

内部技术资料

仅供参考

黑水虻虫粉在水产饲料中的应用介绍

一、产品概况

黑水虻 (*Hermetia illucens*) 幼虫富含蛋白质和油脂, 兼具食性广、繁殖力强和营养均衡等特点, 是潜力巨大的新型蛋白饲料资源, 在水产饲料中应用前景广阔。其幼虫粗蛋白含量介于鱼粉与豆粕之间, 富含必需氨基酸、月桂酸及抗菌肽等活性成分。

黑水虻虫粉是将黑水虻老熟幼虫经烘干、粉碎等工艺加工制成的饲料原料。根据不同加工方式, 可分为脱脂虫粉和全脂虫粉两种产品形态。脱脂虫粉经物理压榨或低温萃取去除部分脂肪, 蛋白质含量更高; 全脂虫粉则保留了虫体的天然脂肪组成。两种产品均可作为水产饲料中鱼粉、豆粕等传统蛋白源的部分替代原料使用。

在水产饲料中, 黑水虻脱脂虫粉可替代 30%~75% 鱼粉, 全脂虫粉适宜替代 11.60%~50.00% 鱼粉。使用黑水虻幼虫粉替代鱼粉和豆粕等传统蛋白源, 已被多项研究证实可在优化饲料配方方面发挥作用。

二、营养组成

黑水虻幼虫粉含有丰富的营养成分, 包括蛋白质、脂类、多种氨基酸以及钙质、壳聚糖、抗菌肽和几丁质等。

不同研究中黑水虻幼虫粉的营养成分存在一定差异。Cummins 等实验中的黑水虻幼虫粉含粗蛋白质 52.03%, 粗脂肪 15.10%; 胡俊茹等实验中的黑水虻幼虫粉含粗蛋白质 40.85%, 粗脂肪 31.16%。总体而言, 黑水虻幼虫粉的粗蛋白含量在 40%~52% 之间, 是一种优质的蛋白来源。

除了常规营养成分外, 黑水虻幼虫还含有多种生物活性物质, 如甲壳素、抗菌肽、功能性脂肪酸和溶菌酶等。黑水虻幼虫肠道微生物种类庞杂, 其中含有多钟有益微生物菌株。这些成分使得黑水虻虫粉不仅是一种蛋白原料, 也是一种含有天然活性物质的饲料原料。

三、在水产饲料中的应用研究

近年来, 国内外围绕黑水虻虫粉在水产饲料中的应用开展了大量研究, 涵盖团头鲂、罗非鱼、杂交鳢、镜鲤、凡纳滨对虾等多个养殖品种。

(一) 团头鲂

中国水产科学研究院淡水渔业研究中心以团头鲂幼鱼为试验对象, 开展了为期 10 周的黑水虻幼虫粉饲料替代饲养试验。结果显示, 饲料中添加 9% 黑水

虹幼虫粉可替代 30%豆粕、61%豆油。研究团队从“肠道微生态—能量代谢”协同调控层面揭示了相关机理：黑水虻幼虫粉可改善肠道屏障功能，优化有益菌群结构；同时激活脂肪酸 β -氧化、三羧酸循环通路，提高线粒体供能效率与营养转化率。此外，通过封闭水体的养殖测试发现，黑水虻虫粉的添加应用可减少养殖过程中氮、磷向水体的排放。相关研究论文发表于水产养殖领域国际权威期刊《Aquaculture》(JCR 一区，影响因子 4.4)。

(二) 罗非鱼

莫庆锐等以罗非鱼幼鱼为对象，探究了黑水虻幼虫粉替代鱼粉对生长性能、肠道形态及肠道菌群的影响。试验将 240 尾罗非鱼幼鱼随机分为 4 组，分别用黑水虻幼虫粉替代 0%、15%、30%和 45%的鱼粉。结果显示，替代 30%和 45%鱼粉的试验组增重率和特定生长率显著提高，饲料系数显著降低。在肠道形态方面，替代 30%和 45%鱼粉的试验组肠道肌层厚度显著高于对照组。在肠道菌群方面，替代 30%鱼粉的试验组厚壁菌门相对丰度最高。研究表明，使用黑水虻幼虫粉替代 30%的鱼粉，可在生长性能和肠道菌群结构方面产生积极影响。

(三) 杂交鳢

谢雨桐等研究了黑水虻虫粉替代鱼粉对杂交鳢（斑鳢♀×乌鳢♂）的影响。试验设置黑水虻虫粉分别替代 7.5%、15.0%、22.5%和 30.0%鱼粉的 4 个试验组。结果显示，替代 22.5%鱼粉的试验组丙二醛含量显著低于对照组。在肠道菌群方面，各试验组衣原体门、变形菌门、螺旋体门、假单胞菌属和罗尔斯通菌属相对丰度低于对照组。研究指出，黑水虻虫粉部分替代鱼粉可在调节肠道内容物菌群结构方面发挥作用，替代量以不超过 22.5% (146.4 g/kg) 为宜。相关研究发表于《水产学报》2024 年第 11 期。

