



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

读书报告

陈延娜

2018年10月20日



Aquaculture 496 (2018) 79–87



Contents lists available at ScienceDirect

Aquaculture

journal homepage: www.elsevier.com/locate/aquaculture



Effects of dietary inclusion of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) meal on growth performance, feed utilization, body composition, plasma biochemical indices, selected immune parameters and antioxidant enzyme activities of mandarin fish (*Siniperca scherzeri*) juveniles



Zohreh Sankian^a, Sanaz Khosravi^a, Yi-Oh Kim^b, Sang-Min Lee^{a,*}

^a Department of Marine Biotechnology, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, South Korea

^b Department of Inland Fisheries Research Institute, Chungju 27329, South Korea

目录



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

01 前言

02 材料方法

03 结果

04 讨论

05 总结



斑鳜



1.前言

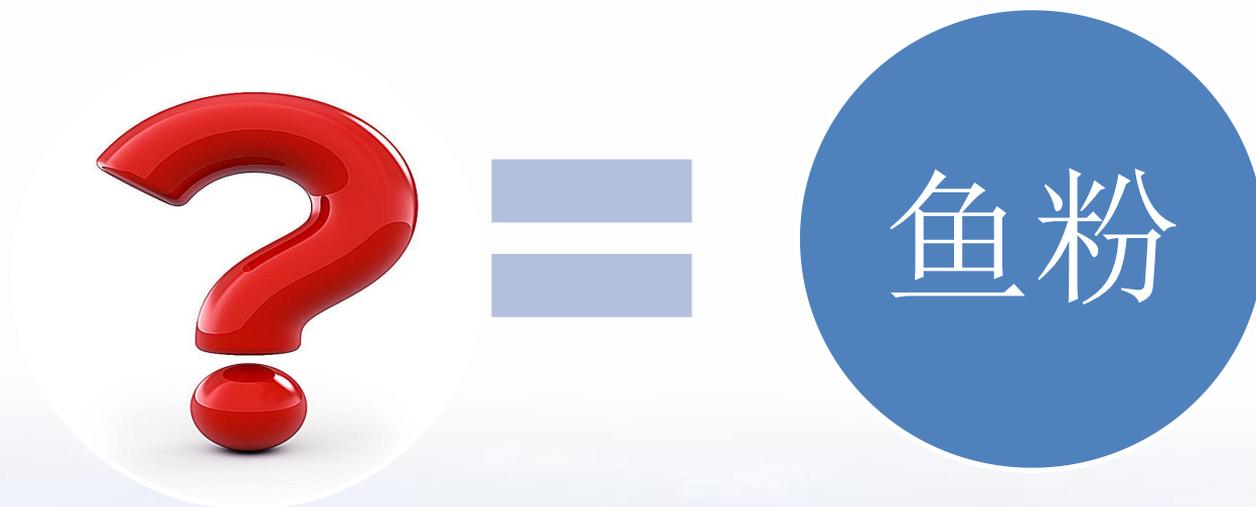


供需矛盾



1.前言

寻找鱼粉替代物迫在眉睫





1.前言



将低质量副产品、有机废物转化为高质量的饲料原料、减少环境污染问题。

黄粉虫因其在大规模生产中**经济可行、营养价值高**，这使得其成为蛋白替代物的候选者（Ghalyand Alkoaik, 2009; van Huis, 2013; Veldkamp et al., 2012）。

