


2011 年 12 月

	منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة	联合国 粮食及 农业组织	Food and Agriculture Organization of the United Nations	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture	Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
---	--	--------------------	---	---	---	--

# 渔业委员会

## 水产养殖分委员会

### 第六届会议

2012 年 3 月 26—30 日，南非开普敦

## 水产养殖业不断发展背景下的饲料供给：分析报告

### 内容摘要

全球人口不断增长，为维持当前人均消费水平，至 2030 年全球水产品产量需增加 2300 万吨，而且必须来自于水产养殖。能否满足水产养殖产品未来需求，在很大程度上取决于是否有充足的优质饲料。虽然关于水产饲料成分供给和使用的讨论通常集中于鱼粉和鱼油资源（包括杂鱼），但考虑到以往的趋势和对未来的预测，水产养殖业的可持续性可能与用于水产饲料的陆生动物和植物蛋白、油类以及碳水化合物的持续供给更为密切相关。除确保饲料成分的持续供给以满足不断发展的水产养殖业需求外，还需关注其他一些重要领域和问题。本文件对水产养殖业的饲料成分需求进行了分析，并提请分委员会关注一些问题，为粮农组织在未来水产养殖饲料供给方面的工作寻求指导、建议和方针。

### 请分委员会：

- 1) 审议文件，考虑各国情况以及各个层面解决今后水产养殖饲料供给问题的重要性；
- 2) 就如何改进粮农组织为在全球范围内改善水产养殖业整体可持续性而在未来水产饲料供给领域开展的工作向秘书处提出指导意见和建议。

## 引言

1. 2008年，全球水产养殖产量达6880万吨；其中5290万吨为水生动物，1590万吨为水生植物。水生动物产量占同年全球水产品供给总量的46.7%。考虑到全球人口不断增长，并且认识到海洋捕捞渔业产量不可能再增加，要维持当前人均消费水平，预计到2030年，全球水生动物产量需增加2300万吨，而这些增量只能来自于水产养殖。

2. 尽管水生植物和软体动物的生产不需要投放饵料，但其他水生动物的养殖都需要一定形式的饵料。滤食性有鳍鱼（如白鲢、鳙鱼）的食物（主要是浮游植物和浮游动物）是在池塘/水体中通过自然生产力和/或施肥产生的。此类鱼不需要其他形式的饵料供给，因此在世界范围内其生产过程中都不使用水产饲料。

3. 水产饲料通常用于饲养杂食性鱼类（如罗非鱼、鲶鱼、鲤鱼、遮目鱼等），肉食性鱼类（如鲑鱼、鳟鱼、海鲈、海鲷、金枪鱼等）以及甲壳类（海虾和半咸水虾、淡水虾、螃蟹、龙虾等）。

4. 在养殖过程中利用水产饲料进行饲养的鱼类被称为“饲养鱼类”，而不需要饲养的鱼类通常被称为“非饲养鱼类”。生产饲养鱼类的水产养殖活动被称为“饲养型水产养殖”<sup>1</sup>，反之则称为“非饲养型水产养殖”。同一种鱼在不同的生产体系中可能作为饲养鱼类进行养殖，也可能作为非饲养鱼类进行养殖，因此很难获得一些养殖品种在饲料使用方面的准确生产数据和信息，尤其是鲤鱼、印度鲤等一些杂食性鱼类和草鱼等草食性鱼类。例如，在很多养殖体系中，草鱼的食物只是植物材料/草，而在其他一些体系中，草鱼食用的是外部供给的养殖户自制或商业水产饲料。这种情况使我们无法对很多类似品种的饲料用量进行准确估计。

5. 根据粮农组织估算，2008年约有3170万吨（占全球水生动物总产量的46.1%）水产品的养殖依赖于饲料，包括自制的水产饲料<sup>2</sup>或工业化生产的水产配合饲料<sup>3</sup>。2008年，饲养型水产养殖的产量在3880万吨的全球鱼类和甲壳类总产量中占81.2%，占全球水生动物产量的60%。

6. 虽然有200多种鱼类和甲壳类的养殖目前被认为依赖于外部供给的饲料，但其中有九个品种的产量占全球饲养型水产品总产量的62.2%，包括草鱼、鲤鱼、尼罗罗非鱼、印度鲤、白肢虾、黑鲫、大西洋鲑及鱼芒鲶鱼（pangasiid catfishes）。

