

XIANDAI NONGYE XINJISHU CONGSHU

现代农业新技术丛书

黄粉虫规模化

高产养殖及病害防治

主编◎王智



现代农业新技术丛书

黄粉虫规模化

高产养殖及病害防治

主 编 ◎ 王 智

副主编 ◎ 付秀芹 杨友才 田建湘

广东农工商职业技术学院
图书专用章



00605543



湖南科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

黄粉虫规模化高产养殖及病害防治 / 王智主编.
—长沙 : 湖南科学技术出版社, 2012. 1

(现代农业新技术丛书)

ISBN 978-7-5357-7064-6

I. ①黄… II. ①王… III. ①黄粉虫—养殖②黄粉虫—病害—防治 IV. ①S899.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 004537 号

现代农业新技术丛书

黄粉虫规模化高产养殖及病害防治

主 编: 王 智

责任编辑: 彭少富 李 丹

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731 - 84375808

印 刷: 长沙市荣鑫印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市殷家冲 66 号

邮 编: 410007

出版日期: 2012 年 2 月第 1 版第 1 次

开 本: 850mm×1168mm 1/32

印 张: 4.5

字 数: 117700

书 号: ISBN 978-7-5357-7064-6

定 价: 10.00 元

(版权所有 · 翻印必究)

前 言

黄粉虫又叫面包虫，在昆虫分类学上隶属于鞘翅目，拟步行虫科，粉虫甲属。原产北美洲，20世纪50年代由北京动物园从苏联引进我国饲养，以后在全国得到普遍推广。

黄粉虫蛋白质含量高，其幼虫含粗蛋白51%，蛹含粗蛋白57%，成虫含粗蛋白64%，并含有人体及动物生长必需的16种氨基酸；脂肪含量为28.56%，且大部分为不饱和脂肪酸，其中亚油酸的含量高达24.1%。另外，还含有多种糖类、维生素及磷、钾、钠、铁、锌等多种人体必需的矿质元素，除钾、钙、镁、磷的含量明显高于一般的动物食品外，铁、锌、铜、硒等微量元素也远远高于一般动物食品，特别是通过黄粉虫的生物富集效应使锌、硒等元素的含量大大增加。因此以黄粉虫开发的保健食品具有很高的营养价值、食用价值和药用价值，常吃黄粉虫等保健食品，不仅能提高人体免疫机能，抗疲劳、延缓衰老、降低血脂，促进胆固醇代谢，达到抗病、防病的功效，而且对青少年高级神经中枢的健康发育以及人类的生殖保健均具有重要的保健功能。20世纪90年代以前黄粉虫传统的应用主要是用于特种经济动物养殖，具有“动物蛋白饲料之王”的称誉，应用十分广范。目前随着生物技术的发展，利用高新技术对黄粉虫资源进行深加工综合开发在国内外已取得了非常可喜的成绩，获得了系列高新技术产品。近年来，许多以黄粉虫为原料制作的高新技术产品为国家赚取了不少外汇，具有广阔的发展前景。

目前，农业部已将昆虫饲料列为被推荐的10种节粮型饲料资源之一，黄粉虫已成为继蜜蜂和家蚕外的第三大昆虫产业，在国内

外已成为昆虫产业化开发的热点,尤其近年来在我国各地均出现了饲养黄粉虫的热潮。但是,目前许多养殖户遇到了一些问题,其主要原因是养殖技术不到位,种源质量存在问题,疾病防治问题未得到有效解决,从而导致养殖效益不佳,甚至出现亏本经营的状况。针对此现象,我们经过调研,在参考了近10多年来大量文献资料的基础上,再结合自己的教学和科研实际,编写了这本《黄粉虫规模化高产养殖及病害防治》一书,其目的是为我国的黄粉虫养殖业在21世纪能够达到更快更稳的向前发展提供一些技术支撑,为广大养殖户提高黄粉虫养殖效益提供保障。

