

研究报告

Research Report

喂食麻风树籽粉的尖齿胡鲶鱼苗的生长性能

Solomon S.G., Okomoda V.T.✉, Torkor E.F.

马库尔迪农业大学, 渔业和水产养殖部门, 尼日利亚

✉ 通讯作者, okomodavictor@yahoo.com

水生生物研究, 2016 年, 第 5 卷, 第 3 篇 doi: [10.5376/aor.cn.2016.05.0003](https://doi.org/10.5376/aor.cn.2016.05.0003)

本文首次以英文发表在 International Journal of Aquaculture, 2016, Vol.6, No.1, 1-6 上。现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License 协议对其进行授权, 用中文再次发表与传播。只要对原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。如果读者对中文含义理解有歧义, 请以英文原文为准。

引用格式:

Solomon S.G, Okomoda V.T., and Torkor E.F., 2016, Growth Performance of *Clarias gariepinus* Fingerlings Fed *Jatropha curcas* Kernel Meal, International Journal of Aquaculture, 6(1): 1-6 (doi: [10.5376/ija.2016.06.0001](https://doi.org/10.5376/ija.2016.06.0001))

摘要 本研究旨在评估用脱毒麻风树籽粉代替鱼粉喂养的尖齿胡鲶鱼苗的生长性能。将小鱼(1.37 ± 0.02 g)置入 $1 \times 1 \times 1\text{m}^3$ 的 hapa 网中, 分别喂食(含量为 35% 的粗蛋白)含 0%, 25%, 50%, 75% 和 100% 的脱毒麻风树籽粉来代替鱼粉(含量为 26%)。在八周的饲养试验结束时, 平均体重增加, 饲料转化率、具体的生长率和蛋白质效率的比例也比喂食 13% 级别(50% 替代鱼食)的鱼食高, 记录最少的是 26% 级别的(100% 替代鱼食)。研究表明, 肉食性鱼类如尖齿胡鲶可以容忍加入 13% 的脱毒麻风树籽粉而不影响生长和养分的利用。

关键词 非洲鲶鱼; 脱毒; 非常规饲料; 最低成本饲料

Growth Performance of *Clarias gariepinus* Fingerlings Fed *Jatropha curcas* Kernel Meal

Solomon S.G., Okomoda V.T.✉, Torkor E.F.

Department of Fisheries and Aquaculture, University of Agriculture Makurdi, Nigeria

✉ Corresponding author, okomodavictor@yahoo.com

Abstract This study was designed to evaluate the growth performance of *Clarias gariepinus* fingerlings fed detoxified *Jatropha curcas* kernel meal as a replacement for fishmeal. Fingerlings ($1.37 \pm 0.02\text{g}$) were stocked in Hapa net measuring $1 \times 1 \times 1\text{m}^3$ and fed diets (35% crude protein) containing 0%, 25%, 50%, 75%, and 100% detoxified *Jatropha* kernel meal as replacement for fishmeal (at 26% level of inclusion). At the end of the eight weeks feeding trials, the mean weight gain, feed conversion ratio, Specific Growth rate and Protein Efficiency Ratio were higher in the fish fed 13% inclusion level (50% replacement of fish meal) while least values were recorded at 26% (100% replacement of fish meal). The study shows that a carnivorous fish like *Clarias gariepinus* can tolerate the inclusion of detoxified *jatropha* kernel meal at 13% without affecting the growth and nutrient utilization of the fingerlings.

Keywords African catfish; Detoxification; Unconventional feed; Least cost feed

1 介绍

热带国家的水产养殖业在不断强化, 这就需要为鲶鱼制定合适的饮食来代替蛋白质的来源。传统上, 鱼粉(FM)一直是鱼的膳食蛋白质的主要来源。鱼粉是经常使用的水产饲料, 因为它提供了一个平衡饮食, 包含不可缺少的氨基酸、必需脂肪酸、维生素、矿物质, 且普遍提高了口感(Kaushik et al., 1995)。近年来, 鱼粉的成本提高, 但市场上的可用性降低, 且质量差, 这刺激了对它的部分的研究或者完全替代蛋白源(Kaushik et al., 1995; Fournier et al., 2004)。目前, 大多数的商业饲料主要是利用大豆粉来成为鱼粉的替代品。然而, 过度依赖这种传统的蛋白质来源, 将会导致价格上涨, 因为它是一种人类的食物。因此, 利用其他廉价的植物蛋白源将有利于降低饲料成本, 提高食品安全性(Sofia, 2007)。