---

<sup>1</sup> 利用或有潜力利用任何类型水产饲料的水产养殖方式，相对于单纯依赖于自然生产力的滤食性无脊椎动物和水生植物的养殖。

<sup>2</sup> 指养殖户或小规模饲料生产者在养殖场或小型加工厂通过某种形式加工生产出来的饲料，一般为湿面团状或简单的干/湿颗粒。

<sup>3</sup> 多种成分以不同比例混合而成的水产饲料，各种成分相互补充，形成营养全面的配合饲料。

67.7%以上的饲养鱼类产量来自于淡水鱼类，包括鲤鱼和其他鲤科鱼、罗非鱼、鲶鱼及淡水杂鱼。

## 水产饲料的生产和使用

7. 能否满足水产养殖产品未来需求在很大程度上取决于能否提供充足的优质饲料。

8. 饲养型水产养殖体系包括利用低成本泥质池塘为基础的半集约化生产体系，进行杂食性淡水鱼类（如鲤鱼、罗非鱼、遮目鱼）的大规模养殖，目的是满足国内消费需求；以及利用更为集约化的池塘、网箱或水池为基础的生产系统，进行肉食性淡水/海水和淡水两栖/海水鱼类（海水鱼、鲑鱼、鳟鱼、鳗鱼、鳢科鱼）和甲壳类（海虾、淡水虾、螃蟹等）的养殖，目的是用于出口或满足高端国内市场需求。

9. 饲养方式的选择基于多种因素（各个国家和养殖户的情况可能不同）和多种目标（当地/国内消费或经济作物/出口）。重要因素包括养殖品种的市场价值、养殖户的资金状况以及所需肥料和饲料的当地供给状况。在世界范围内，养殖户采用的饲养方法可分为三个基本类别，即：

- **无饲养：**鱼/甲壳类的生长依赖于水体的自然生产力（如传统的粗放型池塘养殖体系）；
- **内源性饲养：**鱼/甲壳类的生长依赖于通过将肥料用作养分来源，在养殖体系内生产的天然食用生物体（如改良的粗放型池塘养殖体系）；
- **外源性饲养：**鱼/虾的生长依赖于外部饵料供给，形式分为（i）补充饵料（如单一的饵料成分或一种以上饵料成分的混合物），结合内源性饲养体系；（ii）养分价值高的单一食物（如低值鱼/杂鱼）；（iii）营养全面的配合饵料（自制/半商业饲料或商业性生产的工业颗粒饲料）。

10. 本文件主要涉及利用外部饲料，尤其是工业化生产的水产饲料饲养的鱼类和甲壳类，因为目前普遍缺乏关于其他类别饲料的全面信息。

11. 水产配合饲料既用于非滤食性鲤鱼、罗非鱼、鲶鱼及遮目鱼等低价值（从销售角度而言）食用鱼的养殖，也用于海水有鳍鱼、鲑科鱼、海虾、淡水鳗鱼、鳢科鱼及甲壳类等高价值品种的养殖。

12. 2008年，全球工业化生产的动物配合饲料总产量为7.08亿吨，其中2920万吨为水产饲料（占动物饲料总产量的4.1%）。随着畜牧产量的迅速增长，全球工业化生产的动物配合饲料总产量也在不断增长。

13. 同时工业水产配合饲料总产量在过去十年中增长了近四倍。从 1995 年的 760 万吨增至 2008 年的 2920 万吨, 年均增长率为 11%。预期仍将以同等速度持续增长, 至 2015 年达 5100 万吨, 至 2020 年达到 7100 万吨。

14. 以用量而言, 主要品种/品种群的工业水产配合饲料使用情况估算如下: 饲养性鲤鱼(910 万吨, 占总量的 31.3%), 海虾(17.3%), 罗非鱼(13.5%), 鲶鱼(10.0%), 海水鱼(28.3%), 鲑鱼(7.0%), 淡水甲壳类(4.5%), 鳟鱼(3.0%), 遮目鱼(2.0%), 鳊鱼(1.4%), 淡水杂鱼(1.6%)。

15. 如前所述, 与水产配合饲料相比, 目前没有关于全球自制水产饲料总产量的全面信息。据粗略估计, 2006 年全球自制水产饲料总产量介于 1870 万吨与 3070 万吨之间。

16. 然而自制水产饲料在低价值淡水鱼类的养殖中发挥着重要作用。印度养殖户所使用的鲤鱼饲料 97% 以上为自制饲料(2006/07 年为 750 万吨)。在亚洲其他许多国家和撒哈拉以南非洲国家, 自制饲料是低价值淡水鱼类养殖中的主要饲料。