本书内容主要包括:黄粉虫的生物学特性、黄粉虫高产快速养殖的饲料配制与加工、黄粉虫的规模化饲养与管理、黄粉虫规模化繁殖与优质育种的选育、黄粉虫主要病害的诊断与防治、黄粉虫深加工工艺介绍与特色产品开发、黄粉虫及其产品的运输与保存等。总之,本书从黄粉虫的饲养与管理、饲料加工、品种选育、病害防治和产品加工等方面做了全面细致的介绍,尤其在饲料配制方面利用了作者的新成果,为黄粉虫的规模化高产养殖及疾病防治提供了好的技术支撑。同时,对书中涉及的相关技术和方法在书后列出了详细的参考文献,便于养殖户和相关科研人员进行文献追踪和进行进一步的相关研究。希望广大养殖户通过认真阅读此书,能应用书中介绍的技术和方法来提高黄粉虫的生产效率、降低劳动强度和生产成本、以获得最大的经济效益。

由于本书涉及内容广泛,加上作者水平有限,书中不足之处希望广大读者提出宝贵意见,以便再版时充实完善。

编著者

2011年秋于长沙

目 录

第一章 黄粉虫的利用价值及其利用概况	1
第一节 黄粉虫的利用价值	1
第二节 黄粉虫的利用概况	5
第二章 黄粉虫的生物生态学特性	13
第一节 黄粉虫的形态学特征及其生活习性	13
第二节 黄粉虫的生物生态学特性	18
第三节 影响黄粉虫生长发育的环境因素	21
第三章 黄粉虫高产快速养殖的饲料配制与加工	27
第一节 黄粉虫的饲料来源	27
第二节 饲料的选择与储存	33
第三节 饲料加工	35
第四节 饲料配制	41
第四章 黄粉虫的规模化饲养与管理	46
第一节 黄粉虫的规模化饲养	46
第二节 黄粉虫饲养管理的基本原则和具体要求	55
第三节 黄粉虫不同发育阶段的关键饲养管理技术	58
第四节 黄粉虫不同生长季节的关键饲养管理技术	62
第五章 黄粉虫规模化繁殖与优质种苗的选育	69
第一节 黄粉虫规模化繁殖	69
第二节 影响黄粉虫繁殖能力的生物和非生物因素	71
第三节 黄粉虫常规优良品系的选育	74
第四节 黄粉虫杂交优良品系的选育	78
第五节 黄粉虫繁育中的注意事项	86

第六章 黄粉虫主要病害的诊断与防治	88
第一节 黄粉虫疾病原因	88
第二节 黄粉虫疾病预防措施	90
第三节 常规消毒技术	92
第四节 黄粉虫的主要疾病及防治方法	95
第五节 黄粉虫的敌虫害防治	98
第七章 黄粉虫深加工工艺介绍与特色产品开发	104
第一节 黄粉虫食品开发前景与食品加工及其工艺	104
第二节 喂养特种经济动物	116
第三节 黄粉虫虫粪的综合利用	121
第八章 黄粉虫及其产品的运输与保存	124
第一节 黄粉虫活体运输	124
第二节 黄粉虫的加工原料虫体运输与保存	126
第三节 运输黄粉虫的注意事项	127
参考文献	129

第一章 黄粉虫的利用价值及其利用概况

黄粉虫属昆虫纲、鞘翅目、拟步甲科、粉甲属的一个物种，俗称面包虫，原为一种世界性的仓库害虫，分布于我国各地。由于其幼虫除不饱和脂肪酸、蛋白质含量高外，还含有多种重要糖类、维生素及微量元素等，营养丰富，已成为资源昆虫产业化开发的热点。经过加工可用于食品、保健品、化妆品等行业，也可直接作为饲养蜘蛛、蛙、鳖、蝎子、蜈蚣、鱼类和鸟类等的活体动物蛋白饲料。黄粉虫具有杂食性、生长周期短、繁殖快、抗逆性强等生物学特征，养殖黄粉虫具有投资小、收效快和效益大等特点。因此，目前黄粉虫养殖作为一种产业在国内外发展非常迅速，已成为一种重要的产业化资源昆虫。