(四) 镜鲤

组织学分析显示，投喂含黑水虻饲料的镜鲤组肠道形态得到改善，包括黏膜褶皱长度、微绒毛长度和上皮内淋巴细胞密度等指标均有所增加。这表明黑水虻虫粉在肠道组织形态方面具有一定影响。

(五) 凡纳滨对虾

在凡纳滨对虾中的研究表明，添加 15%黑水虻虫粉的试验组对虾体长、体重等指标表现出积极变化。黑水虻幼虫粉可替代饲料中 20%鱼粉。

(六) 其他水产动物

- **中华鳖**：脱脂黑水虻幼虫粉替代鱼粉可在改善肝脏抗氧化能力与肠道菌群结构方面发挥作用。
- **罗氏沼虾**：10%替代组可维持较好生长性能和肠道形态。

- **鲤鱼**：添加 20%~30%黑水虻虫粉可促进体重增长。

四、应用建议

基于现有研究，提出以下使用建议：

(一) 适宜替代比例

不同水产动物对黑水虻虫粉的适宜添加比例存在差异：

动物种类	产品形态	参考替代比例	主要观察指标
团头鲂	虫粉	添加 9%（替代 30%豆粕+61%豆油）	生长性能、肠道屏障功能
罗非鱼	虫粉	替代 30%鱼粉	生长性能、肠道肌层厚度、菌群结构
杂交鳊	虫粉	替代≤22.5%鱼粉	肠道菌群结构
凡纳滨对虾	虫粉	替代 20%鱼粉	生长性能
罗氏沼虾	虫粉	10%替代	生长性能、肠道形态

(二) 注意事项

1. **因种制宜**：不同品种的适宜添加量存在差异，建议在正式使用前参考相关研究或进行小规模验证。
2. **控制添加量**：过量添加可能引起某些组织结构的变化。例如在加州鲈的研究中提示，虽然饲料中添加黑水虻幼虫粉替代鱼粉在某些血清指标方面表现出积极变化，但需注意控制添加比例。在鲤鱼的研究中也观察到，30%添加量时存在肝细胞空泡化和肠道绒毛结构改变的现象。
3. **优选产品形态**：脱脂虫粉因脂肪含量可控，更适合在高能配方中灵活调节油脂比例；全脂虫粉则保留了天然脂肪组成，可根据配方需求选择。
4. **关注产品质量**：选择来源清晰、加工规范、批次稳定的供应商，确保产品符合《饲料原料目录》要求。

五、结语

黑水虻虫粉是一种营养组成较为均衡的饲料原料，其粗蛋白含量较高，同时含有甲壳素、抗菌肽等天然活性物质。近年来大量研究表明，黑水虻虫粉可在优化水产动物肠道菌群结构、改善肠道屏障功能等方面发挥积极作用。

作为一种新型蛋白饲料资源，黑水虻虫粉在水产饲料中的应用价值正在被越来越多的研究证实。在鱼粉资源日益紧张的背景下，科学合理地使用黑水虻虫粉，既有助于缓解传统蛋白源的供给压力，也可为水产饲料配方的多元化提供新的选择。

数据与信息来源

- 1 黑水虻幼虫粉可改善肠道屏障功能、优化有益菌群结构；添加 9%可替代 30%豆粕、61%豆油 来源于：中国水产科学研究院淡水渔业研究中心研究，发表于《Aquaculture》2026 年
- 2 黑水虻虫粉部分替代鱼粉可调节杂交鳊肠道内容物菌群结构，替代量以不超过 22.5%为宜 来源于：《水产学报》2024 年第 11 期
- 3 黑水虻幼虫粉替代 30%鱼粉可改善罗非鱼生长性能、优化肠道菌群结构 来源于：《饲料研究》2026 年第 8 期
- 4 黑水虻脱脂虫粉可替代 30%~75%鱼粉，全脂虫粉适宜替代 11.60%~50.00%鱼粉 来源于：《多功能黑水虻资源在可持续动物饲料中的开发及应用》综述
- 5 黑水虻幼虫粉含粗蛋白质 40.85%~52.03% 来源于：Cummins 等、胡俊茹等研究数据
- 6 黑水虻幼虫富含蛋白质和油脂，是潜力巨大的新型蛋白饲料资源 来源于：《饲料研究》2025 年第 22 期
- 7 黑水虻幼虫含有甲壳素、抗菌肽、功能性脂肪酸和溶菌酶等生物活性物质 来源于：公开学术报道
- 8 投喂黑水虻饲料的镜鲤肠道形态得到改善，黏膜褶皱长度、微绒毛长度等指标增加 来源于：组织学分析研究
- 9 黑水虻幼虫粉可替代凡纳滨对虾饲料中 20%鱼粉 来源于：公开学术研究
- 10 黑水虻幼虫粉替代鱼粉可改善水产动物生长性能、优化肠道菌群结构 来源于：《饲料研究》综述

以上数据均引自公开学术研究及官方机构成果公告。不同研究条件下所得数据可能存在差异，具体应用时建议结合实际情况进行验证。