

团头鲂(*Megalobrama amblycephala* Yih)对 12 种 饲料原料消化率和可消化能的测定*

吴建开 雍文岳 游文章 文 华 廖朝兴 吴达辉

(中国水产科学研究院长江水产研究所, 荆沙市 434000)

摘 要 本实验以三氧化二铬为指示剂测定了一冬龄团头鲂(*Megalobrama amblycephala* Yih)对 12 种饲料原料的干物质、粗蛋白质、粗脂肪、无氮浸出物、总磷和总能量的表现消化率, 首次报道了总磷消化率和可消化能。从表现消化率和可消化能的角度评价了 12 种饲料原料的营养价值, 为开发适于团头鲂的人工配合饲料提供了科学依据。

关键词 团头鲂, 饲料原料, 表现消化率, 可消化能

前 言

鱼体组织和鱼产品是饲料营养物质和能量在鱼体内代谢和转化的产物。不同种类鱼对所摄取饲料的营养物质和能量有不同的消化吸收能力。显然, 评价饲料的营养价值以饲料中营养物质消化率和可消化能量含量为指标比其总化学成分值的了解更具实质意义。国内外学者对不同种类鱼对各种饲料营养物质消化率作了较多研究^[2,6,8~11,14~16,18~21](1),(2), 但对饲料可消化能测定报道较少, 可消化能作为鱼类最基本的生理营养指示之一, 是科学制定饲料配方和饲料质量监控的重要内容。团头鲂是我国重要养殖鱼类, 对常用饲料营养物质消化率虽已有报道^{1}, 但尚未有饲料可消化能的报道。鉴于此, 本试验采用 Cho^[10]等设计的以被测饲料原料取代一部分基础饲料的方法测定了团头鲂对 12 种饲料原料的消化率和可消化能, 旨在从消化吸收和可消化能的角度评定其营养价值, 为合理配制团头鲂日粮提供可靠的依据。

材 料 和 方 法

(一)试验饲料 基础饲料参照团头鲂有关营养标准制备, 其组成和营养成分见表 1。试验饲料以基础饲料和待测饲料原料按 7:3 比例混合, 添加 0.5%三氧化二铬混合均匀后

收稿日期: 1995-03-22。

* 本文为农业部水产重点研究课题的一部分。

(1)吴婷婷,“主要水生动物饲料检测技术”专题报告。国家“七五”科技攻关项目鉴定材料。

(2)文华等, 1992。草鱼对十一种饲料原料的表现消化率。世界华人鱼虾营养学术大会发表。

用绞肉机制成直径 2.5 毫米的颗粒饲料。风干后置于低温冰箱中备用。待测 12 种饲料原料和营养成分列于表 2。

表 1 基础饲料的组成和表现消化率

Table 1 Composition and apparent digestibility of reference diet

饲料原料 Ingredient	配比 % Composition	饲料原料 Ingredient	配比 % Composition	营养物质 Nutrient	含量% *** Composition	消化率 % Digestibility
鱼粉 Fish meal	5	精制菜油 Purified rapeseed oil	5	粗蛋白 Crude protein	31.29	87.3
豆饼 Soybean cake	18.5	混合无机盐* Mineral mixture	2	粗脂肪 Crude fat	11.92	94.5
棉仁饼 Cottonseed cake	28	混合维生素** Vitamin mixture	1	粗纤维 Crude fiber	6.53	
米糠 Rice bran	19	Cr ₂ O ₃ Xhromic oxide	0.5	粗灰分 Crude ash	8.26	
麸皮 Wheat middlings	21	总计 Total	100	总能(KJ/g) Gross energy	20.9	75.4

* MoCollum 盐 No.185 (MoCollum salt mixture No. 185)