Tacon 和 Forster (2001)已经强调了非人类食品级饲料资源发展的重要性, 这个的发展可以应对部分的快速发展和需要。麻风树(小桐子)就是这样的一种。它是一种耐寒的植物, 生长在土地退化和需要有限的养分和水的地方。它的种子已被广泛地研究, 可以作为一种油源。种仁中含有约 60 g/kg 的油可以转化为生物柴油, 经转酯化作为柴油机的代用燃料(Makkar and Becker, 1997)。提取油后得到的核仁粉是一个很好的营养来源, 含有粗蛋白 58~62 g/kg (Makkar et al., 1998; Makkar and Becker, 1999)。麻风树籽仁的必需氨基酸含量(除赖氨酸)较高(Makkar and Becker, 1999)。然而, 高水平的抗营养因子(ANFs)的存在, 如胰蛋

白酶抑制剂、凝集素、植酸(Makkar et al., 1998), 其主要毒性成分佛波醇酯(PEs) (Makkar and Becker, 1997) 也被限制在鱼饲料的使用中。因此, 它需要脱毒。本研究为不同水平的麻风树籽粉喂养的尖齿胡鲶的生长性能提出了一个解释。

2 材料与方 法

本研究的尖齿胡鲶鱼种是从马库尔迪农业大学渔业部的研究农场获得的。实验持续了 56 天, 也在研究农场的池塘做过。把一个 1x1x1 的合成聚乙烯醇纤维绳套 hapas 放在池塘的表面, 用适当的竹棒压住。石头被连接到 hapas 底部的四角作为坠物。这使得 hapas 的底面上均匀分布, 且适当延长。这个延伸使得流入和流出的水通过每个 hapa 变得简单, 且减轻了浸入池塘的一半。

用于饲料配方的饲料原料是鱼粉、豆粕、玉米粉、维生素和从马库尔迪现代市场购买的矿物质混料, 把它们磨成粉储存。而成熟的麻风树种子是从贝努埃州地方政府种植的麻风树果实中获得的。收获后不久, 用手剥除水果的外壳, 小心地得到种子, 再将种子破壳, 得到内核。用己烷将内核脱脂。在 121℃ 下加热蒸压 30 min, 然后用甲醇洗涤四次, 获得仁粉。再在太阳下干燥除去甲醇从而获得脱毒麻风树仁粉。35% 粗蛋白控制饮食, 采用皮尔森方法, 添加到 26% 的夹杂物的鱼食(表 1), 另一个试验则是通过简单地替代脱毒麻风树仁粉 0%, 25%, 50%, 75% 和 100% 制定了实验的饮食(表 1)。称重后适当地使用成分混合造粒机使饮食形成粒状。

表 1 试验食物的总成分和工业成分

Table 1 Gross composition and proximate composition of the experimental diets

原料 Ingredients	食物 I Diet I	食物 II Diet II	食物 III Diet III	食物 IV Diet IV	食物 V Diet V
鱼粉 Fishmeal	25.80	19.365	12.91	6.455	-
麻风树仁粉 Jatropha kernel meal	-	6.455	12.91	19.365	25.80
大豆粉 Soy beans meal	25.80	25.80	25.80	25.80	25.80
玉米粉 Maize meal	43.37	43.37	43.37	43.37	43.37
矿物质预混料 Mineral premix	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
维生素预混料 Vitamin premix	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
总数 Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
近似成份 Proximate composition					
湿度 Moisture	7.82±0.01	8.52±0.01	8.41±0.01	8.15±0.01	7.48±0.01
蛋白质 Protein	36.19±0.01	36.42±0.01	35.83±0.01	36.46±0.02	35.54±0.01
灰 Ash	6.21±0.01	6.10±0.01	6.07±0.00	5.89±0.01	5.71±0.01
纤维 Fibre	3.22±0.01	3.42±0.01	3.18±0.00	3.20±0.01	3.16±0.01
脂肪 Fat	7.11±0.01	7.03±0.01	7.33±0.01	6.87±0.01	6.84±0.01
无氮浸出物 NFE	39.47±0.02	38.53±0.04	39.19±0.02	39.44±0.03	40.92±0.01