第一节 黄粉虫的利用价值

黄粉虫由于营养丰富，其产品具有较强的保健功能，且易于饲养等优势，目前其人工养殖规模在国内外越来越大，推广十分迅速。其主要价值可总结在以下几个方面：

一、营养价值和药用价值

黄粉虫蛋白质含量高，其幼虫含粗蛋白 51%，蛹含粗蛋白 57%，成虫含粗蛋白 64%；脂肪含量为 28.56%，且大部分为不饱和脂肪酸，其中亚油酸的含量高达 24.1%，具较好的保健功能，作为高档次的保健品开发具有较大的前景；含有动物生长必需的 16 种氨基酸，每 50 克干品中，氨基酸含量高达 437 毫克，并且组

成合理。另外,还含有多种糖类、维生素及磷、钾、钠、铁、锌等多种人体必需的微量矿质元素,除钾、钙、镁、磷的含量明显高于一般的动物食品外,铁、锌、铜、硒等微量元素也远远高于一般动物食品,特别是通过黄粉虫的生物富集效应使锌、硒等元素的含量大大增加,如作为食品或保健品,对人类的生殖健康具有保驾护航作用。

因此,以黄粉虫开发的保健食品具有很高的营养价值和药用价值,常吃黄粉虫等保健食品,不仅能提高人体免疫机能,抗疲劳、延缓衰老、降低血脂、促进胆固醇代谢,达到抗病、防病的功效,而且对青少年高级神经中枢的健康发育以及人类的生殖保健均具有重要的保健功能。例如,国内外一些著名生物制品企业利用黄粉虫来制作营养保健品,对提高人体免疫力、抗疲劳、延缓衰老、降低血脂、抗癌等具有明显功效。超氧化物歧化酶(SOD)在黄粉虫体内含量高,它是一种富含金属离子的生物活性蛋白质,是不可缺少的氧自由基清除剂,具有重要的抗衰老和美容功效,因此把从黄粉虫中提取的SOD作为开发抗衰老、防皱、美白等化妆品的主要成分,目前不少化妆品中均含有从黄粉虫中提取的SOD成分,其效果均优于现有的市场产品。同时黄粉虫外骨骼的几丁质中含有抑癌作用的重要成分,目前已有些抗癌药物中就含有从黄粉虫几丁质中提取的有效成分,疗效显著;另外还广泛用于名贵珍禽、特种经济动物、特种水产养殖的鲜活饲料,如蜘蛛、蝎子、蜈蚣、鸟类、龟类、蛇类、蛙类等,用黄粉虫饲养的动物比其他饲料饲养的动物营养高出2~3倍,且生长繁殖迅速,目前已被大多特种经济动物养殖户所接受,已得到普遍推广。

二、食用价值

黄粉虫富含蛋白质、维生素、矿物质等多种营养成分,其中蛋白质含量大大高于鸡蛋、牛肉、羊肉等常规动物性食品,氨基酸种

类繁多、组成合理，同时含有丰富的微量矿质元素和维生素，且易于人体消化和吸收，是优良的高蛋白食品。黄粉虫体内必需氨基酸比值接近人体所必需的氨基酸比值，尤其与婴幼儿所需的比值相近，是比较难得的婴幼儿食品原料。由于黄粉虫含有丰富的不饱和脂肪酸，所以其脂肪优于畜禽类脂肪，特别是其中还含有丰富的维生素 E 和维生素 B₂ 就显得更为难得，维生素 E 和维生素 B₂ 具有较强的抗氧化作用，它能保护细胞膜中的脂类免受过氧化物损害，同时也是一种不可缺少的营养素和药品。黄粉虫还可作为微量矿质元素转化的“载体”，在黄粉虫的饲料中加入含人体所需微量矿质元素的无机盐，饲喂后可在黄粉虫体内转化为生物态微量矿质元素，利于人体吸收，因此使黄粉虫成为具有保健功能的食品原料。以黄粉虫为原料制成的食品，可以补充人体所需的锌、硒等元素，有利于人类的生殖健康。所以，黄粉虫及以其制作的食品或食品添加剂是一种高级营养品，具有很高的开发和应用价值，当今天然食品中很少具有如此多样的营养优势，其主要营养成分含量详见表 1-1。另外，黄粉虫也是一种口感好、风味独特、易于被消费者接受的食品昆虫，可以烘烤、煎炸、加工成具有果仁味的蛋白饮品或酱制品、精制蛋白粉、酒精饮品等多种形式的食品或食品添加剂。