** 依 Harlver 配方 (According to the formula proposed by Harlver)

*** 以绝干重计 (by dry weight)

表 2 饲料原料的化学成分

Table 2 Approximate composition of test ingredients

饲料原料 Ingredient	干物质 Dry matter %	粗蛋白 Crude protein %	粗脂肪 Crude fat %	粗纤维 Crude fiber %	粗灰分 Crude ash %	无氮浸出物* Nitrogenfree ex- tract %	总磷 Total phos- phorus %
血粉 Blood meal, animal	88.0	83.38	0.22		3.89		0.24
羽毛粉 Feather meal, poultry	86.9	82.18	0.23		4.02		0.03
秘鲁鱼粉 Fish meal, Peru	91.2	62.64	8.17		15.15		2.64
肉骨粉 Meat and bone meal	98.3	48.45	32.88		10.98		1.69
浙江鱼粉 Fish meal, Zhejiang	89.7	47.40	3.32		29.07		1.13
豆粕 Soybean meal	90.4	47.31	0.40	6.09	5.82	30.78	0.66
棉仁饼 Cottonseed cake	95.2	43.59	6.25	9.80	6.81	28.75	1.24
菜籽粕 Rapeseed meal	90.9	37.25	1.17	11.93	8.13	32.43	1.03
带壳花生粕 Peanut meal with hulls	91.5	35.17	0.57	28.41	5.79	21.56	0.49
玉米胚芽饼 Corn germ cake	90.0	21.69	3.90	8.44	2.26	53.71	0.48
麸皮 Wheat middlings	91.0	15.17	3.67	7.64	4.60	59.92	0.95
米糠 Rice bran	87.0	12.75	15.61	4.11	7.06	47.47	1.54

* 无氮浸出物为计算值(NFE is calculated).

表 3 团头鲂对 12 种饲料原料的表观消化率
Table 3 Apparent digestibility of 12 ingredients determined with Blunnose black bream

饲料原料 Ingredient	干物质 Dry matter %	粗蛋白 Crude protein %	粗脂肪 Crude fat %	无氮浸出物 Nitrogen-free extract %	总 磷 Total phosphorus %
血 粉 Blood meal, animal	85.8	93.2			
羽毛粉 Feather meal, poultry	62.2	86.9			
秘鲁鱼粉 Fish meal, Peru	64.2	83.9	98.1		0
肉骨粉 Meat and bone meal	70.0	89.1	91.8		15.0
浙江鱼粉 Fish meal, Zhejiang	69.7	89.8	83.5		23.2
豆 粕 Soybean meal	77.8	95.7		74.4	39.7
棉仁饼 Cottonseed cake	43.8	81.2	90.4	23.4	8.5
菜籽粕 Rapeseed meal	49.3	80.7	85.7	45.7	8.2
带壳花生粕 Peanut meal with hulls	29.5	86.2		45.3	11.5
玉米胚芽饼 Corn germ cake	60.2	85.6	94.3	58.5	81.4
麸 皮 Wheat middlings	47.0	88.2	85.6	45.5	25.7
米 糠 Rice bran	61.0	74.9	86.8	65.1	3.0

(二)试验用鱼 本所鱼类育种试验场繁育的一冬龄团头鲂, 体重 35.5 ± 6.8 克。经不含三氧化二铬的基础饲料预饲二周后随机分箱, 每箱 25 尾分放在 13 个 $65 \times 40 \times 45 \text{cm}^3$ 的塑料水族箱中。

(三)试验用水 水源为活性炭脱氯的自来水, 流量为 0.4–0.6 升/分, 空压泵增氧。水质为: 水温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 溶解氧 $7.8 \pm 0.7 \text{mgO}_2/\text{L}$, $\text{pH} 7.6 \pm 0.1$, $\text{NH}_4^+ - \text{N} 0.56 \pm 0.13 \text{mg}/\text{L}$, $\text{NO}_2^- - \text{N} 0.029 \pm 0.016 \text{mg}/\text{L}$ 。

(四)饲养管理 每天上午 8 时和下午 5 时各投一次试验饲料, 投饲以试验鱼在 20 分钟内不摄食为准。投喂三天后开始用虹吸法收取成形粪便, 粪便经 4000 转/分离心弃去上清液。80℃ 烘干备用。

(五)分析测定 粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分、总磷分别按 GB6432–86、6433–86、6438–86、6437–86 方法测定, 粗纤维用 Fibertec System I 测定, 三氧化二铬用二苯碳酰二肼 (Diphenylcarbohydrazide) 分光光度法测定, 能量用 GR–3500 型氧弹式热量计测定。

试验饲料中营养物质表观消化率的计算公式^[9]:

$$100 - 100 \left(\frac{\text{饲料中Cr}_2\text{O}_3\text{含量}}{\text{粪便中Cr}_2\text{O}_3\text{含量}} \times \frac{\text{粪便中某营养物质含量}}{\text{饲料中某营养物质含量}} \right)$$