15 条尖齿胡鲶鱼苗均匀分布在每个 hapa。每天手动喂食累积体重的 5% 的食物。每天喂两次(08:00 and 16:00), 且每周以鱼的体重调整饲料。用一个特福电子数字表来测量每星期鱼种重量直至实验结束(8 周)。以下是生长性能的估算。

(a) 平均增加体重(MWG)=最终的平均体重 - 初始的平均体重

(b) 饲料转化率(FCR)=干饲料采食量/湿重

(c) 特定生长率(%/天)=[$\log_e(wt_2) - \log_e(wt_1)$]/($t_2 - t_1$)

W_{t_1} =初始体重增加

W_{t_2} =最终体重增加

$T_2 - T_1 = W_{t_1}$ 和 W_{t_2} 之间持续的时间(天)

(d) 蛋白质效率比=湿重增益/蛋白质供给

蛋白质供给=蛋白质饮食% × 消耗的饮食/100

(e) 生存率%=(鱼的总数 - 死亡总数)/鱼的总数 × 100



麻风树仁粉近似物、饮食制定、最初的和最终的鱼的尸体都是根据 AOAC (1990)的标准法决定的。然而, 在样品中的无氮提取物是通过差异法测定的。一式三份进行分析, 所有试剂均为分析纯。

研究中的数据是通过 Gen stat®第四版和 Minitab® 14 分析得到的。采用邓肯最小显著差异方法进行分离, 分析进行描述性统计和得到的平均方差, 得到显著差异($P<0.05$)。

3 结果

不同级别的麻风树仁粉喂养的尖齿胡鲶的生长性能和利用率(表 2)。显示平均体重增益范围从 2.81 ± 0.156 (食物 V)至 5.01 ± 0.82 (食物 III), 食物 III 喂养的鱼体重增加最大($P<0.05$)。同样, 特定生长率从明显较高的饮食 III ($P<0.05$) (2.73 ± 0.234)到 1.98 ± 0.06 (食物 V)。饲料转化率和蛋白质效率比最高的也是食物 III(分别是 3.18 ± 1.11 和 0.17 ± 0.004), 最低的记录是食物 V(2.43 ± 0.29 和 0.094 ± 0.005)。

表 2 脱毒麻风树仁粉代替鱼粉喂养的尖齿胡鲶鱼苗的生长性能和食物利用率

Table 2 Growth and Feed Utilization Parameters of *Clarias gariepinus* fingerlings fed Jatropha kernel meal as a replacement for fish meal

参数 Parameters	食物 I Diet I	食物 II Diet II	食物 III Diet III	食物 IV Diet IV	食物 V Diet V	P 值 P-Value
平均初始重量 Mean initial Wt	1.37 ± 0.003	1.37 ± 0.00	1.38 ± 0.003	1.38 ± 0.003	1.38 ± 0.003	0.080
最终平均重量 Mean Final Wt	5.8 ± 0.4^b	4.75 ± 0.017^c	6.38 ± 0.817^a	4.71 ± 0.11^c	4.43 ± 0.40^d	0.05
平均重量增益 Mean Wt gain	4.43 ± 0.397^b	3.377 ± 0.017^c	5.01 ± 0.82^a	3.33 ± 0.11^c	2.81 ± 0.156^d	0.05
增长率 Growth rate	0.079 ± 0.007	0.061 ± 0.000	0.089 ± 0.015	0.059 ± 0.001	0.05 ± 0.0028	0.061
特定生长率 SGR	2.57 ± 0.12^{ab}	2.22 ± 0.006^{bc}	2.73 ± 0.234^a	2.18 ± 0.037^{bc}	1.98 ± 0.06^c	0.035
饲料喂养 Feed Fed	11.22 ± 0.52^{ab}	10.1 ± 0.05^{bc}	11.91 ± 0.53^a	9.3 ± 0.32^{cd}	8.91 ± 0.185^d	0.009
饲料系数 FCR	2.54 ± 0.11	2.99 ± 0.01	2.43 ± 0.29	2.79 ± 0.066	3.18 ± 1.11	0.069
饲料转化率 FCE	39.42 ± 1.73	33.45 ± 1.06	41.83 ± 5.04	35.77 ± 0.08	31.5 ± 1.1	0.128
蛋白质效率 PER	0.15 ± 0.013	0.11 ± 0.000	0.17 ± 0.004	0.11 ± 0.003	0.094 ± 0.005	0.061