17. 同样缺乏有关将低价值鱼/杂鱼(即用作原料而不是磨成鱼粉)直接用作水产饲料的确切信息。然而据估计, 2006 年低价值鱼/杂鱼在水产养殖中的总用量介于 560 万吨与 880 万吨之间, 而 2008 年仅中国的水产养殖业就使用了 600 万至 800 万吨低价值鱼/杂鱼, 包括海水杂鱼、淡水鱼、鲜活食用鱼。

### 饲料成分及其供给量

18. 用于生产水产饲料的饲料成分根据其来源主要分为三类: 动物营养源; 植物营养源; 微生物营养源。动物营养源包括水生和陆生动物。

### 水生动物蛋白粉和脂类

19. 水产饲料中使用的主要水生动物蛋白粉和脂类包括鱼/贝类粉和油; 鱼/贝类副产品粉和油; 浮游动物粉和油。

20. **鱼/贝类粉和油:** 源自捕捞的野生全鱼/贝及兼捕渔获物的鱼粉和鱼油目前构成动物饲料中主要的水生蛋白和脂类来源。过去 33 年中(1976-2009 年), 全球缩减渔业(将海洋捕捞水产品转化为鱼粉)的总产量处于 1800-3000 万吨之间。1976 年, 全球缩减渔业的总产量为 1820 万吨, 逐步增长至 1994 年的 3020 万吨, 之后稳步下降至 2009 年的 1790 万吨。因此, 鱼粉和鱼油的产量也出现了类似趋势。全球鱼粉总产量由 1976 年的 500 万吨逐步增长至 1994 年的 748 万吨, 之后稳步下降至 2009 年的 574 万吨。同样地, 全球鱼油总产量由 1976 年的 102 万吨稳步增长至 1994 年的 150 万吨(例外情况是 1986 年和 1989 年出现了 167 万吨和 164 万吨的

高产量), 自 1994 年起则稳步下降至 2009 年的 107 万吨。因此, 对过去 15 年间 (1994-2009 年) 渔业数据下降情况的分析显示, 源自海洋捕捞渔业的全球鱼粉和鱼油总产量自 1995 年以来分别以年均 1.7% 和 2.6% 的速度不断下降。

21. 非食用鱼类捕捞量从 1976 年的 2060 万吨增至 1994 年的 3420 万吨, 在捕捞总量中的比例在此期间由 31.5% 上升至 37.1%。自 1995 年以来, 非食用鱼类捕捞量的绝对数量以及在捕捞总量中的比例都在不断下降。1995 年, 全球鱼类和贝类上岸量中有 3130 万吨是用于非食用用途的 (占捕捞总量的 33.9%), 其中 2720 万吨 (占捕捞总量的 29.5%) 被加工成鱼粉和鱼油, 而 2009 年全球上岸量中有 2280 万吨是用于非食用用途的 (占捕捞总量的 25.7%)。其中 1790 万吨 (占捕捞总量的 20.2%) 被加工成鱼粉和鱼油。非食用鱼类捕捞量在不久的将来可能会进一步下降。

22. 非食用鱼类捕捞量下降的原因是多样的, 包括更多的饲用鱼类被用于人类消费, 饲料专用鱼类捕捞量因配额削减和不管制捕捞监管加强而下降。例如, 传统饲用鱼类 (如挪威的毛鳞鱼、鲱鱼和蓝鳕, 丹麦的鲱鱼和蓝鳕, 智利的竹荚鱼和日本鲭以及秘鲁的鳀鱼) 用于人类消费的数量显著增长。具体而言, 2009 年在秘鲁有 19 万吨 (占捕捞总量的 3%) 秘鲁鳀鱼被用于人类消费。挪威的情况类似, 2010 年捕获的近 100 万吨挪威春季产卵的大西洋鲱中大约 90% 被用于人类消费。

23. 尽管上述情况正在对全球鱼粉和鱼油供给量造成负面影响, 但减少的供给量在一定程度上可以通过由渔业/水产养殖副产品生产的鱼粉/鱼油进行补充。

24. **鱼/贝类副产品粉和油:** 近年来鱼粉和鱼油产量的增加来自于渔业副产品 (捕捞渔业和水产养殖)。据估计, 目前约有 600 万吨来自食用鱼的碎屑和下脚料被用于生产鱼粉和鱼油。国际鱼粉鱼油协会 (IFFO) 最近作出的估计为大约 25% 的鱼粉产量 (2008 年为 123 万吨) 来自于渔业副产品。由于鱼粉加工的可行性不断提高, 来自渔业副产品的鱼粉产量将会继续增长。