待测饲料原料营养物质表观消化率计算公式^[5]：

$$\frac{\text{试验饲料某营养物质消化率} - r \times \text{基础饲料某营养物质消化率}}{1 - r}$$

$$\text{式中: } r = \frac{\text{试验饲料中基础饲料绝干重}}{\text{试验饲料绝干重}} \times \frac{\text{基础饲料某营养物质含量}}{\text{试验饲料某营养物质含量}}$$

结 果 与 讨 论

经消化试验测得团头鲂对 12 种饲料原料营养物质的消化率列于表 3；能量消化率和可消化能的测定结果见表 4。

表 4 团头鲂对 12 种饲料原料的可消化能(以绝干量计)
Table 4 Digestible energy of 12 ingredients determined and calculated
with Blunnose black bream (by dry weight)

饲料原料 Ingredient	总 能 Gross energy (KJ / g)	能量消化率 Digestible coef- ficient %	可消化能 Digestible energy (KJ / g)	计算值 Calculated value (KJ / g)	实测值 / 计算值 Ratio determined / calculated %
血 粉 Blood meal, animal	23.6	89.2	21.0	20.8	101
羽毛粉 Feather meal, poultry	22.5	73.6	16.5	18.2	90.6
秘鲁鱼粉 Fish meal, Peru	20.6	82.0	16.9	17.0	99.6
肉骨粉 Meat and bone meal	25.5	80.5	20.6	22.5	91.5
浙江鱼粉 Fish meal, Zhejiang	15.8	88.2	13.9	14.2	97.9
豆 粕 Soybean meal	19.3	83.1	16.0	16.3	98.5
棉仁饼 Cottonseed cake	20.4	51.0	10.4	12.3	84.7
菜籽粕 Rapeseed meal	19.6	55.5	10.9	11.1	91.5
带壳花生粕 Peanut meal with hulls	19.2	33.4	6.42	9.83	65.3
玉米胚芽饼 Corn germ cake	19.6	61.9	12.1	12.4	97.7
麸 皮 Wheat middlings	18.9	44.7	8.45	9.97	84.8
米 糠 Rice bran	21.0	67.2	14.1	14.9	94.8

* 可消化能计算值 = 可消化蛋白 × 23.4KJ + 可消化脂肪 × 39.8KJ + 可消化无氮浸出物 × 17.2KJ。

Digestible energy calculated = dig. prot. × 23.4KJ + dig. fat × 39.8KJ + dig. NFE × 17.2KJ.

(一) 试验饲料制作方法对消化率测定影响

迄今为止, 测定鱼类饲料消化率方法有多种^[9], 但应用最为广泛的是三氧化二铬标记法。许多作者对收集粪便样品的的方法, 如挤压法^[16]、直肠取样法^[19]、网捞法^[20]、虹吸法、沉淀法^[3]、代谢箱法^[21]等对测定结果的准确可靠性作了有益的探索, 但对试验饲料制作方法对消化率测定影响未有详述。国内多使用让鱼摄食单一饲料原料进行实验。本试验以 Cho 设计的以被测饲料原料取代一部分基础饲料的混合饲料试验的测定结果与团头鲂摄食单一饲料原料已有消化率结果相比, 两种方法测得团头鲂对秘鲁鱼粉、国产鱼粉、豆饼(粕)、花生粕、棉仁粕、菜籽粕、麸皮和米糠的营养物质消化率除无氮浸出物消化率较接近外, 干物质、粗蛋白和粗脂肪的消化率皆为混合饲料试验法高, 其中蛋白质消化率比摄食单一饲料原料试验结果高 2.2–19.4%。作者参与的用混合饲料试验测定青鱼和草鱼对饲料消化率结果^{[6] (2)}同样比刘玉良^[2]等和廖朝兴^[8]等报道的青鱼和草鱼摄食单一饲料原料消化率结果高。Cruz^[11]指出试验饲料营养物质不平衡会影响消化率的测定结果。饲料营养物质全面且平衡时, 利于鱼体的消化吸收, 这是常识, 而生产实践中养鱼饲料是几种饲料原料的混合物。显然, 本试验方法的试验饲料营养物质比较全面, 弥补了使用单一饲料原料营养物质不平衡影响消化率测定结果的缺陷, 使测定结果更接近于生产实际。