注: 指的是在同一行不同字母的差异显著($P<0.05$); SGR-特定生长率; FCR-饲料系数; FCE-饲料转化率; PER-蛋白质效率

Note: Mean in the same row with different superscripts differ significantly ($P<0.05$); SGR-specific growth rate; FCR-feed conversion ratio; FCE-feed conversion efficiency; PER-protein efficiency ratio

实验鱼的尸体组成(表 3)表明, 喂食不同的实验食物的鱼在湿度、蛋白脂、和灰分含量上有显著的变化。然而, 在饮食 IV 中观察到较高的湿度和纤维, 蛋白脂和脂肪则是食物 III 较高($P<0.05$)。喂食之前, 鱼的初始湿度为 72.04 ± 0.06 , 然而在分别喂了食物 I、食物 II、食物 III、食物 IV 之后, 水分增加到 73.29 ± 0.295 , 73.05 ± 0.055 , 73.05 ± 0.04 , 75.16 ± 0.155 , 而喂食物 V 的降低到了 70.06 ± 0.06 。在分别喂了食物 I、食物 II、食物 IV、食物 V、食物 III 之后, 粗蛋白的含量有了明显的增加, 分别从 8.44 ± 0.02 到了 11.8 ± 0.01 , 11.09 ± 0.04 , 11.16 ± 0.05 , 11.46 ± 0.06 和 13.15 ± 0.06 。在这项研究中观察到脂肪的减少, 相比较而言, 脂肪含量喂食前较高(6.87 ± 0.00), 喂养试验粮食后低了(3.71 ± 0.01 , 4.63 ± 0.03 , 5.71 ± 0.01 , 5.23 ± 0.02 , 3.60 ± 0.02 Diet I, Diet II, Diet III, Diet I, Diet V)。喂食前, 纤维含量是 2.00 ± 0.00 , 然而喂食食物 I 和食物 V 的增加到了 2.01 ± 0.01 和 2.06 ± 0.06 , 而喂食食物 II、食物 III 和食物 IV 的则减少了(分别为 1.97 ± 0.03 , 2.00 ± 0.001 , 2.00 ± 0.02)。鱼灰的含量则没有显著变化, 实验前, 鱼的碳水化合物含量为 7.64 ± 0.03 , 喂了食物 I、食物 II 和食物 V 后, 分别变成了 8.21 ± 0.33 , 7.21 ± 0.19 和 10.81 ± 0.06 。而喂食食物 III 和食物 IV 的减少了(4.47 ± 0.05 and 4.43 ± 0.17)。

4 讨论

在任何营养研究中, 蛋白质的要求很高, 因为它是生长和发展所需的最大数量的单一的营养(Lovell, 1989; NRC, 1993)。为了非洲鲶鱼生产, 已经做了很多常规和非常规的蛋白源替代鱼粉的研究(Tiamiyu et al., 2006; Solomon et al., 2007; Solomon and Okomoda, 2012; Tiamiyu et al., 2007; Tiamiyu et al., 2013)。但据我们所知, 这是第一次研究脱毒麻风树仁粉替代鱼粉作为尖齿胡鲶的饮食。喂食不同的试验食物, 尖齿胡鲶鱼苗的生长性能和营养利用率都不同, 结果显示在 8 周内, 鱼的体重增加了四到五倍。这个迹象表明麻风树仁粉的蛋白质被尖齿胡鲶鱼苗有效地利用了。脱毒过程对非洲鲶鱼适应不同的食物有显著的作用, Fakunle

et al. (2013), 麻风树种子或核的毒性成分或者抗营养因子会刺激消化道, 降低食物的摄入量, 延缓生长。煮沸、烹饪和化学处理都是去除麻风树籽仁粕中抗营养因子的方法。

表 3 喂食麻风树仁粉的尖齿胡鲈鱼苗尸体最初和最终的分析

Table 3 Initial and Final Carcass Analysis of *Clarias gariepinus* fingerlings fed *Jatropha curcas* kernel meal