表 1-1 几种昆虫干粉中主要营养成分含量比较

类别	水分 (g/kg)	脂肪 (g/kg)	蛋白质 (g/kg)	碳水 化合物 (g/kg)	硫胺素 (g/kg)	维生素 B ₂ (g/kg)	维生素 E (g/kg)
黄粉虫Ⅲ	37	288.0	489	107	0.65	5.2	4.4
黄粉虫蛹	34	405.0	384	96	0.06	5.8	4.9
柞蚕蛹	45	280.0	570	85	0.50	62.0	35.0
蚕蛹	40	71.9	714	109	—	—	—
蝗虫	31	76.5	705	128	—	—	—

续表

类别	水分 (g/kg)	脂肪 (g/kg)	蛋白质 (g/kg)	碳水 化合物 (g/kg)	硫胺素 (g/kg)	维生素 B ₂ (g/kg)	维生素 E (g/kg)
蜂蛹	38	264.0	353	—	—	—	—
蚂蚁	41	192.0	695	—	—	—	—

三、饲用价值

黄粉虫传统的应用主要是用于特种经济动物养殖，具有“动物蛋白饲料之王”的称誉，应用十分广泛。用黄粉虫粉代替鱼粉作配合饲料，效果很好，同时也可活食鲜喂，且具百年的历史。据报道，1 千克黄粉虫的营养价值相当于 25 千克麦麸、20 千克混合饲料或 1000 千克青饲料的营养价值，被誉为“蛋白质饲料宝库”，是饲养蝎子、蜈蚣、毒蜘蛛、家禽、黄鳝、鱼类、牛蛙、娃娃鱼、蛇和鸟类等一些经济价值较高的特种经济动物养殖的理想高蛋白饲料。

黄粉虫作为饲料的应用是十分成功的，据近年来的报道，用黄粉虫饲养的牛蛙生长速度超过饲喂蚯蚓、蝇蛆及其他昆虫的效果。不仅生长快、成活率高，而且抗病力强，繁殖力高。其不饱和脂肪酸和蛋白质含量，氨基酸含量及其合理比例，微量矿质元素含量均优于鱼粉。幼虫无需加工处理，可以活体直接饲喂，这样还有利于其体内活性物质不被破坏，有利于动物的生长、发育和繁殖，对动物生长的促进作用是其他饲料不能比拟的。黄粉虫也可作为一般畜禽的饲料添加剂，加入复合饲料中替代鱼粉，提高饲料的蛋白含量和不饱和脂肪酸含量，这样可获得更佳的饲养效果，大大提高产品的品质。

据文献报道，用黄粉虫喂养的雏禽生长发育快，产卵期提前，

繁殖率及成活率都有提高,而且其抗病能力也得到显著增强。如用黄粉虫养鳖效果就十分理想,黄粉虫蛋白质含量相当高,其蛋白总量接近黄粉虫干重的50%以上,而鳖所需的最佳饲料蛋白含量至少要求在40%~50%之间,因此黄粉虫就成为了养鳖的最廉价的优质饲料。从表1-1昆虫干粉中部分营养成分含量表中还可看出,鳖对饲料的脂肪及热量的需求也与黄粉虫的含量相当。以鲜活黄粉虫喂鳖可补充多种维生素、微量矿质元素及植物饲料中缺乏的多种营养成分,可提高鳖的生活力和抗病能力。所以黄粉虫是人工养鳖较理想的优质廉价的饲料。由于我国是饲养大国,也是饲料消耗和生产大国,饲料添加剂需求量巨大。据饲料协会提供的资料表明,蛋白饲料添加剂全国每年需求量为2000万吨,目前仅能满足需求量的40%,可见黄粉虫的养殖前景十分可观。

此外,黄粉虫可提供高效优质生物有机肥料,改善土壤结构,促进种植业的发展,其粪便经化验分析含氮3.37%,磷1.04%,钾1.4%,并含锌、硼、锰、镁、铜7种微量矿质元素,有机质含量达80%以上,施用以虫粪为主要原料的高效生物有机肥不仅能肥沃土壤,提高农作物产量,保证农产品品质,还能降低农业生产成本,改善土壤结构,改善农业生态环境,促进种植业的可持续发展。

