的微膜,这种特殊的结构若作为土壤添加剂,能极大地提高土壤的氧含量<sup>[3]</sup>。同时,黄粉虫虫沙本身也有着丰富的营养成分。许齐爱等<sup>[1]</sup>研究表明黄粉虫虫沙中粗蛋白含量 24%、氮含量 3.37%、磷含量 1.04%、钾含量 1.4%,并含有锌、硼、锰、铁、钙、镁、铜等多种微量元素,并且黄粉虫虫沙在储藏、运输和使用过程中,没有任何异臭味道和酸化腐败物质产生<sup>[3]</sup>。目前,黄粉虫虫沙除了少部分被饲养者购买用于喂养家禽等动物或当作有机肥料用于农作物外,大部分被直接作为垃圾处理掉。这样不仅造成资源浪费,而且会污染环境<sup>[15]</sup>。

**2.1 畜禽粗饲料** 黄粉虫虫沙中含有 10% 的蛋白质,基本接近粗蛋白质含量 13.5% 的麦麸,大大降低了饲料成本,提高了养殖效益。王金花等<sup>[16]</sup>在文昌鸡日粮中添加 15% 的黄粉虫虫沙,结果表明文昌鸡的日增重显著提高。刘利林等<sup>[15]</sup>进行黄粉虫虫沙饲喂绵羊试验,研究发现黄粉虫粪的适口性一般,在生产中使用时初次饲喂循序渐进,由少到多,一段时间后黄粉虫虫粪完全可以替代米糠、玉米、麸皮等能量饲料,在绵羊生产中应用较为合适。沈晓昆等<sup>[17]</sup>将黄粉虫虫沙以 10%~20% 的比例添加到猪饲料中,结果发现添加黄粉虫虫沙后可以明显提高猪的消化速率和提高饲料报酬。

**2.2 有机肥料** 黄粉虫虫沙不仅有着全面的营养成分,而且含有丰富的微量元素,其优越性超过常见的家禽和家畜的粪便,是值得利用的肥料。黄金丽<sup>[18]</sup>研究表明施用以虫粪沙为主要原料的高效生物有机肥能增肥地力,促进土壤环境生物多样性,增加产量、提高品质。刘怀如等<sup>[19]</sup>利用 1:40 的重量比施入沙土,沤肥处理 40 d,可使播种的绿豆长成的植株增重 17.9%。骆洪义等<sup>[20]</sup>利用盆栽试验研究了黄粉虫虫沙的不同施用量对油菜生长及品质的影响,分别按照不同比例的黄粉虫虫沙与土壤混合均匀,结果表明 1.5% 的黄粉虫虫沙处理的油菜产量最高。

**2.3 菌类生产的主要养料** 依据黄粉虫虫沙的组成,适当配以其他的培养基原料,将培养基中的氮、碳以及其他营养成分达到较为适宜的配比(根据不同菌类要求),可以作为大规模生产菌类的培养基原料。叶榕村<sup>[21]</sup>利用黄粉虫虫沙栽

培香菇,不仅可以缩短香菇的生长时间,还可以提高香菇产量,且香菇营养成分基本没有变化。蒙健宗等<sup>[22]</sup>在培养料中添加大麦虫沙(大麦虫与黄粉虫为同一科属)栽培秀珍菇,结果表明秀珍菇的可溶性蛋白质含量、总氨基酸含量、必需氨基酸含量、鲜味氨基酸含量得到较大提高,秀珍菇的营养价值和商品价值也得到提高。

**2.4 提取叶绿素** 黄粉虫食性杂,偏爱青饲料,通过黄粉虫本身的消化吸收后其排泄物黄粉虫虫沙中也有大量的叶绿素存在,因其提取过程处理简单、高效,在叶绿素的工业生产中有很大应用价值。孙彩云等<sup>[23]</sup>利用丙酮从黄粉虫虫沙中提取出大量的叶绿素,结果发现经过虫体的富集,虫沙中所含的叶绿素含量甚至比叶片中的叶绿素含量还要高。

**2.5 养殖材料** 黄粉虫虫沙含有丰富的有机物,有着很好的发热性。在养鸡场用作养殖材料,冬天可节省升温取暖能源,夏季通风凉爽,四季均可清除异臭味。马群等<sup>[24]</sup>研究发现将黄粉虫粪用在发酵床养鸡的育雏上,不仅节省了电和煤,而且育出来的小鸡体格健壮,成活率高。同时,将鸡粪和黄粉虫虫粪混合在一起,发酵后又可以作为高档优质生物有机肥或粗饲料,营养丰富、疏松通气、无臭味、外观漂亮、不烧根不烧苗。

## 3 展望

目前对黄粉虫的研究、利用与开发还处于初级阶段,一方面要大力推动黄粉虫开发现有研究成果,还要加快其新功能研发的步伐,通过对黄粉虫的营养成分进行深入分析,探讨其有效功能的作用机理,开发出更具有影响力的黄粉虫产品,进一步推动黄粉虫养殖业的健全与完善。

