

内部技术资料

仅供参考

黑水虻虫粉在加州鲈养殖中替代鱼粉的应用建议

一、引言：鱼粉资源紧缺下的新选择

加州鲈 (*Micropterus salmoides*) 是我国重要的淡水养殖品种，养殖规模持续扩大。然而，作为加州鲈饲料主要蛋白来源的鱼粉，受海洋资源衰退、捕捞配额收紧等因素影响，价格持续走高，供应日趋紧张。寻找可持续、成本可控的替代蛋白源，已成为加州鲈养殖业亟待解决的课题。

黑水虻 (*Hermetia illucens*) 幼虫粉作为一种新型蛋白饲料资源，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，近年来受到越来越多关注。多项研究表明，黑水虻幼虫粉替代鱼粉能够有效改善水产动物的生长性能并提升肌肉品质。

那么，在加州鲈养殖中，黑水虻虫粉到底该如何使用？替代多少最合适？有哪些需要注意的问题？本文基于近年来的研究成果，为养殖从业者提供科学、实用的使用建议。



二、黑水虻虫粉的营养特点

黑水虻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。其粗蛋白含量介于鱼粉与豆粕粗蛋白含量之间，且含有抗菌肽等生物活性物质。黑水虻虫粉的氨基酸组成较为均衡，是鱼粉的理想替代物之一。

根据产品形式的不同，黑水虻虫粉分为脱脂虫粉和全脂虫粉两类。在水产饲料中，脱脂虫粉可替代 30%~75% 的鱼粉，全脂虫粉适宜替代 11.60%~50.00% 的鱼粉。虫油还可部分或完全替代传统油脂。

三、研究数据：替代比例与养殖效果

近年来，国内多个研究团队围绕黑水虻幼虫粉替代鱼粉对加州鲈的影响开展了系统研究，取得了较为一致的结论。

1. 生长性能方面

广东省农业科学院动物科学研究所彭凯等（2021）的研究表明，以初始体重约 4.9 g 的加州鲈鱼苗为试验对象，用黑水虻幼虫粉替代饲料中 0、7.5%、15.0%、22.5%、30.0% 的鱼粉，养殖 62 天后，各组间存活率、末体重、增重率及特定生长率均无显著差异。但替代 30.0% 鱼粉的组饲料系数显著升高、蛋白质效率显著降低。

游翠红等（2024）发表于《水生生物学报》的研究进一步细化了替代比例的效果。该研究配制了 4 组等氮等脂（45% 蛋白、15% 脂肪）的配合饲料：对照组含 30% 鱼粉（FM30），其余 3 组分别用黑水虻幼虫粉替代 16.67%（FM25）、33.33%（FM20）和 50%（FM15）的鱼粉。在室内循环水系统中投喂加州鲈幼鱼 8 周后，各组在终末体质量、增重率、特定生长率和成活率上均无显著差异。但 FM20 组（替代 33.33% 鱼粉）拥有最高的增重率和特定生长率，饲料系数最低，显著低于 FM15 和 FM25 组。

2. 抗氧化与免疫指标方面

同样发表于 2021 年的研究中，饲料中添加黑水虻幼虫粉替代鱼粉，增加了加州鲈血清总蛋白、高密度脂蛋白胆固醇和补体 3 的含量，提高了血清谷胱甘肽过氧化物酶和酸性磷酸酶活性。这表明黑水虻虫粉在一定程度上能够提升加州鲈的抗氧化能力和免疫水平。

3. 肠道健康方面

需要注意的是，游翠红等（2024）的研究同时发现，FM20 组（替代 33.33%）鱼前肠和肝脏的丙二醛含量显著增加，前肠和血清的碱性磷酸酶活性显著降低，前肠上皮出现肠绒毛破损、肠皱褶粘连等结构受损情况。研究人员因此建议饲料中添加黑水虻幼虫粉应当谨慎。