(二) 团头鲂对饲料营养物质的表现消化率

1. 总消化率 表 3 表明, 总消化率以血粉和大豆粕最高, 分别为 85.8% 和 77.8%, 肉骨粉、浙江鱼粉次之, 分别为 70.0% 和 69.7%, 带壳花生粕因含高量纤维(达 28.4%), 总消化率仅为 29.5%。试验还发现, 团头鲂对纤维和灰分消化甚微或不消化, 这和 Robert^[18]报道粗纤维和灰分是降低龙虾饲料总消化率的主要因子结果是一致的, 刘玉良等^[2]报道青鱼饲料中纤维含量与总消化率呈明显负相关。因此, 总消化率取决于鱼类对饲料中蛋白质、脂肪和无氮浸出物吸收同化的程度, 比单一营养物质消化率评价饲料更有意义。

2. 蛋白质消化率 团头鲂对 10 种蛋白质饲料的蛋白质消化率均在 80% 以上。本测定结果国产鱼粉的蛋白质消化率比秘鲁鱼粉高 6%。国内一些消化率测定结果^{[6] (1)(2)}也表明质量可靠的国产鱼粉优于秘鲁鱼粉。经分析发现, 秘鲁鱼粉中脂肪酸败严重, 非蛋白氮含量比国产鱼粉高, 可能因长途海运过程中受潮、霉变等因素和贮运时间过长导致蛋白质性质改变降低了蛋白质消化率。国产鱼粉新鲜且价廉, 只要生产者确实遵循国家饲料行业有关标准是值得信赖的。团头鲂对肉骨粉、血粉和高温高压处理的羽毛粉蛋白质消化率分别高达 89.1%、93.2% 和 86.9%, 这些畜禽加工的副产品的消化率往往与加工工艺相关。Cho 报道虹鳟对喷雾干燥的血粉蛋白质消化率高达 99%, 而烘干的仅 16%。肉骨粉氨基酸组成好, 血粉中赖氨酸和羽毛粉中亮氨酸, 缬氨酸含量高, 经深度加工, 是鱼类饲料理想的氨基酸添加剂。对缓解我国动物蛋白源不足有实际意义。团头鲂对豆粕蛋白质消化率高达 95.7%, 超过鱼粉。这和其他鱼类研究结果相符的。Law^[14]报道草鱼对豆粕和鱼粉蛋白质消化率分别为 96% 和 90%, 荻野报道鲤鱼分别为 85% 和 78%、河鲢分别为 84% 和 74–80%, Robert^[19]报道沟鲈分别为 95% 和 80%, Cho 报道虹鳟为 96% 和 92%。豆粕氨基酸组成比例接近鱼粉, 是优秀的鱼类饲料。测得团头鲂对棉仁饼和菜籽粕蛋白质消化率分别为 81.2% 和 80.7%。Jackson^[13]对莫桑比克罗非鱼和 El-sayed^[12]对尼罗罗非鱼

以棉籽粕为饲料蛋白源喂养,生长良好,无不良反应。王忠等^[1]在网箱养鲤饲料中配合30%菜籽粕获得理想生产结果。Ofojekun^[17]报道以棉仁粕饲养尼罗罗非鱼会引起生长不良。本试验未发现不良反应。因此,棉仁饼和菜籽粕可作为团头鲂优良的植物蛋白源,其中棉酚和硫葡萄糖甙对鱼类的毒性以及配合饲料中的适宜用量有待进一步研究。

3. 脂肪消化率 团头鲂对12种饲料原料脂肪消化率较高,达83%以上。这与其他鱼类研究结果^[2,4,8,9,14]是一致的。脂肪含能量高,提供鱼类必需脂肪酸和节约蛋白质作用以及国内饲料原料中含脂量普遍偏低,在团头鲂饲料中应受到重视。

4. 无氮浸出物消化率 团头鲂对无氮浸出物消化率不及蛋白质和脂肪高,各种饲料原料之间差异较大。消化率为23.4–74.4%。鱼类对碳水化合物的消化吸收除种间差异外,碳水化合物的结构、来源和含量不同均会影响消化率,如鲤鱼、虹鳟、鳊对 α -淀粉消化率高于 β -淀粉^[9],当饲料中碳水化合物从20%递增到60%时,虹鳟对糊精消化率由77%下降到46%, α -淀粉由69%下降到26%^[10]。植物性饲料富含碳水化合物,是廉价能量来源,配合饲料中如何提高和改善碳水化合物的消化率是值得研究的课题。