工业的快速发展以及化学农药的大面积使用,已经明显地改变了人们赖以生存的农业土地和水,产生了土壤质量恶化、水体质量下降的现象,既有碍于农业、林业、渔业和畜牧业的发展,又影响人类的健康。因此,黄粉虫虫沙在土壤改良、水体净化等方面的应用值得重视。首先,可以考虑将黄粉虫虫沙制成一种生物菌液,应用于阳台高端花卉栽培、都市小规模农业需求等;第二,重视黄粉虫虫沙对土壤的作用。相关研究表明,黄粉虫虫沙对土壤具有良好的微生态平衡和保水作用,加工成土壤改良剂,有针对地对土壤的不良性状和障碍因素,改善土壤性状,提高土壤肥力,增加作物产量,从而改善农业土壤环境;第三,水体净化剂也是黄粉虫虫沙深度利用的方向之一,利用虫沙的独特物理结构,与微生物配制成复合制剂,缓解池水发臭,提高鱼类生长速度与繁殖率,有效控制鱼类疾病的发生。

总体而言,资源昆虫的深入开发、利用和产业化是 21 世纪动物蛋白资源研究的热点和关键领域。如何充分利用黄粉虫的潜在价值进行更加深入的研究是十分必要的。

## 参考文献

- [1] 许齐爱,彭伟录,李小玺,等. 经济昆虫黄粉虫与小麦虫研究进展[J]. 安徽农学通报,2008,14(21):158-160.
- [2] 申红,潘晓亮. 高蛋白黄粉虫的饲养及其利用[J]. 草食家畜,2004,6(2):48-50.
- [3] 黄正团,潘红平. 黄粉虫高效养殖技术一本通[M]. 北京:化学工业出版社,2008.

- [4] 徐桂平,王承香,田洪霞.食用昆虫的历史渊源与开发现状[J].潍坊高等职业教育,2012,8(1):62-64.
- [5] 梁大伟,朱萍,郑晓琼,等.黄粉虫酸奶的研制[J].山东食品发酵,2011(4):19-23.
- [6] 宋立,马勇,赵大军,等.黄粉虫蛋白营养饼干的工艺研究[J].粮油加工与食品机械,2005(5):75-76.
- [7] 彭燕,林华峰,岳霄霄,等.黄粉虫蛹蛋白面包的工艺配方研究[J].安徽农业大学学报,2013,40(5):790-794.
- [8] 陈荣,陈重光.浅析黄粉虫综合提取物的研究与应用[J].中国新技术新产品,2012(1):234-235.
- [9] 赵大军,马勇,吕长鑫,等.黄粉虫系列食品的开发应用研究[J].食品工业科技,2006,27(9):167-170.
- [10] 陈荣,陈彤彤.汉虾(黄粉虫)食品的研究[C]//第五届生物多样性保护与利用高新技术国际研讨会.暨昆虫保护,利用与产业化国际研讨会论文集.北京:中国生物多样性保护基金会,2005:179-182.
- [11] 王文亮,王鹏,祝清俊.超临界 CO<sub>2</sub> 萃取黄粉虫油脂的工艺研究[J].中国食物与营养,2010(7):48-50.
- [12] 张建新,张立佳,王临宾,等.黄粉虫油对高脂血症小鼠血脂水平及抗氧化能力的影响[J].食品科学,2011,32(5):263-266.
- [13] 王立新,乔兴柱,戴四发,等.黄粉虫幼虫抗真菌物质的诱导及其抗真菌活性研究[J].安徽农业科学,2008,36(34):15013-15015,15031.
- [14] 高妍.黄粉虫粪的营养价值分析[J].畜牧与兽医,2012,44(10):105-

106.

- [15] 刘利林,王帅,赵金香.黄粉虫粪常规营养成分分析及饲喂绵羊试验[J].饲料工业,2012,33(1):48-49.
- [16] 王金花,赵建国,王德化,等.日粮中添加黄粉虫粪对文昌鸡生长性能的影响[J].农技服务,2013,30(1):53-54.
- [17] 沈晓昆,姜哲,孙剑华,等.黄粉虫粪用处多[J].农业装备技术,2009,35(1):48-49.
- [18] 黄金丽.施肥处理对蔬菜营养品质及其产量影响的研究[D].泰安:山东农业大学,2001.
- [19] 刘怀如,杨兆芬,檀东飞,等.黄粉虫虫粪的肥效研究[J].泉州师范学院学报(自然科学版),2003,21(4):68-71.
- [20] 骆洪义,王虹,王琦.黄粉虫沙不同用量对油菜生长及品质的影响[J].山东农业科学,2011(8):75-78.
- [21] 叶榕村.黄粉虫粪代替麦麸栽培香菇试验[J].浙江食用菌,2008,16(4):34-35.
- [22] 蒙健宗,潘红平,韦珂.大麦虫沙栽培秀珍菇试验研究[J].中国食用菌,2011,30(3):32-33,47.
- [23] 孙彩云,刘淑.从叶片及虫沙中提取叶绿素的研究[J].唐山师范学院学报,2010,32(15):11-14.
- [24] 马群.不同发育阶段黄粉虫及虫沙蛋白质的利用效益评价[D].雅安:四川农业大学,2009.