第二节 黄粉虫的利用概况

进入新世纪,环境、资源、人口问题越来越突出,成为了人类可持续发展的严重障碍。蛋白质的短缺,亦是一个全球性的问题。且不讲人类的需求,仅对畜牧业来说,动物性饲料蛋白是制约畜牧业发展的关键因素。我国畜牧业目前正处于一个适应社会需求,迅速发展的时期,对优质动物性蛋白饲料的需求量愈来愈大。传统的饲料蛋白来源主要是动物性肉骨粉、鱼粉和微生物单细胞蛋白。对

于来自于昆虫的蛋白质尚未得到广泛开发与应用。肉骨粉由于易携带病毒和细菌等病原微生物,同时肉骨粉也可能来源了有病的甚至病死的牲畜,所以在牲畜之间极易传染病原,对牲畜的健康饲养存在一定威胁。如国际上对人类健康和牲畜安全影响巨大的“疯牛病”“口蹄疫”即与肉骨粉污染有关。而国际上优质鱼粉的产量每年正以 9.6% 的幅度下降,单细胞蛋白提取成本过高。畜牧业持续、稳定、健康、高效的发展,急需寻求新型、安全、成本低廉、易于生产的优质动物性蛋白饲料。因而,目前许多国家已将人工饲养昆虫作为解决蛋白饲料来源的主攻方向,黄粉虫的开发即是其突出代表之一,一方面它可以直接为人类提供蛋白;另一方面也可作为新型蛋白质饲料的来源。我国近年来,在这方面的研究已取得了较大的成果,尤其对蝇蛆、黄粉虫等大量繁殖及其蛋白开发方面取得了大量好的成果,其生产技术也已成熟,可用于工厂化生产。蝇蛆、黄粉虫等昆虫不饱和脂肪酸和蛋白质含量高、营养成分全面、比例合理,是可再生资源,且资金投入少、成本低、见效快、技术成熟,开发前景十分可观。

一、黄粉虫在食品行业上的应用

黄粉虫在食品开发方面已越来越受到人们的重视和喜爱,直接食用的有速冻黄粉虫、油炸黄粉虫等,其做法简单,营养丰富,风味独特。黄粉虫经排杂处理,再经消毒、固定、烘干后磨成粉,称为“汉虾粉”,可用做食品原料或添加剂。据报道,膨化食品中加入 5% 的“汉虾粉”可使膨化食品香酥可口,营养丰富。在饼干中加入 7% 的“汉虾粉”,可提高饼干的蛋白含量并使其味美可口。而将经过除杂的黄粉虫打浆磨汁,滤去表皮及碎片,以汁液调配成风味饮料或将浆汁干燥成粉调配成冲剂,其蛋白质含量可达 10% 以上,口味属果仁香型,风味独特。目前市场上的几丁质产品多是从虾、蟹壳中提取的。虾壳、蟹壳中含有大量的石灰质及蜡质,几

丁质含量仅为4%~6%，生产工艺较复杂。昆虫外骨骼石灰质及蜡质含量较低，几丁质含量高达20%~40%，提取较容易，产品质量高，在药品、保健品、食品、化妆品、纺织品或农林果蔬添加剂等制造业中具有诸多的用途。近年来，有的学者在研究利用黄粉虫的表皮提取几丁质和几丁聚糖。几丁质又称甲壳质，为乙酰氨基葡萄糖多聚体，广泛存在于菌类、甲壳动物外壳、低等植物和高等植物细胞壁。几丁聚糖又称壳聚糖，是几丁质脱乙酰基产物。几丁质和几丁聚糖均有广泛的用途，有降低人体胆固醇、提高机体免疫能力、调节血压和预防糖尿病等作用，可用来制作具有活化细胞、抗菌、止血作用的人工皮肤，可作为食品乳化剂、稳定剂、澄清剂和防腐剂等，还可在制造具有防腐、抑菌、抗过敏作用的纺织品中发挥作用。

