

异育银鲫对鱼粉等11种饲料中磷的利用率

叶军 贺锡勤

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要 于1988年,以三氧化二铬间接指示法,在水温 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下,测定了平均体重为 $55\pm 5\text{g}$ /尾的异育银鲫对鱼粉、肉骨粉、芝麻饼、虾粉、骨粉、菜籽饼、玉米粉、脱氟磷酸氢钙、磷酸二氢钙、磷酸氢钙、磷酸钙的表观消化吸收率。结果表明:异育银鲫对第一、第二、第三磷酸钙的消化吸收率是不同的,分别为81%,65%和32%,此顺序与其溶解性由大到小的顺序一致;在所测试的八种商品饲料中,对骨粉、虾粉和菜籽饼中磷的表观消化吸收率较高,分别为65%,68%和65%;对鱼粉、芝麻饼、肉骨粉三种原料中磷的表观消化吸收率较低,分别是18%,18%和16%;玉米粉中的磷含量较低,完全不能被吸收利用。在生产实践中,可以用骨粉代替脱氟磷酸氢钙,降低饲料成本。

本实验是在1987年研究异育银鲫的钙、磷需要量基础上,用三氧化二铬间接指示法,测定异育银鲫对鱼粉等11种饲料原料中磷的表观消化吸收率,为评定这些原料的营养价值,制定异育银鲫的饲料配方提供依据。

一、材料和方法

试验用基础饲料的组成及其营养成分见表1。试验饲料用两种方式配制,一类是用鱼粉、肉骨粉、芝麻饼、虾粉、菜籽饼、玉米粉分别与基础饲料按4:6混合配制而成;另一类用骨粉、脱氟磷酸氢钙,以及磷酸二氢钙、磷酸氢钙、磷酸钙为原料,根据各自磷的含量适量地添加在基础饲料中(表2),使相应的试验饲料中磷的含量为0.89%,超出的百分比由减少相应的纤维素来平衡。在试验饲料中分别加入1%三氧化二铬,并均匀地混合,再加入适量的水分,用绞肉机加工成颗粒饲料,室温下烘干,冰箱保存备用。

试验鱼选用本所培育的2龄鱼,平均体重 $55\pm 5\text{g}$ /尾。试验在100L圆形养鱼箱进行,采用流水方式,流量为0.5L/min,水温为 $22\pm 2^{\circ}\text{C}$,溶氧 $>3\text{mg/L}$,余氯 $<0.01\text{mg/L}$, $\text{pH}=6.7-7.1$ 。每箱放养试验鱼20尾,先用基础饲料驯养一个星期,然后投喂试验饲料。每日投喂2次,投喂量为鱼体湿重的3.5%。试验设平行组,但由于收集的粪便量不够,故将平行组粪便量合并处理。粪便的收集均采用体外虹吸收集法,投喂后即开始收集粪便,然后每隔半小时收集一次,以尽量减少粪便中无机磷和三氧化二铬的散失。将收集的粪便样品于室温下风干,烤箱干燥,分别测定其水分、无机磷、三氧化二铬的含量。

表 1 试验基础饲料营养组成

Tab. 1 Basal composition of test diet

营养成分	百分比
干酪素	40
马铃薯淀粉	36
玉米油	3
鱼肝油	2
无机盐混合物 ^①	2
维生素混合物	1
羧甲基纤维素	1
纤维素	15

① 无机盐混合物包括 8 种成分 (mg/kg): NaCl, 4.408; MnSO₄ · H₂O, 0.85; FeSO₄ · 7H₂O, 0.5; MgSO₄, 3.0; KIO₃, 0.01; CuSO₄ · 5H₂O, 0.03; ZnSO₄ · 7H₂O, 0.7; CoCl₂, 0.002; KCl, 1.0。 维生素混合物包括 13 种成分 (mg/kg or IU/kg): V_{B1}, 20; V_{B2}, 20; V_{B6}, 20; V_{B12}, 0.02; V_C, 100; V_H, 1; V_E, 300; V_{K3}, 10; 烟酸, 100; 泛酸, 50; 叶酸, 5; 肌醇, 440; 氯化胆碱, 4 000; 加淀粉至 20g。