1.前言

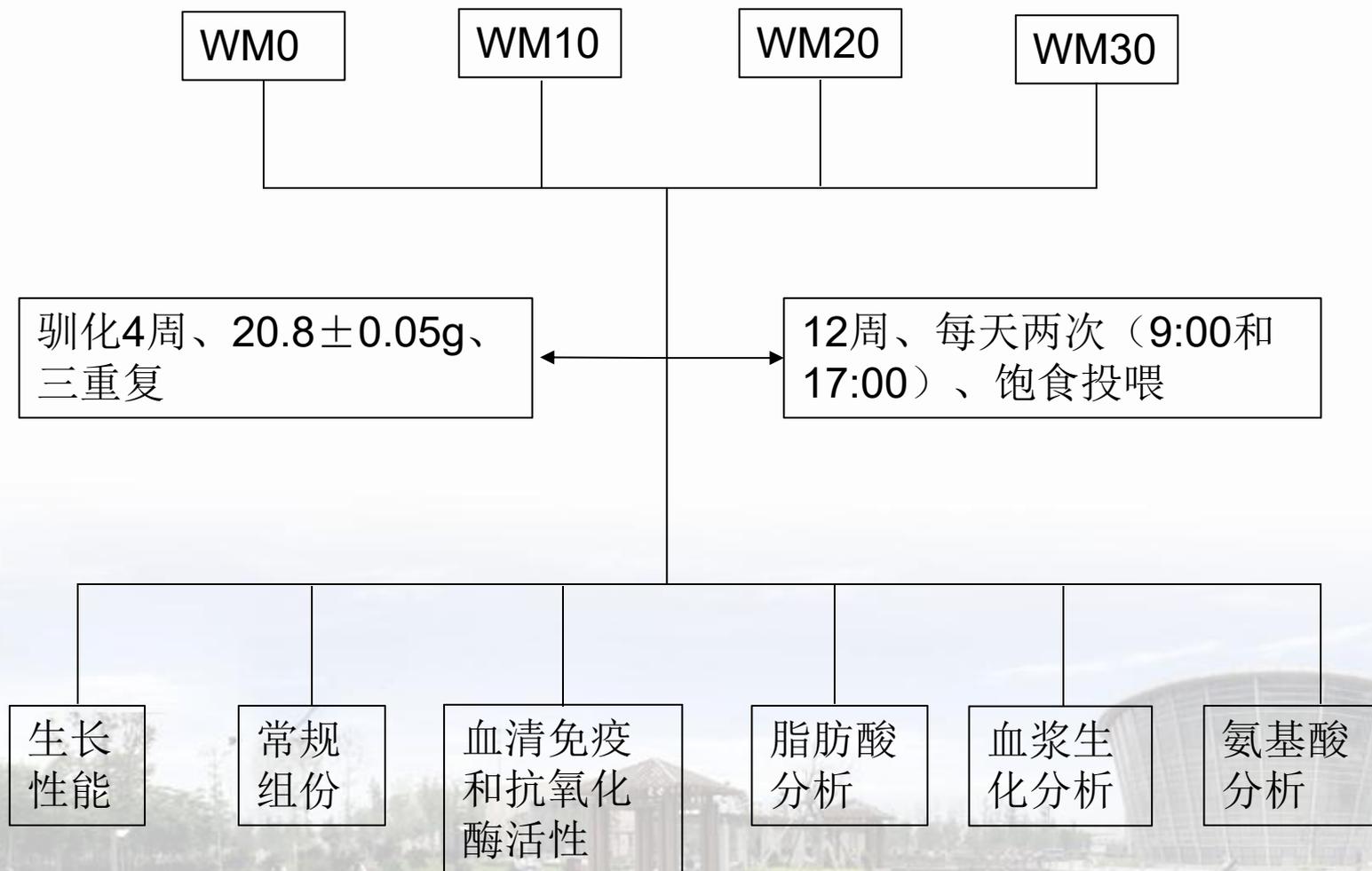
非洲鲶鱼（Ng et al., 2001）、虹鳟（Belforti et al., 2015）、罗非鱼（Sánchez-Muros et al., 2016）、欧洲鲈鱼（Gasco et al., 2016）、金头鲷（Piccolo et al., 2017）、黑鲷（Iaconisi et al., 2017）、黄鲶（Su et al., 2017）

这些研究表明：**饲料里面可以添加25%-30%的黄虫粉。**

尽管很多文献研究了日粮中不同黄粉虫添加水平对鱼类生长的影响，很少人研究添加后对鱼类健康和免疫的影响。所以，**本文的研究目的是：确定黄粉虫在斑鳊中最佳添加比例，不仅能促进生长和饲料利用率，而且要提高鱼类健康水平。**



2.材料方法





3.结果

3.1生长性能

Table 3

Growth performance, feed utilization efficiency and morphological parameters of mandarin fish fed the four experimental diets for 8 weeks.