黄粉虫的蛋白质含量高，氨基酸全面而丰富，已有人利用黄粉虫的蛋白粉或氨基酸营养液加工成各种食品，如“黄粉虫清蛋糕”、“黄粉虫虫浆粉”、“黄粉虫发酵型蛋白饮料”、“虫浆粉馒头”等。还有人提取出黄粉虫油脂，用作高能烹饪食用油。黄粉虫也用于开发保健品及药品。黄粉虫作为绿色食品，既能提高人体免疫力，同时又具有延缓衰老、抗疲劳及降血脂和促进胆固醇代谢等功能。

黄粉虫蛹也可以食用，成为人们餐桌上的美味佳肴。陈彤(2000)对黄粉虫人工食品加工技术作了初步的研究，提出了黄粉虫的几种食用方式：①油炸全虫，其味香酥可口；②将活蛹投入酒中，浸泡制成纯蛹酒，营养十分丰富；③将老熟幼虫和蛹磨成浆，成为全脂浆粉，可直接食用或作为食品添加剂。目前用黄粉虫蛹水解蛋白发酵营养液的研制方法，采用酶解法，水解黄粉虫蛹蛋白，水解后进行发酵，最终制得了一种营养丰富的发酵饮料。另外还有黄粉虫氨基酸虫酒，煎饼、面条、汉虾粉、饼干等系列产品，为黄粉虫的开发提供了一条可行途径。

从黄粉虫蛹的脂肪质量看，主要由C₁₆—C₁₈的脂肪酸组成，并

且不饱和脂肪酸所占比例高，不饱和脂肪酸与饱和脂肪酸的比值高达 2.8:1，超过一般推荐值 (2:1)，特别是油酸和亚油酸的含量很高，均超过所有参比的畜禽类及鱼类食品。可见，黄粉虫的脂肪是比较理想的食用脂肪，尤其对于成长期的青少年十分适用，同时也可提纯作医用和化妆品用脂肪。黄粉虫脂肪能提高皮肤的抗皱功能，对皮肤疾病也具有一定的治疗和缓解症状的作用，是一种值得研究和开发的具有巨大潜在价值的理想产品。

二、黄粉虫在饲料工业上的应用

当黄粉虫长到 2~3 厘米时，除筛选良种留用外，其余均可作为饲料使用。使用时，可直接将活虫饲喂家畜和特种水产，也可将黄粉虫加工成粉或浆，拌入饲料中。还可将黄粉虫制成干粉，它不仅是肉食动物最理想的高蛋白饲料，还可以取代价格昂贵的进口鱼粉。黄粉虫用作饲料是一项低投入、高产出、高效益的生产项目。此外，虫粪既可用作饲料辅助添加剂，又是一种高效生物有机肥，可用作蔬菜等农作物或各种花卉的专用肥。黄粉虫粪便经化验分析含氮 3.37%，磷 1.04%，钾 1.4%，并含锌、硼、锰、铁、镁、钙、铜 7 种微量矿质元素。施用以虫粪沙为主要原料的高效生物有机肥不仅能肥沃土壤，提高农作物产量，保证农产品品质，还能降低农业生产成本，改善土壤结构，改善农业生态环境，促进种植业的可持续发展，而且虫粪沙作为猪饲料，可以改善猪肉品质，提高猪肉鲜味。

饲养试验表明，用黄粉虫作为饲料，可使动物生长速度加快、繁殖量增大、抗病力增强、存活率提高。据报道，用 3%~6% 的鲜黄粉虫代替等量鱼粉饲喂肉鸡，增重速度提高 13%，饲料报酬提高 23%。用黄粉虫虫粉喂养猪，皮毛光滑，肤色红润，长膘快，饲养周期可缩短约 1 个月。用黄粉虫虫粉代替鱼粉饲养肉仔鸡，效果很好，结果显示：在饲料中添加 3% 的黄粉虫虫粉，肉仔鸡生长