5. 总磷消化率 团头鲂对12种饲料总磷消化率较低,鱼粉仅为0–23.2%,且豆粕、花生粕和麦麸结果均比黄耀桐等^[7]报道草鱼结果要低,这可能是本试验中试验饲料添加了磷酸氢钙的结果。游文章等^[4]认为草鱼对植物性饲料中磷消化率低及以骨粉作盐类添加剂无效,在配合饲料中应重点考虑磷的补充。黄耀桐等指出草鱼对磷酸盐类消化率与其溶解度有关。团头鲂对鱼粉和肉骨粉中磷酸钙复合物及植物性饲料中植酸磷难以消化吸收,在团头鲂饲料中添加以可溶性磷酸盐为主体磷源是必要的。

(三)团头鲂对饲料能量消化率和可消化能

团头鲂对高蛋白的鱼粉、血粉、羽毛粉、肉骨粉和豆粕能量消化率高于其他6种植物性饲料。正如前述,团头鲂对纤维不消化,对无氮浸出物消化率不如蛋白质和脂肪,是降低植物性饲料能量消化率的重要原因。12种饲料原料能量消化率和可消化能与草鱼测定结果^[2]较一致。对鱼粉的能量消化率和可消化能低于虹鳟的91%和18.8KJ/g^[10],与沟鲈的16.3%KJ/g和罗非鱼的16.9KJ/g^[15]较接近。对血粉的能量消化率与虹鳟的89%^[10]一致,而对血粉和肉骨粉的可消化能高于虹鳟的19.4KJ/g和15.0KJ/g,是其营养物质组成差异所致。对豆粕的可消化能高于虹鳟、沟鲈和罗非鱼(分别为13.5KJ/g、10.8KJ/g和13.9KJ/g)^[10,15],对棉仁饼可消化能接近沟鲈的10.7KJ/g^[15],对菜籽粕和麸皮可消化能高于虹鳟的8.1KJ/g和7.6KJ/g^[10]。这也反映了种类和食性之间的差异。团头鲂对饲料可消化能实测结果与以营养物质燃烧值和消化率推算结果相比(见表4)差异较大。因此,应用间接法推算可消化能是不可取的。经计算机处理,可消化能(Y)、可消化蛋白(X_1)、可消化脂肪(X_2)和可消化无氮浸出物(X_3)之间关系为:

$$Y = 4.57 + 29.72X_1 + 45.81X_2 + 24.71X_3$$

建立某一食性类型的可消化能与可消化蛋白质、脂肪、无氮浸出物含量之间的回归方程评估相应食性类型鱼对饲料的可消化能,具有实践意义。

小 结

1. Cho等设计的测定消化率方法,对一些适口性差的饲料和特殊原料(如液态饲料、矿物质饲料等)的测定提供可靠方法,也避免了使用单一饲料原料进行试验因营养物质不平衡而造成对消化率测定结果的影响,更接近于生产实际。
2. 团头鲂对国产鱼粉蛋白质消化率优于秘鲁鱼粉,加强国内鱼粉生产遵循国家饲料行业标准是必要的。开发畜禽加工的副产品作为团头鲂配合饲料中氨基酸平衡饲料是可行的。鉴于团头鲂是植食性鱼类,对豆粕的高消化率及其氨基酸组成好,对棉仁饼和菜籽粕也有良好的蛋白质消化率和可消化能,对能量饲料米糠和麸皮有较高的可消化能,开展以多种植物蛋白质饲料为蛋白源的无鱼粉日粮饲料推广、应用和研究是值得提倡的。可缓解水产业与其他行业争夺饲料源的矛盾。