参数 Parameter	尸体成份 Carcass composition						P 值 P-Value
	初始 Initial	食物 I Diet I	食物 II Diet II	食物 III Diet III	食物 IV Diet IV	食物 V Diet V	
湿度 Moisture	72.04±0.06	73.29±0.29 ^b	73.05±0.055 ^c	73.05±0.04 ^c	75.16±0.155 ^a	70.06±0.06 ^d	0.01
蛋白质 Protein	8.44±0.02	11.08±0.01 ^d	11.09±0.04 ^d	13.15±0.06 ^a	11.16±0.05 ^c	11.46±0.06 ^b	0.01
灰 Ash	6.87±0.00	3.71±0.01 ^d	4.63±0.03 ^c	5.71±0.01 ^a	5.23±0.02 ^b	3.60±0.02 ^e	0.01
纤维 Fibre	2.00±0.00	2.01±0.01	1.97±0.03	2.00±0.001	2.00±0.02	2.06±0.06	0.446
脂肪 Fat	2.82±0.05	1.71±0.01 ^b	2.05±0.05 ^a	1.63±0.03 ^b	2.01±0.01 ^a	2.03±0.03 ^a	0.01
无氮浸出物 NFE	7.64±0.03	8.21±0.33 ^b	7.21±0.19 ^c	4.47±0.05 ^d	4.43±0.17 ^d	10.81±0.06 ^a	0.01

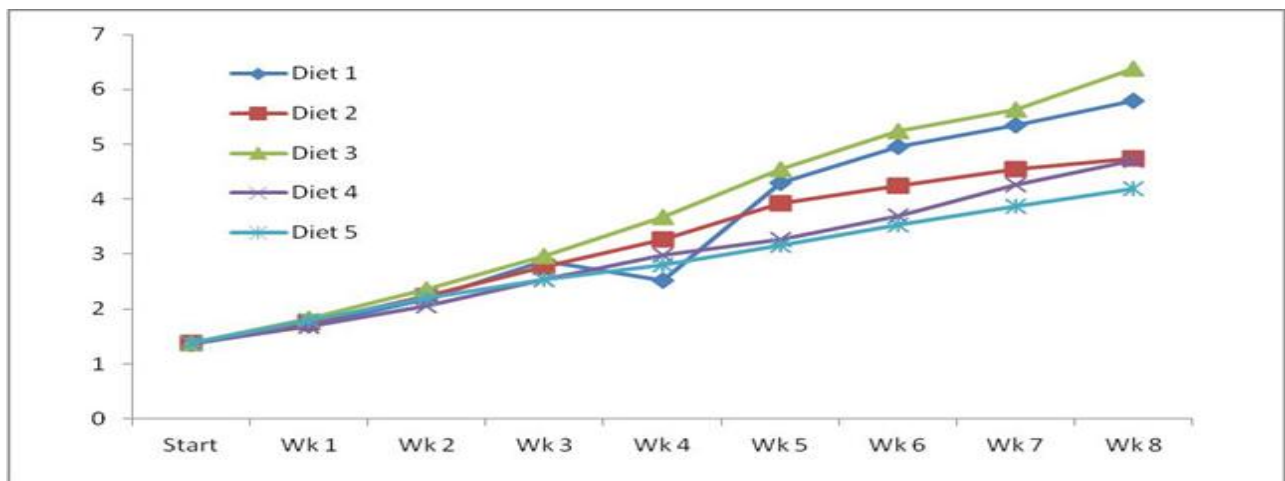


图 1 喂食含有等级麻风树仁粉的尖齿胡鲈的每周生长情况

注: 平均在同一行与不同上标有显著差异($p>0.05$)

Figure 1 Weekly growth of *Clarias gariepinus* fed diet containing graded levels of *Jatropha* meal

Note: Mean in the same row with different superscript differ significantly ($p>0.05$)