表 2 第二类试验饲料原料用量

Tab. 2 Amount of test materials used for the II type test diet

原 料	基础饲料中含量 (%)
骨粉	1.78
脱氟磷酸氢钙	1.28
磷酸二氢钙	0.98
磷酸氢钙	1.33
磷酸钙	1.20

根据测定结果计算出异育银鲫对 11 种饲料中磷的表观消化吸收率。计算试验饲料中磷的消化率公式:

$$100 - 100 \times (\text{饲料中 } Cr_2O_3 / \text{粪便中 } Cr_2O_3 \times \text{粪便中磷} / \text{饲料中磷})。$$

计算每种试验饲料中磷的消化率公式:

$$(\text{试验饲料消化率} - 0.6 \times \text{基础饲料消化率}) / 0.4。$$

二、结果和讨论

试验测得的各种饲料原料磷的含量及其表观消化利用率的结果, 见表 3。可以看出, 在所测定的 11 种商品饲料中异育银鲫对骨粉、虾粉、菜籽饼中磷的表观消化吸收率较高, 分别为 65%, 68%, 65%。对鱼粉、芝麻饼、肉骨粉三种原料中磷的表观消化吸收率较低, 分别为 18%, 18%, 16%; 玉米粉中的磷完全不被吸收利用。养殖鱼类对饲料中磷的利用率, 因磷的来源不同和鱼种类不同而异。饲料磷有动物性、植物性和矿物性之分。本试验的鱼粉、虾粉、肉骨粉中含的是动物性磷。异育银鲫对鱼粉、肉骨粉中磷的利用率很低, 分别为 18%, 16%。这可能由于原料中的磷大部分来自鳞片、骨骼组织, 其化学成分主要是羟磷灰石 $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$ ^[6], 很难被吸收利用, 因此以鱼粉为主要成分的配合饲料必须添加适量的无机磷, 这一结果与鲤鱼相同。值得注意的是, 骨粉和虾粉虽属动物性

磷,但利用率较高,分别为 65% 和 68%,其作用机制尚待进一步研究。从经济效益考虑,可以用骨粉代替脱氟磷酸氢钙,以降低饲料成本。本试验的芝麻饼、菜籽饼、玉米粉中含的是植物性磷。植物性磷主要为植酸磷。动物肠胃道中因缺乏植酸酶,因而对植物性磷的利用率很低。本试验得出异育银鲫对芝麻饼的消化吸收率仅为 18%,对玉米粉中的磷完全不能利用,与鲤^[2]、沟鲶^[1]不能有效利用谷物中磷的结果一致。异育银鲫对菜籽饼中磷的利用率较高(65%),其原因尚难于解释。

表 3 饲料原料中磷的含量与表观消化吸收率

Tab. 3 Phosphorus contents of test materials and apparent digestibilities

原 料	磷 含 量 (%)	磷的表观消化率 (%)
肉骨粉	2.62	16
虾粉	1.17	68
芝麻饼	1.19	18
菜籽饼	0.87	65
鱼粉	2.09	18
玉米粉	0.06	0
骨粉	13.46	65
脱氟磷酸氢钙		85
磷酸二氢钙		81
磷酸氢钙		65
磷酸钙		32