25. 自上世纪 70 年代以来, 产自鱼废弃物的鱼粉在鱼粉贸易总额中的比例也在不断上升, 由 1976 年的 7% 增至 2007 年的 20%。尽管很可能大量的养殖鱼类废弃物被用于全球鱼粉和鱼油的生产, 但目前没有关于利用水产加工废弃物生产的鱼粉和鱼油在副产品鱼粉和鱼油总量中所占比例的确切信息。例如, 据称智利所产的 60 万吨鲑鱼可以产生 27 万吨的加工废弃物和死鱼, 并由此生产出 4.86 万吨的鲑鱼油和 4.32 万吨的鲑鱼粉。

26. 挪威的情况类似, 养殖大西洋鲑加工产生的大部分副产品直接被制成鱼贮饲料, 然后再加工成油和浓缩鱼蛋白 (FPC)。2009 年挪威的大西洋鲑产量约为 85 万吨, 其内脏约占总量的 17%, 将近 14.5 万吨, 其中大部分被用于饲喂猪和家禽、以及鲑鱼之外的养殖鱼类的配合饲料。

27. **浮游动物粉和油：**虽然一些海洋浮游动物具有潜力，并且/或者已被考虑用作水产饲料成分，但实现商业性运作的只有南极大磷虾，其 2007 年总上岸量为 118 124 吨。尽管磷虾粉和磷虾油已在市场进行销售，但这两种产品的全球总产量和市场供给量的相关信息目前未知。研究显示，磷虾粉可以取代或补充一些鱼类和甲壳类所食饲料中的鱼粉。虽然海洋中其他浮游动物也具有巨大的生物量，但浮游动物很可能不会成为生长阶段养殖鱼类饲料的主要蛋白成分。然而，将少量昂贵的浮游动物粉用作水产饲料或仔鱼饲料中的生物活性成分或诱剂则更为合理。

### 陆生动物蛋白粉和油脂

28. 水产饲料中普遍使用的主要陆生动物蛋白粉和脂类为：a) 肉类副产品粉（肉粉和肉骨粉）和油脂；b) 禽类副产品粉，水解羽毛粉和禽油；c) 血粉。虽然没有关于产量的确切信息，但据估计 2008 年全球提炼动物蛋白粉和油脂的总产量分别约为 1300 万吨和 1020 万吨。

### 植物营养源

29. 水产饲料中使用的主要植物营养源包括：谷物，包括副产品粉和油；油籽粕和油；豆类和浓缩蛋白粉。

30. **谷物及其副产品：**2009 年全球谷物总产量为 24.89 亿吨，自 1995 年以来年均增长率为 2.2%；2009 年玉米全球总产量为 8.171 亿吨，占全球谷物总产量的 32.8%，其后依次为小麦、水稻和大麦。虽然粮农组织统计数据库农业数据库的贸易数据记录了各个国家在具体交易的谷物副产品粉和油（不包括小麦粉/麦糠和来自玉米乙醇生产的副产品）方面的进出口情况，但目前没有关于全球谷物副产品粉和油总产量的信息。据可再生燃料协会称，2008 年美国生物乙醇炼制厂生产的近 2700 万吨谷物副产品被用作动物饲料。

31. **油籽副产品粉和油：**2009 年，油籽产量为 4.15 亿吨，大豆是产量最大、增幅最快的油籽作物，其份额在总产量中超过 50%（2.109 亿吨）。据估计 2008/9 年大豆粕产量约为 1.516 亿吨。2008/9 年其他主要油籽蛋白粉包括：菜籽粕（3080 万吨），棉籽粕（1440 万吨），葵花籽粕（1260 万吨），棕榈仁粕（620 万吨），花生粕（600 万吨），以及椰仁/椰子粕（190 万吨）。然而，目前没有关于全球浓缩油籽蛋白粉总产量的已发布信息。在油类供给方面，棕榈油是 2008/9 年产量最大的萃取油，产量达 4240 万吨。2008/9 年其他主要油籽油按产量排序依次为：菜籽油，葵花籽油，棕榈仁油，花生油，棉籽油，椰仁油，以及橄榄油。

32. **豆类和浓缩蛋白粉：**在豆类当中，产自豌豆和羽扇豆的浓缩蛋白粉可通过商业性供给用于动物配合饲料，包括水产饲料。2009 年全球干豌豆和干羽扇豆的总产量分别为 1050 万吨和 93 万吨。