| | Experimental diets | | | |
|---------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | WM0 | WM10 | WM20 | WM30 |
| IBW ¹ (g) | 20.9 ± 0.20 | 20.8 ± 0.15 | 20.8 ± 0.19 | 20.7 ± 0.10 |
| WG ² (%) | 172.7 ± 17.03 ^a | 210.5 ± 11.91 ^b ↑ | 211.6 ± 10.19 ^b ↑ | 184.2 ± 12.53 ^{ab} |
| SGR ³ (% /day) | 1.8 ± 0.12 ^a | 2.0 ± 0.07 ^b ↑ | 2.0 ± 0.06 ^b ↑ | 1.9 ± 0.08 ^{ab} |
| DFT ⁴ (%) | 1.2 ± 0.12 | 1.4 ± 0.19 | 1.3 ± 0.24 | 1.5 ± 0.07 |
| FE ⁵ (%) 饲料效率 | 63.4 ± 21.99 ^a | 91.4 ± 3.80 ^{ab} | 103.7 ± 17.75 ^b ↑ | 75.0 ± 5.00 ^{ab} |
| PER ⁶ 蛋白质效率 | 1.3 ± 0.43 ^a | 1.8 ± 0.07 ^{ab} | 2.0 ± 0.35 ^b ↑ | 1.4 ± 0.10 ^{ab} |
| FCR ⁷ | 1.7 ± 0.54 ^b | 1.1 ± 0.05 ^a | 1.0 ± 0.16 ^a | 1.3 ± 0.09 ^{ab} |
| PR ⁸ 蛋白质 | 21.0 ± 9.91 ^a | 36.5 ± 4.94 ^{ab} | 41.0 ± 5.86 ^b ↑ | 29.8 ± 1.52 ^{ab} |
| LR ⁸ 脂质保留率 | 38.0 ± 8.91 ^a | 49.2 ± 2.90 ^{ab} | 54.5 ± 8.10 ^b ↑ | 38.3 ± 0.98 ^a |
| Survival (%) | 80.4 ± 6.42 | 86.7 ± 15.28 | 86.7 ± 11.55 | 90.0 ± 0.00 |
| CF ⁹ | 1.0 ± 0.01 | 1.1 ± 0.01 | 1.1 ± 0.04 | 1.1 ± 0.02 |
| HSI ¹⁰ | 2.0 ± 0.20 | 2.0 ± 0.14 | 2.0 ± 0.14 | 2. ± 0.04 |
| VSI ¹¹ | 8.3 ± 0.45 | 9.2 ± 0.49 | 8.9 ± 0.24 | 8.7 ± 0.47 |

4.讨论

- ◆ 日粮中添加黄粉虫促进生长的原因之一归因于鱼类养分利用效率的提高，因为日粮中存在几丁质，它能调节胃肠道微生物菌（Alegbeleye et al., 2012）。
- ◆ 还有人提出低水平的几丁质可以通过选择性地增强有益细菌在胃肠道中的生长，从而改善宿主健康并促进消化功能（Suzer et al., 2008; Munir et al., 2016）。
- ◆ 当几丁质超过一定水平时，鱼类的生长速度降低，可能是因为高几丁质含量干扰了其他营养素的消化和吸收（Alegbeleye et al., 2012）。



3.结果

3.2血清指标

Table 4

Plasma biochemical parameters of mandarin fish fed the four experimental diets for 8 weeks.

| | Experimental diets | | | |
|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | WM0 | WM10 | WM20 | WM30 |
| TP ¹ | 3.4 ± 0.12 | 3.3 ± 0.33 | 3.4 ± 0.35 | 3.5 ± 0.03 |
| TG ² | 180.0 ± 13.90 | 171.8 ± 24.01 | 175.2 ± 9.49 | 162.3 ± 23.27 |
| TCHO ³ | 442.8 ± 25.71 ^b | 365.8 ± 14.38 ^{ab} | 301.1 ± 16.26 ^{ab} | 205.7 ± 58.92 ^a |
| AST ⁴ | 55.2 ± 3.09 | 59.7 ± 11.02 | 68.8 ± 16.06 | 87.8 ± 7.17 |
| ALT ⁵ | 5.8 ± 0.44 | 8.7 ± 1.09 | 11.5 ± 3.28 | 9.8 ± 1.30 |
| ALB ⁶ | 0.5 ± 0.04 | 0.5 ± 0.03 | 0.5 ± 0.07 | 0.5 ± 0.01 |
| ALP ⁷ | 258.3 ± 4.64 | 272.7 ± 40.63 | 290.2 ± 31.05 | 308.3 ± 20.05 |

4.讨论

- ◆ 在**鲤鱼**饲料中添加高蚕蛹后，血清TCHO、HDL-C和LDL-C的量呈现**下降趋势**（Ji et al., 2015）；此外还发现，**欧洲鲈鱼**血浆中TCHO含量随着蚕蛹添加量的增加而**下降**（Magalhães et al. 2017）。
- ◆ 这可能归因于昆虫粕中几丁质的存在，研究表明：几丁质及其衍生物能够阻断**胆汁酸的肝肠循环、脂肪的消化和吸收、脂肪酸的合成**（Koide, 1998; Xia et al., 2010）。所以作者推测该结论可能与日粮中几丁质含量增加有关。



3.结果

3.3常规组份

Table 5

Whole body proximate composition of mandarin fish fed the four experimental diets for 8 weeks (% wet weight).