养殖鱼类对无机盐中磷的利用,随无机盐的形式不同表现出较大的差异。本试验测定了异育银鲫对磷酸二氢钙、磷酸氢钙、磷酸钙中磷的表观消化吸收率,分别是 81%, 65%, 32%。Ogino 等曾测定了鲤、虹鳟对这三种形式无机盐中磷的利用率,分别为 94%, 46%, 32% (鲤) 和 94%, 71%, 64% (虹鳟)^[2]。Lovell 测定沟鲶对磷酸二氢钙、磷酸氢钙的表观消化吸收率分别为 94%, 65%^[1]。Sakamoto 等对真鲷测定的结果是对三种形式的磷酸钙均有较高的利用率^[3]。从这些数据中可以看出这样一个趋势,鱼类对三种形式无机磷的利用率是随其在水中的溶解能力增大而升高的,而且对第一磷酸盐中的磷均有较高的利用率。对第二、三磷酸盐中磷的利用率则因鱼种类不同而异。沟鲶、真鲷、虹鳟、异育银鲫对第二磷酸盐中磷有较高的利用率,鲤则较低;对第三种磷酸盐中的磷除真鲷、虹鳟外,利用率均很低。虽然这些数据是每个试验者在不同条件下使用不同的方法获得的,数据之间很难进行绝对的比较。但总的来看,无胃鱼,如鲤、异育银鲫,由于其消化道不能分泌胃酸,因此对溶解性较差的磷酸盐中磷的利用率显得特别的低;而有胃鱼如虹鳟、真鲷,则相对地都都很高。

对同一种原料中磷的可利用能力也随养殖鱼种类而异,如对鱼粉中磷的利用率,本试验测得的是 18%。Ogino 测定鲤、虹鳟对白、褐色两种鱼粉的利用率分别为 18%, 24% (鲤) 和 66%, 74% (虹鳟)^[2]。Yone 等测定黑鲷对白鱼粉中磷的利用率为 29%^[4]。Watanabe 测定了非鲫对白鱼粉中磷的利用率为 65%^[5]。这种差异可能与每种鱼的消化道中消化酶活力差别有关。

参 考 文 献

- [1] Lovell, R. T., 1978. Dietary phosphorus requirement of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Trans. Am. Fish. Soc.*, **107**: 617—621.
- [2] Ogino, C., L. Takeuchi, H. Takeda et al., 1979. Availability of dietary phosphorus in carp and rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **45**(12): 1 527—1 532.
- [3] Sakamoto, S. and Y. Yone, 1979. Availabilities of phosphorus compounds as dietary sources for Red Sea Bream. *J. Fac. Agr. Kyushu Univ.* **23**: 177—184.
- [4] Yone, Y. and N. Yoshima, 1979. The utilization of phosphorus in fish meal by carp and Black Sea Bream. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **45**: 735—756.
- [5] Watanabe, T., T. Takeuchi, A. Murakami et al., 1980. The availability to *Tilapia nilotica* of phosphorus in white fish meal. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **46**(7): 897—899.
- [6] Watanabe, T., S. Satoh & T. Takeuchi, 1988. Availability of minerals in fish meal to fish. *Asian Fisheries Science* **1**: 175—195.

**PHOSPHORUS UTILIZATION RATIO FROM 11 KINDS OF
FEED FOR ALLOGYNOGENETIC CRUCIAN CARP,
CARASSIUS AURATUS GIBELIO, FINGERLING**

Ye Jun He Xiqin

(*Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072*)

ABSTRACT

Phosphorus from fish meal, meat-bone meal, sesame cake meal, shrimp meal, bone meal, rapeseed meal, corn meal, defluorite dicalcium phosphate, monobasic calcium phosphate, di-calcium phosphate, and tri-calcium phosphate were determined by using an indirect (Cr_2O_3) indicator method in 1988. The water temperature was kept at $22 \pm 2^\circ\text{C}$ and the average body weight was 55 ± 5 g.

The results indicate that the absorption rates by crucian carp of monobasic calcium phosphate, di-calcium phosphate, and tricalcium phosphate were 81%, 65% and 32%, respectively and in agreement with the descending order of solubility of these compounds. Of the 8 kinds of practical feedstuffs, the availabilities to crucian carp of phosphorus in bone meal, shrimp meal, and rapeseed cake meal were 65%, 68% and 65% respectively, and in the fish meal, sesame cake meal, and meat-bone meal were 18%, 18% and 16% respectively. The relatively low amount of phosphorus in corn meal could not be used by the fish. In the actual fishery production, bone meal can be used instead of defluorite di-calcium phosphate to reduce the cost of feed.