参 考 文 献

- [1] 王忠等, 1992. 网箱养鲤菜籽饼最适用量的研究. 饲料研究, 11: 5-6.
- [2] 刘玉良等, 1990. 青鱼对十四种饲料的消化率. 水产科技情报, 6: 166-169.
- [3] 张汉华, 1985. 鱼类三种表观消化率测定法的比较. 水产科技, 1: 8-10.
- [4] 游文章等, 1987. 草鱼对饲料中磷需要量的研究. 水产学报, 11 (4): 285-290.
- [5] 游文章等, 1993. 测定鱼类饲料原料营养成分消化率的计算方法. 水产学报, 17 (2): 167-171.
- [6] 游文章等, 1993. 十一种青鱼饲料原料营养价值的评定. 淡水渔业, 23 (1): 8-12.
- [7] 黄耀桐、刘永坚, 1990. 草鱼对营养盐钙磷及饲料钙磷镁铁的利用率. 水生生物学报, 14 (2): 145-152.
- [8] 廖朝兴等, 1988. 草鱼、尼罗罗非鱼对几种饲料消化率消化吸收率的测定. 饲料研究, 1: 17-19.
- [9] 获野珍吉(郑长义、戴宏宗译), 1984. 鱼类的营养与饲料. 养鱼世界杂志社出版(台北).
- [10] Cho, C. Y. *et al.* 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: Energy intake, expenditure and productivity. *Comp. Biochem. Physiol.*, 73B (1): 25-41.
- [11] Cruz, E. M., 1975. Determination of nutrient digestibility in various classes of natural and purified feed materials for channel catfish. Ph. D. Dissertation Auburn University, Auburn, AL.
- [12] El-sayed, A. M., 1990. Long-term evaluation of cotton seed meal as a protein source for Nile tilapia. *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture*, 84 (3/4): 315-320.
- [13] Jackson, A. J. *et al.* 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for tilapia, *Sarotherodon mossambicus*. *Aquaculture*, 27: 97-109.
- [14] Law, A. T., 1986. Digestibility of low-cost ingredients in pelleted feed by grass carp (*Ctenopharyngodon idella* C. et V). *Aquaculture*, 51: 97-103.
- [15] National R. C., 1983. Nutrient requirements of warmwater fishes and shellfishes, 25-27. National Academy Press, Washington D. C..
- [16] Nose, T., 1960. On the digestion of food protein by gold fish (*Garassius auratus* L.) and rainbow trout (*Salmo irideus* G.). *Freshwat. Fish Res. Lab.*, 10: 23-28.
- [17] Ofojekun, P. c. and Ejike, C., 1984. Growth response and feed utilization in the tropical cichlid *Oreochromis niloticus* (Linn) fed on cotton seed-based diets. *Aquaculture*, 42: 27-36.
- [18] Robert, C. *et al.*, 1990. Apparent digestibility coefficients for common feedstuffs in formulated diets for red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). *Aquaculture*, 84: 321-334.
- [19] Robert, P. and Wilson, 1985. Apparent digestible protein and energy coefficients of common feed ingredients for channel catfish. *The Prog. Fish-Cult.* 47(3): 154-158.
- [20] Robert, R. *et al.* 1980. Effect of leaching on apparent digestion coefficients of feedstuffs for salmonids. *The Prog. Fish-Cult.* 42(4): 195-199.

- [21] Smith, R. P., 1971. A method for measuring digestibility and metabolizable energy of feeds. The Prog. Fish-Cult. 33:132-134.

APPARENT DIGESTIBILITY AND DIGESTIBLE ENERGY OF 12 FEEDSTUFFS FOR BLUNTNOSTE BLACK BREEM (*MEGALOBrama amblycephala* YIH)

Wu Jiankai Yong Wenyue You Wenzhang
Wen Hua Liao Chaoxing Wu Dahui

(Changjiang Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, JingSha 434000)

ABSTRACT Apparent digestibility coefficients were determined for 12 feedstuffs in formulated diets with chromic oxide as an indicator for yearling bluntnose black bream (*Megalobrama amblycephala* Yih), using a reference diet and test diets composed of 70% reference diet and 30% test ingredient. The total phosphorus digestibility and digestible energy of the 12 ingredients were first reported for bluntnose black bream. The dry matter digestibility, the crude protein digestibility and the digestible energy value for soybean meal were 77.6%, 95.7% and 16.0KJ / g, respectively, approaching or more than those of animal ingredients (yielded virtually 64.2-85.8%, 83.9-93.2% and 13.9-21.0 KJ / g). However, other plant feedstuffs yielded 29.5-61.0% digestible dry matter, 74.9-88.2% digestible crude protein and 6.42-14.1KJ / g digestible energy. The NFE digestibility for the 7 plant ingredients tested ranged from 23.4% to 74.4%. The 12 ingredients had crude fat digestibility coefficients greater than 83%. Both animal and plant ingredients had lower digestible phosphorus. The experimental results in connection with digestibility and digestible energy will provide reference data for the evaluation of nutritive value of the 12 ingredients, and can greatly facilitate the formulation of effective low-cost feeds for pond-raised bluntnose black bream by allowing use of plant feedstuffs as protein sources.

KEYWORDS Bluntnose black bream, Ingredient, Digestibility, Digestible energy