| | Experimental diets | | | |
|---------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| | WM0 | WM10 | WM20 | WM30 |
| Moisture | 70.3 ± 0.36 | 70.3 ± 0.63 | 68.0 ± 1.28 | 69.9 ± 0.42 |
| Crude protein | 18.1 ± 0.58 | 18.6 ± 0.78 | 18.4 ± 0.37 | 17.9 ± 0.67 |
| Crude lipid | 6.5 ± 0.77 | 6.7 ± 0.86 | 6.6 ± 0.71 | 6.0 ± 0.51 |
| Ash | 5.0 ± 0.30 | 4.7 ± 0.11 | 4.9 ± 0.38 | 5.3 ± 0.05 |

| Proximate composition (% wet weight) | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Moisture | 77.1 ± 0.45 | 74.7 ± 1.53 | 75.4 ± 1.43 | 75.9 ± 1.10 |
| Crude protein | 20.1 ± 1.05 | 20.9 ± 0.38 | 20.1 ± 0.93 | 19.9 ± 0.46 |
| Crude lipid | 1.9 ± 0.45 | 1.8 ± 0.73 | 1.9 ± 0.18 | 1.8 ± 0.15 |
| Ash | 1.3 ± 0.08 | 1.3 ± 0.10 | 1.3 ± 0.04 | 1.4 ± 0.01 |

4.讨论

- ◆ 研究表明，昆虫粉对血浆中其他指标没有产生显著影响，说明鱼类**生长状况良好且没有器官衰竭的迹象**，这与全鱼和肌肉成分组成没有显著变化的结果相呼应。
- ◆ 作者推测：如果机体受到对自身营养代谢不利影响时，并不会显示在机体组分中，可能是由于**内源性或外源性因素**的补偿作用。

4.讨论

- ◆ (Belforti et al., 2015)、(Ji et al., 2015)、(Gasco et al., 2016) 发现黄粉虫对鱼体组分**产生影响**，与本人的研究结果相矛盾。
- ◆ 但是，(Devic et al., 2017)、(Iaconisi et al 2017)、(Katya et al., 2017) 发现黄粉虫对鱼体组分**没有产生影响**。
- ◆ 这些研究之间的差异可能归因于黄粉虫**替代水平不同或所使用的鱼类模型不同**。



3.结果

3.4必需氨基酸

Experimental diets

| | WM0 | WM10 | WM20 | WM30 |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Essential amino acid (% protein) | | | | |
| Arg | 6.5 ± 0.03 | 6.4 ± 0.21 | 6.5 ± 0.14 | 6.4 ± 0.09 |
| His | 2.5 ± 0.01 | 2.6 ± 0.06 | 2.6 ± 0.02 | 2.6 ± 0.04 |
| Ile | 4.5 ± 0.02 | 4.5 ± 0.09 | 4.4 ± 0.03 | 4.4 ± 0.02 |
| Leu | 8.9 ± 0.01 | 8.8 ± 0.26 | 8.9 ± 0.10 | 8.9 ± 0.12 |
| Lys | 10.3 ± 0.02 | 10.1 ± 0.26 | 10.1 ± 0.10 | 10.2 ± 0.10 |
| Met | 3.3 ± 0.01 | 3.3 ± 0.13 | 3.3 ± 0.02 | 3.3 ± 0.04 |
| Phe | 4.8 ± 0.02 | 4.7 ± 0.14 | 4.7 ± 0.08 | 4.8 ± 0.03 |
| Thr | 4.8 ± 0.02 | 4.8 ± 0.13 | 4.8 ± 0.07 | 4.8 ± 0.09 |
| Val | 5.0 ± 0.03 | 4.9 ± 0.09 | 4.9 ± 0.04 | 4.9 ± 0.06 |



3.结果

3.4脂肪酸组成

Experimental diets

| | WM0 | WM10 | WM20 | WM30 |
|--|-----|------|------|------|
|--|-----|------|------|------|

Fatty acids (% total fatty acids)