## 微生物成分来源

33. 水产饲料的微生物饲料成分来源包括藻类、酵母、真菌、细菌和（或）混合细菌/微生物单细胞蛋白（SCP）。迄今为止，唯一在全球范围内可大量获取的微生物成分来源是酵母衍生产品，包括啤酒酵母和发酵酵母提取产品，但关于这些产品的全球总产量和市场供给量的信息有限或未知。由于这些单细胞蛋白的成本相对较低，所以用作鱼饲料中的主要蛋白成分可能最为适合，或者至少可以部分替代一些鱼类饲料中的鱼粉。虽然微生物和藻类被认为是创新性水产饲料蛋白源，但一些细菌和藻类蛋白源的生产成本是个难题。

34. 通过将天然气用作碳源，细菌蛋白粉已得到生产，并已显示可以替代大西洋鲑饲料中的一些鱼粉。光自养海藻据称已通过各种尖端技术得到大量生产，年产量估计为 10 000 吨。然而目前其生产和加工成本非常高，所以不可能成为水产饲料的主要蛋白源。但微藻产品可被用作高价饲料成分来源。例如，取自红球藻（*Haematococcus*）的虾青素目前在商业生产中被用作鱼饲料中的天然色素。

## 当前饲料成分使用趋势和制约因素

### 鱼粉和油类

35. 鱼粉和鱼油在品种/品种群中的使用：在养殖业中，目前水产养殖是使用鱼粉和鱼油最多的领域。虽然在水产饲料中使用鱼粉和鱼油对于营养级较高的有鳍鱼类和甲壳类（鱼粉含量为 17-65%，鱼油为 3-25%）更为普遍，但营养级低的有鳍鱼类品种/品种群（鲤鱼、罗非鱼、鲶鱼、遮目鱼等）的饲料中也不同程度地使用鱼粉和鱼油。在这些营养级较低鱼类的饲料中，鱼粉用量为 2-10%，只有在少数国家罗非鱼和鲶鱼饲料中鱼粉的比例为 10-25%。

36. 在总用量方面，2008 年鱼粉的最大消费群是虾（占水产配合饲料中鱼粉总量的 27.2%），其次分别是海水鱼（18.8%），鲑鱼（13.7%），鲤鱼（7.4%），淡水甲壳类（6.4%），鳟鱼（5.9%），鲶鱼（5.5%），罗非鱼（5.3%），鳊鱼（5.2%），淡水杂鱼（3.9%），以及遮目鱼（0.8%）。同样，在总用量方面，2008 年鱼油的最大消费群是鲑鱼（占水产配合饲料中鱼油总量的 36.6%），其次分别是海水鱼（24.7%），鳟鱼（16.9%），海虾（12.9%），淡水杂鱼（3.1%），淡水甲壳类（2.6%），鳊鱼（2.6%），以及遮目鱼（0.7%）。

37. 尽管全球鱼粉和鱼油供给总量在过去 33 年中在 457 万吨和 748 万吨之间上下波动，如今稳定在大约每年 500-600 万吨，但水产饲料中的鱼粉和鱼油用量在 1995-2008 年间分别从 187 万吨和 46 万吨增至 373 万吨和 78 万吨。这是在抢占陆生动物养殖行业资源的情况下实现的，尤其是猪和家禽养殖业，目前家禽饲料中的

鱼粉使用量仍在持续下降。1988年，全球鱼粉产量中的80%被用于猪和家禽饲料，仅有10%用于水产饲料。2008年，水产养殖业使用了全球鱼粉产量的60.8%和全球鱼油产量的73.8%，其余部分则被用于其他领域。

38. 鱼粉和鱼油在主要品种/品种群中的使用情况差别很大，而虾、海水鱼和鲑鱼是其最大的消费群。总体而言，使用差别反映出各国在鱼粉和鱼油替代品的选择和使用方面的差异，以及各国在成分成本和供给方面的差异。另外一个因素是在美洲和澳大利亚，陆生动物蛋白和油脂在高营养级的鱼类和甲壳类饲料中的用量在增加，而在亚洲，陆生动物蛋白和油脂在高和低营养级的鱼类和甲壳类饲料中的用量都在增加。在欧洲，水产饲料中陆生动物蛋白（动物副产品）的使用受到限制。

39. 如前所述，低价值鱼/杂鱼也在日益被用作养殖肉食性品种的水产饲料，尤其是在亚洲。

40. 过去10-12年中，鱼粉和鱼油以及杂鱼/低价值鱼在水产养殖中用量增加的主要原因在于世界范围内肉食性品种产量的增加，尤其是海水甲壳类、海水有鳍鱼、鲑科鱼和其他海水、淡水两栖鱼。