性能与鱼粉的效果接近,但经济效益显著提高,也可活食鲜喂。黄粉虫是蜘蛛、蝎子、蜈蚣、鱼、龟、黄鳝、罗非鱼、牛蛙、娃娃鱼、蛇等特种经济动物的理想蛋白饲料。在饲料中添加黄粉虫的新鲜幼虫、蛹及其已死的成虫和代谢物,不影响胡子鲶鱼的成活率,可以代替鱼粉应用于养殖业。就饲喂黄粉虫对胡子鲶鱼苗品质和血液生化指标的影响试验证实,添加黄粉虫使鱼体粗蛋白、粗脂肪、钙、磷含量有不同程度提高,同时也可提高鱼体血清总蛋白,降低胆固醇,但血磷、血钙与对照组无显著差异。由于鱼类摄食方式多为吞食,所以投喂的虫体不宜过大,每次投喂的量不宜过多,以防止短时间内吃不完而腐败,同时也必须注意将每天没吃完已死亡的黄粉虫清除,以防影响水质而导致鱼类疾病的发生。

三、黄粉虫提取物的应用

目前黄粉虫直接作为食物还难以被大多数人所接受,因此开发其深加工产品就显得尤为重要。如提取其蛋白质或制成氨基酸用于化妆品、食品或药品将是一条有效的开发途径。根据前人报道,提取蛋白质的工艺流程的基本步骤总结如下:幼虫、杀灭、烘干脱色、脱臭、洗涤、破碎、提取、烘干。用碱提法提取虫蛋白的适宜条件为:碱液浓度为1%、抽提时间为1.5小时、抽提温度为80℃、固液比为1:10。盐提法较为理想的条件为:离子强度0.9、抽提温度为40℃、抽提时间为3小时、固液比为1:9。通过对蛋白质产量和提取率的比较,得出盐提法优于碱提法。氨基酸分析结果表明盐提法所得的蛋白粉,氨基酸含量高于脱脂虫粉,各种必需氨基酸含量符合WHO/FAO标准。用盐提法从黄粉虫干粉中提取蛋白质,可得到94.3%的蛋白质供人们食用,还可以提取氨基酸、脂肪和几丁质等物质供人们利用。用0.5%胰蛋白酶+0.25%胰凝乳蛋白酶的组合,固液比1:3,温度60℃,pH值7,时间为7小时。热浸提条件为100℃处理30分钟最佳。酶水解后的黄粉虫蛋

白液，具有特殊的香气，但同时也存有一定异味，可加入适量蜂蜜掩盖其异味，用 β -环状糊精的包埋或者加发酵剂进行发酵等方法处理，适当调整口感，可制成口味较好、营养丰富的具有保健功能的复合氨基酸口服液。

在黄粉虫的养殖过程中，可以收集黄粉虫脱下的外皮。若养殖规模达到一定程度，可集中收集黄粉虫外皮加以加工利用，提取壳聚糖。在黄粉虫的养殖过程中，损伤的蛹及未羽化成成虫的蛹壳和老死的成虫也可用来提取壳聚糖。壳聚糖具有多方面的用途：可作冷冻食品和室温存放的增稠剂和稳定剂；在医药上，可制作手术线、人造皮肤等；也可用于处理废水；用作化妆品添加剂，保护皮肤，固定发型；水果、蔬菜、农产品的保鲜剂；用于农药，防治植物病害。目前黄粉虫的研究和开发利用在国内还处于初级阶段。

黄粉虫表皮中还含有几丁质和几丁聚糖，既有降低血压的作用，还可用来制作具有活化细胞、抗菌和止血作用的人工皮肤及食品乳化剂、稳定剂、澄清剂和防腐剂等。总体来看，黄粉虫在食品中的应用还有待于进一步的开发。除了发展传统的加工品外，还要加快医疗、滋补保健品的开发步伐。主要先通过进一步对黄粉虫营养成分的功能作用机制及安全性进行深入分析，继而开发出具有影响力的保健功能食品。

四、医疗保健方面

1. 开发保健食用油

黄粉虫油含有丰富的不饱和脂肪酸和必需脂肪酸，其中以油酸和亚油酸含量最丰富。已知油酸和亚油酸具有降低血清胆固醇、甘油三酯和低密度脂蛋白胆固醇的功能。因此，黄粉虫油既是优质的食用油、保健品添加用油和化妆品添加剂，还可用于制备降低血液胆固醇的药物。根据黄粉虫体内油酸和亚油酸含量丰富的特点，研究者发现了黄粉虫幼虫对正常迪卡公鸡和高血脂大鼠具有良好的降