| | | | | |
|---------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| C14:0 肉豆蔻酸 | 1.3 ± 0.03 ^a | 1.5 ± 0.09 ^{ab} | 1.7 ± 0.07 ^b | 2.1 ± 0.13 ^c |
| C16:0 棕榈酸 | 17.6 ± 0.33 ^a | 17.9 ± 0.29 ^{ab} | 17.6 ± 0.16 ^a | 18.4 ± 0.32 ^b |
| C18:0 硬脂酸 | 5.4 ± 0.09 ^a | 5.9 ± 0.23 ^{ab} | 5.6 ± 0.33 ^a | 6.3 ± 0.21 ^b |
| C16:1n-7 棕榈油酸 | 2.1 ± 0.10 ^a | 2.5 ± 0.11 ^b | 2.4 ± 0.04 ^b | 2.5 ± 0.08 ^b |
| C18:1n-9 油酸 | 22.7 ± 0.52 ^a | 24.5 ± 0.50 ^b | 27.0 ± 0.36 ^c | 29.7 ± 1.01 ^d |
| C18:2n-6 亚油酸 | 21.0 ± 0.40 ^a | 24.7 ± 0.38 ^b | 25.9 ± 0.15 ^c | 28.2 ± 0.53 ^d |
| C20:4n-6 | 0.9 ± 0.05 | 0.8 ± 0.14 | 0.8 ± 0.03 | 0.90 ± 0.04 |
| C18:3n-3 | 2.3 ± 0.05 | 2.2 ± 0.05 | 2.3 ± 0.11 | 2.2 ± 0.16 |
| C20:5n-3 EPA | 5.1 ± 0.04 | 5.0 ± 0.17 | 5.0 ± 0.01 | 5.0 ± 0.09 |
| C22:6n-3 DHA | 10.2 ± 0.35 | 10.2 ± 0.58 | 10.0 ± 0.47 | 9.6 ± 0.56 |

4.讨论

- ◆ 与对照组相比鱼肉中肉豆蔻酸，棕榈酸，硬脂酸，棕榈油酸，油酸和亚油酸含量显著增加，**但EPA，DHA的含量减少**，在罗非鱼（SánchezMuros et al., 2016）、黑点鲷(laconisi et al., 2017)、虹鳟(Belforti et al., 2015; laconisi et al., 2017) 也报道过类似的结果。
- ◆ 但是鱼片中的EPA、DHA高于日粮中的量，这表明他们对鱼的重要学意义（Turchini et al., 2010），研究表明n-3多不饱和脂肪酸有选择性保留和沉积的现象，特别是当鱼饲喂低脂肪酸时，因为鱼类能够通过一系列去饱和延伸反应将c18PUFA转化为其长链（LC）PUFA（Turchini et al., 2010）。

3.结果

3.5血清免疫参数和抗氧化酶活性

Table 7

Immune parameters and antioxidant enzyme activities of mandarin fish fed the four experimental diets for 8 weeks.

| | Experimental diets | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| | WM0 | WM10 | WM20 | WM30 |
| MPO ¹ | 0.7 ± 0.21 | 0.6 ± 0.07 | 0.7 ± 0.14 | 0.7 ± 0.04 |
| Lysozyme ² | 274.5 ± 19.78 ^a | 352.4 ± 33.92 ^{ab} | 369.0 ± 17.01 ^{ab} | 380.7 ± 64.01 ^b |
| Tlg ³ | 16.5 ± 2.10 | 20.2 ± 2.18 | 20.0 ± 5.48 | 19.8 ± 2.68 |
| SOD ⁴ | 25.7 ± 8.09 | 27.8 ± 8.85 | 30.2 ± 3.79 | 32.1 ± 9.96 |
| GPx ⁵ | 18.9 ± 8.77 ^a | 24.8 ± 7.42 ^{ab} | 41.9 ± 11.67 ^{ab} | 56.8 ± 14.49 ^b |

过氧化物酶

溶菌酶

总免疫球蛋白

超氧化物歧化酶

谷胱甘肽过氧化物酶

4.讨论

- ◆ 黄粉虫提高了斑鳊的**免疫能力和抗氧化酶活力**，在其他鱼类中也有类似的结果（Henry et al., 2018）；研究表明，**甲壳素**具有免疫刺激作用(Esteban et al., 2001），并且可以增强对传染病的抵抗力（Shanthi Mari et al., 2014）。

5.总结

替代后的优点

- ◆与没有添加黄粉虫实验组相比，黄粉虫添加组的幼鱼长得更快且提高饲料利用率。
- ◆在饲料中添加黄粉虫对机体免疫反应和抗氧化性能产生积极影响。

替代后的缺点

- ◆黄粉虫替代组的鱼片含有较高水平的饱和脂肪酸和单不饱和脂肪酸，n-3PUFA 的水平较低。

5.总结

意义

有助于为水产饲料生产者提供一种配方参考，从而加快开发健康、经济的饲料，最终促进水产养殖业的可持续发展。



河南师范大学

HENAN NORMAL UNIVERSITY

厚德博学·止于至善

恳请各位专家批评指正