41. 虽然水产养殖业仍然是世界上使用鱼粉最多的行业，但自2006年起鱼粉在水产饲料中的用量在逐渐减少。2005年，水产养殖业使用了大约423万吨（占水产饲料总重量的18.7%）的鱼粉，而2008年的用量则降至372万吨（占水产饲料总重量的12.8%）。据预测，尽管全球范围内水产养殖产量在不断增加，鱼粉在水产饲料中的用量至2015年却将进一步减至363万吨（占2015年水产饲料总量的7.1%），至2020年将减至349万吨（占2020年水产饲料总量的4.9%）。

42. 鱼粉用量减少的原因在于市场需求和价格的增长，配额削减和不管制捕捞监管加强造成的供给减少，以及更具成本效益的饲用鱼粉替代品的使用增加。由于鱼粉的供给量有限且价格不断上涨，近几十年来研究机构和水产饲料工业自身都进行了大量研究，以减少对鱼粉的依赖性。

43. 所有这些研究在许多养殖品种的消化过程和营养需要，以及使饲料原材料更适于在饲料中使用的加工工艺方面提供了更为具体的知识。这些研究成果促使1995-2008年间主要养殖品种的配合饲料中鱼粉的平均含量大幅下降。知识的增加还促成饲料转化率（FCR）的提高，减少了养殖废弃物的数量。

44. 在过去13年中（1995-2008年），主要鱼类饲料中鱼粉含量大幅下降：饲养鲤鱼（鱼粉含量从1995年的10%降至2008年的3%）；罗非鱼（由10%降至5%），淡水杂鱼（由55%降至30%），鲑科鱼（由45%降至20%），遮目鱼（由15%降至5%），鳊鱼（由65%降至46%），海水鱼（由50%降至26%），海虾（由28%降至20%），淡水甲壳类（有25%降至18%）。



45. 据进一步预测，在今后 10-12 年间，不同肉食性鱼和甲壳类饲料中的鱼粉含量将进一步减少 10-22%，对于鲤鱼、罗非鱼和鲶鱼而言，将从 7%降至 1%，鲑鱼和鳟鱼，将从 25%降至 12%；海虾，将从 20%降至 8%；淡水甲壳类，将从 18%降至 8%；海水鱼，将从 26%降至 12%；鳗鱼，将从 46%降至 30%；淡水杂鱼，将从 30%降至 8%。

46. 此外，尽管饲料效率得到提高且饲料管理得到改善，但据预测许多依赖于工业化生产的水产配合饲料的养殖品种（如饲养鲤鱼、鲶鱼、罗非鱼、遮目鱼、鳗鱼、海水鱼、海虾和淡水甲壳类）的饲料转化率将降低 0.1-0.4。例如，依赖于工业水产配合饲料的饲养鲤鱼的饲料转化率在 2008 年为 1.8，预计 2020 年将降至 1.6，对于鲶鱼和遮目鱼而言，将分别从 1.5 和 2.0 降至 1.3 和 1.6。如对于上述品种/品种群的预测成真，则可以计算出在水产饲料总产量和饲养型水产养殖产量预计分别增长 244%和 230%的情况下，食用鱼粉鱼类产量则会降低 6%。

47. 虽然据预测在今后十年，不同肉食性鱼和甲壳类饲料中的鱼油含量也会将降低 0.5-0.7%，但水产养殖业的鱼油用量从长期来看很可能会增加，尽管过程会非常缓慢。总用量将会增长 16%以上，从 2008 年的 78.2 万吨（占饲料总重量的 2.7%）增至 2015 年的 84.5 万吨（占 2015 年水产饲料总量的 1.7%），到 2020 年则增至 90.8 万吨（占 2020 年水产饲料总量的 1.3%）。

48. 出现增长的原因在于海水有鳍鱼和甲壳类养殖行业迅速增长，目前没有具有成本效益的且富含二十碳五烯酸（EPA; 20:5n-3）和二十二碳六烯酸（DHA; 22:6n-3）等长链高度不饱和脂肪酸（HUFA）的饲料脂类替代来源，所以对鱼油资源的需求会不断增长。同时将鱼油直接用作人类食用的补充剂或药剂的需求也在不断增长。

49. 替代鱼油的脂类来源目前正得到大量使用。主要包括植物油（如亚麻籽、大豆、双低油菜和棕榈），特别是欧米伽 3 含量高的植物油，以及禽油。养殖鱼废料产生的油对于其他养殖鱼类而言也是一种潜在的欧米伽 3 来源。