(上接第96页)

0.8% 益生菌的处理组 ACP 活性比对照组低。在攻毒 10 d 后,ACP 活性恢复到攻毒前的水平,但添加高剂量益生菌组的刺参 ACP 水平也均比对照组显著降低。这表明高剂量益生菌会抑制刺参体腔液中 ACP 的活性。这与张艳婷<sup>[5]</sup>的结果并不一致,其原因有待进一步探讨。

该试验中攻毒后刺参体腔液 AKP 活性也发生变化。攻毒后的所有组的 AKP 活性均呈现增高趋势。在攻毒前、攻毒 6 d 和攻毒 10 d 后,B、C、D、E 组 AKP 活性均有高于对照的组。刘洪展<sup>[10]</sup>用假交替单胞菌感染仿刺参,在 5 d 内体腔液 AKP 活性逐渐降低,此后急剧上升,与该试验攻毒后的酶活性变化趋势相似。

该试验中在攻毒后各组的 SOD 活性随时间延长而呈降低的趋势。但在攻毒 6 d、10 d 后,各试验组的 SOD 活性较对照组没有显著差异,这与张艳婷<sup>[5]</sup>的结果类似。张艳婷<sup>[5]</sup>研究表明添加灭活植物乳杆菌对攻毒后的刺参 SOD 活性无影响。

该试验中人工感染黄海希瓦氏菌后,刺参体腔液 CAT 活性在第 6 天与攻毒前没有太大变化,而在第 10 天整体增强,且益生菌组有高于对照组的趋势。这说明致病细菌感染激发了刺参 CAT 的活性,且益生菌对刺参过氧化氢酶活性有促进作用。

该试验中投喂复合益生菌能显著刺参体腔液中 LSZ 的活力。攻毒 6 d、10 d 后,各试验组 LSZ 活性没有显著差异,且随着时间延长而呈降低的趋势。李明<sup>[11]</sup>分别用梅奇酵母和芽孢杆菌投喂刺参,发现在第 3、4 周试验组的刺参体腔上清液溶菌酶活性显著高于对照组 ( $P < 0.05$ ),与该试验结果

相似。在感染黄海希瓦氏菌后,溶菌酶活性较攻毒前整体下降。这说明体腔液中溶菌酶的活性比较容易受到致病细菌感染的抑制,免疫功能容易遭到破坏。攻毒 6 d 后,益生菌组的溶菌酶活性仍高于对照组,说明益生菌能够适当减少这种损害,使酶活性在相对较高的水平。刘洪展<sup>[10]</sup>用假交替单胞菌感染仿刺参后,体腔液溶菌酶的活力在短暂升高后显著降低,与该试验结果相一致。

## 参考文献

- [1] 胡毅,谭北平,麦森森,等.饲料中益生菌对凡纳滨对虾生长、肠道菌群及部分免疫指标的影响[J].中国水产科学,2008,15(2):244-251.
- [2] 桂远明.水产动物机能学实验[M].北京:中国农业出版社,2004.
- [3] DAN H, HAKAN S, TORGNY R, et al. Insect Immunity: Purification and Properties of Three Inducible Bactericidal Proteins from Hemolymph of Immunized Pupae of *Hyalophora cecropia*[J]. European journal of chemobiology, 1980, 106: 7-16.
- [4] SODERHALL K, CERENIUS L. Role of the prophenoloxidase-activating system in invertebrate immunity[J]. Current opinion in immunology, 1998, 10(1):23-28.
- [5] 张艳婷.热灭活乳酸杆菌(HKLP)对刺参(*Apostichopus japonicus*)生长性能、消化酶活性、免疫力以及人工感染灿烂弧菌后免疫反应的影响[D].大连:大连海洋大学,2012.
- [6] 袁丰华.饲喂益生菌对尖吻鲈生长、消化、免疫及血液生理生化影响的研究[D].湛江:广东海洋大学,2009.
- [7] 王国霞,黄燕华,周晔,等.乳酸菌对凡纳滨对虾生长性能、消化酶活性和非特异性免疫的影响[J].动物营养学报,2010,22(1):228-234.
- [8] 温俊.复合益生菌与酵母培养物对牙鲆(*Paralichthys solivaceus*)生长、免疫及抗病力的影响[D].青岛:中国海洋大学,2007.
- [9] LI H, QIAO G, LI Q, et al. Biological characteristics and pathogenicity of a highly pathogenic *Shewanella marisflavi* infected sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) [J]. J Fish Dis, 2010, 33: 865-877.
- [10] 刘洪展.养殖仿刺参对环境因子和病原的免疫应答及抗病分子机理[D].青岛:中国海洋大学,2012.
- [11] 李明.混合益生菌对刺参生长、免疫、消化和肠道菌群的影响[D].大连:大连海洋大学,2014.