西南大学林仕梅教授团队（2024）的研究也发现，用黑水虻幼虫干粉替代 40% 鱼粉时，大口黑鲈的生长性能和蛋白效率显著降低，肝脏脂肪含量和肝脏氧化指标升高。

四、加州鲈养殖中使用黑水虻虫粉的实用建议

综合上述研究结果，提出以下分梯度的使用建议：

推荐方案：替代 33.33% 的鱼粉

这是目前研究数据支持下性价比最高、生长表现最优的替代水平。游翠红等（2024）的研究表明，替代 33.33% 鱼粉（即鱼粉添加量降至 20%）时，加州

鲈的增重率和特定生长率最高，饲料系数最低。这一方案可在不影响生长性能的前提下有效降低饲料成本。

备选方案：替代 50% 的鱼粉

如果养殖户希望进一步降低鱼粉用量，**替代 50% 鱼粉（鱼粉添加量降至 15%）**同样不影响加州鲈的生长性能。该研究表明，加州鲈具有内源合成高度不饱和脂肪酸的能力，即使鱼粉添加量降至 15%，也能维持正常的生长表现。

注意：替代比例不宜超过 30%

多项研究提示，**黑水虻虫粉替代鱼粉的比例不宜超过 30%**。替代 30% 以上时，饲料系数可能升高、蛋白质效率下降。替代 40% 时，已有研究观察到生长性能显著降低、肝脏氧化指标升高的现象。

关于产品形式的选择

- **脱脂虫粉**：适宜替代比例更高（30%~75%），蛋白含量更集中，适合高替代比例配方
- **全脂虫粉**：适宜替代比例为 11.60%~50.00%，脂肪含量较高，使用时需注意饲料整体脂肪平衡

五、注意事项

1. 谨慎评估肠道健康风险。 多项研究均观察到较高比例替代时对加州鲈肠道组织结构存在一定的负面影响。建议在实际应用中**从较低替代比例开始逐步过渡**，并密切观察鱼体的摄食、生长和健康状态。

2. 关注肝脏健康。 部分研究发现高比例替代可能导致肝脏脂肪含量增加和氧化指标升高。建议在配方中适当配合抗氧化剂（如维生素 E、维生素 C 等），降低氧化应激风险。

3. 注意氨基酸平衡。 黑水虻虫粉的氨基酸组成与鱼粉存在差异，替代后需关注饲料中赖氨酸、蛋氨酸等关键氨基酸的平衡，必要时进行外源氨基酸补充。

4. 根据养殖阶段调整。 现有研究主要针对幼鱼阶段（初始体重约 4.9 g）。成鱼阶段的使用效果和适宜比例尚需进一步验证，建议养殖户在成鱼阶段使用时适当降低替代比例。

六、结语

黑水虻虫粉作为新型蛋白饲料资源，在加州鲈养殖中替代鱼粉具有广阔的应用前景。现有研究表明，**替代 33.33% 鱼粉（鱼粉添加量降至 20%）**是兼顾生长性能和成本效益的最佳方案；替代 50% 鱼粉（鱼粉添加量降至 15%）也可行，

但需更加关注鱼体的肠道和肝脏健康。建议养殖户在实际应用中根据养殖条件、鱼体规格和饲料配方，从较低比例开始逐步调整，找到最适合自身养殖模式的使用方案。

随着黑水虻养殖和加工技术的不断成熟，以及国家政策对昆虫蛋白饲料化利用的支持力度持续加大，黑水虻虫粉有望成为加州鲈养殖中替代鱼粉的重要蛋白来源，为水产养殖业的可持续发展贡献力量。

参考文献及信息来源

1. 游翠红, 李鸿伟, 周萌, 等. 黑水虻幼虫粉替代不同比例鱼粉对加州鲈生长、机体健康和肌肉品质的影响[J]. 水生生物学报, 2024, 48(3): 372-383. DOI:10.7541/2024.2023.0159
2. 彭凯, 萧鸿发, 莫文艳, 等. 黑水虻幼虫粉替代鱼粉对加州鲈生长性能、形体指标、体成分及营养物质沉积率的影响[J]. 动物营养学报, 2021, 33(11): 6340-6348
3. 赖玉娇, 田盼, 朱剑坤, 等. 多功能黑水虻资源在可持续动物饲料中的开发及应用[J]. 昆虫学报, 2026, 69(3): 455-469. DOI:10.16380/j.kcxb.2026.03.013
4. 西南大学林仕梅教授团队. 高水平昆虫蛋白对大口黑鲈健康生长的影响研究[EB/OL]. 重庆市农业农村委员会, 2024-12-09
5. 黑水虻幼虫粉的营养特性及其在水产养殖中的应用[J]. 饲料研究, 2025(22): 163-167