50. 虽然水产饲料中鱼油含量的减少不会对养殖品种的健康产生任何有害作用，但最终产品中由高度不饱和脂肪酸带来的健康益处可能会减少，包括 EPA 和 DHA 的含量会降低。因此需要进行深入研究，以便找到鱼油的替代品，如通过酵母发酵由碳氢化合物产生长链（LC）欧米伽 3，从藻类中进行提取和（或）对植物进行遗传修饰以使其产生长链欧米伽 3 脂肪酸。

51. 目前高度不饱和脂肪酸含量极高的海洋微藻或细菌的生产成本较高，无法用于大多数水产饲料当中，但更具成本效益的生产方法将改变这种情况。一些研究正在致力于通过找到适合的抗氧化剂来防止高度不饱和脂肪酸氧化并优化其含量以

保持养殖鱼类的健康益处，和（或）在不损害鱼类健康和福利的情况下，确定各个生长阶段饲料中海洋油类的含量水平。还有一些研究正在探求某些微藻中的脂肪酸谱是否适合替代鲑科鱼饲料中的鱼油。

52. 综上所述，很显然为与饲养型水产养殖的产量相协调，全球水产饲料产量将继续增长，预计 2020 年达到 7100 万吨。以上分析还表明尽管在未来十年鱼粉和鱼油的供给可能不会成为一项主要制约因素，但如要实现水产饲料产量的持续增长，其他饲料成分和投入品供给必须以相似的速度增长，且必须从其他资源得到满足（如大豆、玉米、提炼动物副产品等）。

### **陆生动物粉和油类**

53. 在欧洲以外的国家，陆生动物蛋白粉和油在水产配合饲料中的用量正在不断增长，无论是用于高营养级还是低营养级品种/品种群（如鲑鱼、鳟鱼、海水有鳍鱼、海虾、鲶鱼、罗非鱼、鲤鱼以及鳊鱼）的水产配合饲料，只是各个品种/品种群所使用的类型和数量有所不同。含量水平一般为禽类副产品粉 2-30%，水解羽毛粉 5-20%，血粉 1-10%，肉粉 2-30%，肉骨粉 5-30%，禽油 1-15%。尽管增长趋势明显，但估计陆生动物副产品粉和油在水产配合饲料中的总用量为 15-30 万吨，在全球水产配合饲料总产量中的份额不足 1%。显而易见，存在很大的增长和拓展空间。如前所述，根据欧盟立法，动物副产品在水产饲料中的使用在欧洲受到限制。

### **植物蛋白粉和油类**

54. 普遍用于水产饲料中的植物蛋白粉包括大豆粕，麦麸粉，玉米麸粉，普通菜籽粕/双低菜籽粕，棉籽粕，葵花籽粕，花生粕，芥子油饼，羽扇豆粕以及蚕豆粕，植物油包括普通菜籽油/双低菜籽油，大豆油以及棕榈油。植物蛋白是营养级较低鱼类（罗非鱼、鲤鱼、鲶鱼）饲料中的主要蛋白源，对海虾和欧洲的高营养级鱼类（如鲑鱼、鳟鱼、海水鱼、鳗鱼）而言，是仅次于鱼粉和鱼油的第二大饲料蛋白和脂类来源。

55. 其他耗用大量植物蛋白粉和油的品种/品种群包括遮目鱼、鳊鱼、淡水虾、大盖巨脂鲤和淡水螯虾。不同品种/品种群饲料中的用量不同，含量范围如下：大豆粕（3-60%），麦麸粉（2-13%），玉米麸粉（2-40%），普通菜籽粕/双低菜籽粕（2-40%），棉籽粕（1-25%），花生粕（约 30%），芥子油饼（约 10%），羽扇豆粕（5-30%），葵花籽粕（5-9%），浓缩双低油菜蛋白（10-15%），蚕豆粕（5-8%），紫花豌豆粕（3-10%），普通菜籽油/双低菜籽油（5-15%），大豆油（1-10%）。

56. 大豆粕是在水产配合饲料中使用最为普遍的植物蛋白源，也是最为突出的替代水产饲料中鱼粉的蛋白成分，草食性及杂食性鱼类和甲壳类饲料中通常含有

15-45%的大豆粕，2008年的平均值为25%。在全球用量方面，基于2008年的水产配合饲料总产量为2930万吨，据估计水产养殖业消耗了约680万吨大豆粕（占水产配合饲料总重量的23.2%）。其他用量日益增长的植物蛋白包括玉米产品（如玉米麸粉），羽扇豆和豌豆等豆类，油籽粕（普通菜籽粕，棉籽粕和葵花籽粕），以及来自小麦、稻米和大麦等其他谷物产品的蛋白。