饲料利用率高的鱼饲料 III 以 50:50% 鱼粉和麻风树仁粉与其他试验粮食比较。与这项研究的结果相反, Fakunle et al. (2013) 报道, 用煮沸的麻风树籽仁粉替代豆粉来饲喂非洲鲶鱼会有一个更好的生长性能, 然而, Kumar et al. (2011) 报道, 用脱毒(60 min)后的麻风树仁粉代替 50% 的鱼粉能使鲤鱼更好地生长。由于本研究采用相同的解毒过程, 他们设想观察到的差异是由毒性、抗营养因素、饲料中蛋白质和能量的消化率的因素引起的。因此, 饮食 III 中的营养和氨基酸从鱼粉和脱毒麻风树仁粉中得到了补充, 这必定会比饲喂其他食物的鱼生长地好。食物 IV(75%)和食物 V(100%)的生长反应明显较低, 这可能是由几个因素引起的, 比如, 饲料中蛋白质和能量的消化率下降(Kumar et al., 2011), 这是由低质量的蛋白质和能量从麻风树籽仁粕脱毒引起的。抗营养因子, 如植酸和乳糖的量不足会影响饮食饲料的利用, 从而导致生长性能低下。观察到饲喂高比例植物蛋白饲料的鱼的生长性能降低(食物 IV 和食物 V), Gomes et al. (1993), Hasan et al. (1997), 和 Kumar et al. (2010, 2011) 报道, 这与其他以植物为食的尖齿胡鲈的数据一致, 这可能是由于实验鱼的肉食性, 因此生长的减少可能会刺激对植物蛋白中的抗营养因子的容忍性。Becker 和 Makkar (1998), 以及 Rashid et al. (2008) 也分别报道了类似的, 对鲤鱼和老鼠的观察, 减少这种动物的生长还包括减少采食量和腹泻。低饲料系数意味着小的饲料鱼要长胖。鱼饲料 III 的饲料系数最小, 这意味着他们需要 2.43 kg 饲料建立 1 kg 的肉和小于 100% 的要求的 2.54 kg 鱼粉饲料建立 1 kg 肉, 因此鱼饲养成本将降低(FAO, 2006)。因此, 麻风树仁粉可能是一个很好的补充鱼的蛋白质需求的饲料, 最重要的是数量和花费少了(Maker and Becker, 1999)。这是因为麻风树的收购成本(尽管在研究不确定)预计将低于购买鱼粉的成本。

蛋白质效率比(PER)是基于在实验期间, 在一个特定的饮食中, 增加的重量除以所消耗的蛋白质(Wikipedia, 2011)。它是以测量饮食中的蛋白质作为生长量的指标, 因此, 如果体重增加是饮食中的蛋白质消耗, 那么就会得到一个高的蛋白质效率比。在不同的饮食中的蛋白质效率比的变化表明, 大部分的蛋白质消耗转化为体重增加, 然而, 饮食 III 有最高的价值。

在实验结束的时候, 各种饲喂的饮食中有更多的蛋白质保留在鱼的尸体中。这表明, 在饲料中使用的蛋白质的能量比是正确的比例, 结果, 没有备用的能量的蛋白质(Mooneye and Facade, 2003)。与鱼种的初始脂肪含量相比, 质量好的饮食的脂肪量会降低。这个结果是含脂肪少的鱼类产生的。目前的研究已经表明, 高达 50% 的麻风树核仁粉可以代替鱼粉而不影响生长和养分利用率。然而, 超过这个增长和存储的蛋白质减少则会列入增加的水平。