57. 目前，对植物蛋白/油的选择取决于对当地市场供给和成本，以及相关蛋白粉和（或）植物油的营养概况所进行的综合考虑。随着鱼粉价格持续上涨，相对于用在高营养级养殖品种和甲壳类饲料中的常规植物蛋白粉，浓缩植物蛋白（包括浓缩大豆蛋白、浓缩双低油菜蛋白、浓缩豌豆蛋白以及玉米/小麦麸粉）的作用将日益突出。例如，预计2020年对用于水产饲料的浓缩大豆蛋白的需求将达280万吨以上。

## 结论

58. 虽然关于水产饲料成分供给和使用的讨论经常集中于鱼粉和鱼油资源（包括杂鱼），但考虑到以往趋势和对未来的预测，水产养殖业的可持续性可能与用于水产饲料的陆生动物和植物蛋白、油类和碳水化合物更为密切相关。因此水产养殖业应非常重视确保陆生和植物饲料成分的可持续供给。

59. 除确保饲料成分（包括鱼粉和鱼油）的持续供给以满足水产养殖业日益增长的需求外，还需要关注其他一些领域：

- 制定应对战略，提高养殖户对原材料价格上涨/波动的适应能力；
- 解决饲料和饲料成分供应链存在的问题，特别是在撒哈拉以南非洲国家，使养殖户和小规模饲料生产者能够更好地获取饲料和饲料成分；
- 确保符合关于饲料原材料、饲料添加剂和饲料的国家质量标准；
- 促进小规模饲料生产者所生产的水产饲料的安全正确使用，以及可靠的质量；
- 改进养殖场饲养和饲料管理方式以及养殖户层面的技术转移；
- 当地层面的饲料配方设计和生产（如自制饲料，半商业饲料）；
- 提高小规模饲料生产者的能力，加强支持服务，以改善亚洲和撒哈拉以南非洲国家的生产技术。

## 待解决问题

### 对鱼粉和鱼油替代品的持续关注

60. 水产养殖业应继续寻找以植物和动物为基础的物美价廉的饲料成分来源，以替代水产饲料中的鱼粉。然而，此类研究中大部分集中于植物饲料成分，以求显著

提高其营养质量；因此考虑到陆生动物副产品粉和油在水产配合饲料中的总用量不足全球水产配合饲料总产量的 1%，同样重视改进陆生产品/副产品的质量是非常必要的。

61. 据预测，虽然在不同肉食性鱼类和甲壳类饲料中的鱼油含量预计将降低，但鱼油在水产养殖中的总用量将增加，因此关于鱼油替代品的持续研究将成为重点，以维持养殖品种在最终产品中高度不饱和脂肪酸方面的质量。

#### **降低国家对进口饲料成分的依赖度**

62. 鼓励通过提供服务和培训机会，促使尽可能多地将当地供给的饲料成分用作饲料投入品，来降低发展中国家对于水产配合饲料的进口饲料成分和肥料的依赖度。当地知识与研究活动结合起来将会发挥作用。

#### **特别关注使用自制和半商业水产饲料的小规模养殖户并帮助小规模水产饲料生产者**

63. 暂且不论使用自制和半商业水产饲料的优缺点，目前迫切需要帮助和培训缺乏资源并使用自制和半商业水产饲料的养殖户，从而改善饲料配方设计和尽量减少使用不必要的饲料添加剂和化学品（包括抗生素），并且改善饲料管理技术。有必要通过关注成分质量、季节性变化、销售和储存、加工技术改进等因素的研发计划进一步改进自制饲料。研发活动需要得到更好推广服务的支持。还需要支持性服务来加强小规模水产饲料生产者改进生产工艺的能力。

#### **尽量减少饲料和饲养方式对环境和生态系统的影响**

64. 尽量减少饲料和饲养方式对环境和生态系统的影响。这可能包括：a)使用消化率高的饲料成分；b)同时养殖可以受益于前者产生的养分废弃物的品种；c)在以絮凝剂为基础的封闭式零水交换养殖条件下进行水产养殖。

#### **饲料和肥料资源的多元化**

65. 通过关于养殖品种的营养需要和饲料材料的养分有效性的研究、推广和信息促进饲料和肥料资源的多元化利用。

#### **征求指导意见：**

66. 请分委员会审议本文件，考虑各国情况以及所有层面解决未来水产养殖业饲料供给问题的重要性，并就如何改进粮农组织为在全球范围内改善水产养殖业整体可持续性而在未来水产饲料供给领域开展的工作向秘书处提出指导意见和建议。