References

- Becker K., and Maker H.P.S., 1998, Effects of phoebe esters in carp (*Cyprinus carpio* L), *Vet. Hum. Toxicol.*, 40, 82-86
- Fakunle J.O., Alatise S.P., Effiong B.N., and Tihamiyu K., 2013, Effects of Replacing Soyabeans Meal with Graded Levels of Boiled *Jatropha* Kernel Meal in Diets of *Clarias gariepinus* Fingerlings, *Bull. Env. Pharmacol, Life Sci.*, Vol 2 (9) August: 112-117
- FAO, 2006, The state of world Fisheries and Aquaculture, FAO Rome, 3pp
- Fournier V., Huelvan C., and Desbruyeres E, 2004, Incorporation of a mixture of plant feedstuffs as substitutes for fishmeal in diets of juvenile turbot (*Psetta maxima*), *Aquaculture*, 236: 451-465
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.01.035>
- Gomes E.F., Corraze G., and Kaushik S., 1993, Effects of dietary incorporation of a co-extruded plant protein (rapeseed and peas) on growth, nutrient utilization and muscle fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), *Aquaculture*, 113: 339-353
[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(93\)90404-M](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(93)90404-M)
- Hasan M.R., Macintosh D.J. and Jauncey K., 1997, Evaluation of some plant ingredients as dietary protein sources for common carp (*Cyprinus carpio* L.) fry, *Aquaculture*, 151: 55-70
[http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486\(96\)01499-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0044-8486(96)01499-8)
- Kaushik S., Gomes E.F., and Rema P., 1995, Replacement for fishmeal by plant protein in the diet of Rainbow trout, Digestibility and Growth performance, *Aquaculture*, 130: 177-186
[http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(94\)00211-6](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(94)00211-6)
- Kumar V., Makkar H.P.S., Amselgruber W., and Becker K., 2010, Physiological, haematological and histopathological responses in common carp (*Cyprinus carpio* L) fingerlings fed with differently detoxified *Jatropha curcas* kernel meal, *Food Chem, Toxicol.*, 48: 2063-2072
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.05.007>
- Kumar V., Makkar H.P.S., and Becker K., 2011, Nutritional, Physiological and haematological responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) juveniles fed detoxified *Jatropha curcas* Kernel meal, *Aquaculture Nutrition*, 17: 451-467
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2095.2010.00825.x>
- Lovell R. T 1989. Nutrition and feeding of fish, Van Nostrand Reinhold, NY, U.S.A., pp: 240
<http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-1174-5>
- Makkar H.P.S., Aderibigbe, A.O. and Becker K., 1998, Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition, digestibility, protein degradability and toxic factors, *Food Chemistry*, 62: 207-215
[http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(97\)00183-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(97)00183-0)
- Makkar, H.P.S., and Becker K., 1997, *Jatropha curcas* toxicity: identification of toxic principle(s), In: Garland, T, Barr A. C. (Eds) Toxic plants and other natural toxicants, Proceedings 5th International Symposium on Poisonous Plants, San Angelo, Texas, USA, May 19-23, CAB international, New York, pp: 554-558
- Makkar H.P.S., and Becker K., 1999, Plant toxins and detoxification methods to improve feed quality of tropical seeds-review, *Asian-Aus. J. Animal Science*, 12 (3): 467-480
- NRC (National Research Council), 1993, Nutrient requirement of fish, National Academy Press, Washington, DC, USA, pp.114
- Omoniyi I.T. and Fagade S.O., 2003, Effect of different dietary protein levels on the growth performance of hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Sarotherodon galilaeus*) fry, *Nigerian journal of fisheries*, 1: 22-32
- Rakshit K.D., Darukeshwara J., Rathina, Raj K., Narasimhamurthy K., Saibaba P., and Bhagya S., 2008, Toxicity studies of detoxified *Jatropha* meal (*Jatropha curcas*) in rats, *Food Chem, Toxicol.*, 46: 3621-3625
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2008.09.010>
- SOFIA, 2007, The state of World fisheries and aquaculture, 2006, FAO Fisheries and aquaculture Department, Rome, pp.1-180
- Solomon S.G., and Okomoda V.T., 2012, Growth performance of *Oreochromis niloticus* fed duckweed (*Lemna minor*) based diets in outdoor hapas, *International Journal of Research in Fisheries and Aquaculture*, ISSN 2277-7729, Volume (2), pp.61-65, Retrieved November 22nd, 2012
http://urpjournals.com/tocjnls/35_12v2i4_6.pdf

- Solomon S.G.; Saiku, S.O.E, and Tiamiyu, L.O., 2007, Wing reproductive termites (*Macrotermes nigeriensis*) soybean (*Glycine max*) meal blend as dietary protein source in the practice diets *heterobranchus bidorsalis* fingerlings, *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(3): 267-270
<http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2007.267-270>
- Tacon A.G.J., and Forster I.P., 2000, Global trends and challenges to aquaculture and aquafeeds development in the new millennium. *International Aquafeeds-Directory and Buyers Guide (2001)*: 4-25. Turret RAI, Uxbridge, Middlesex, United Kingdom
- Tiamiyu L.O., Sadiku S.O.E.and Eyo A.A., 2007, Evaluation of Different thermally processed full fat soybean meal replacement for fishmeal in the diets of *Clarias gariepinus*, *Journal of Sustainable Tropical Agricultural Research*, 22:70-76
- Tiamiyu L.O, Solomon S.G., and Oketa E.J., 2006, Effects of different boiling periods of soybean (*Glycine max* (L) Merrill) on Growth performance of *Tilapia Oreochromis niloticus* fingerling, *Journal of Aquatic Sciences*, 21(1): 15-18
<http://dx.doi.org/10.4314/jas.v21i1.20055>
- Tiamiyu L.O., Solomon S.G., and Sham R.A., 2013, Growth and Nutrient Utilization of *Clarias gariepinus* fed hydrothermally processed velvet beans (*Mucuna utilis*) meals, *International Journal of Advancement in Management Sciences* 3(1)160-166, Published by the Centre for Advance Training and Research, Ghana
- Wikipedia, 2011, Protein and Amino acids,Wikipedia, the free Encyclopedia, Wikimedia foundation inc, USA