



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

منظمة
الأغذية والزراعة
للأمم المتحدة

渔业委员会

水产养殖分委员会

第八届会议

2015 年 10 月 5-9 日，巴西巴西利亚

水产养殖业发展研究与教育

内容提要

本工作文件概述了水产养殖业的教育和研究现状，举例阐释了教育和研究如何才能更好地促进水产养殖的发展，为讨论粮农组织是否应该促进和指导研究与教育以推动水产养殖业发展，以及倘若应该，在哪些领域和用何种方法加以促进并提供指导等奠定了基础。

请分委员会：

审阅文件、发表评论并提出建议，指明未来为协助和改进水产养殖研究与教育，尤其是支持水产养殖业有效利用资源、实现可持续集约化将开展的行动。

为尽量减轻粮农组织工作过程对环境的影响，促进实现对气候变化零影响，本文件印数有限。谨请各位代表、观察员携带文件与会，勿再索取副本。
粮农组织大多数会议文件可从互联网 www.fao.org/cofi/zh 网站获取。

引言

1. 在过去三十年间，水产养殖业是发展最快的食品生产分部门。现在，该分部门年产量约为 9720 万吨（包括水生植物），相当于所有水产食品的百分之五十¹。水产养殖业是最有潜力的食品生产产业之一，不论从社会经济还是粮食安全的角度都是如此²。通过提供就业以及经济发展机会，该行业可以帮助减少贫困。

2. 2012 年渔业和水产养殖约为 5800 万人提供了直接就业机会，其价值链约为 2 亿人提供了就业机会。8.8 亿人以此为生³。2012 年有 3940 万人从事捕捞渔业，1890 万人从事水产养殖。

3. 水产养殖也是开采自然水生资源的一种替代方式，并且已经证明其有能力通过生产温室气体排放量低、可进行碳封存的食品种类和商品，来促进减缓气候变化的影响。例如，每千克可食用大西洋鲑、鸡肉、猪肉和牛肉产品的碳排放量分别为 2.9、2.7、5.9、30.0 千克二氧化碳⁴。

4. 捕捞渔业已经进入稳定时期，但水产养殖促进了海洋食品部门的发展，增加了产品多样性，找到了在不同的水生生态系统中实现经济发展和环境保护目标的方法⁵。水产养殖历来严重依赖资源（土地、水和劳动力），尽管最近正稳步转变为知识和技术驱动产业。

5. 在管理和技术方面有许多创新，这使水产养殖能够有效满足营养安全、体面就业和可持续生产的需求。传统农场改良技术在许多国家的广泛采用，证明水产养殖有能力提高生产力、促进农村生计多样化、提供发展中国家农业就业和收入⁶，但与此同时还存在一些限制和挑战。

从“生产更多”转向“少投多产”

6. 在诸多限制中，资源限制已将水产养殖的发展方向从“生产更多”转变为“少投多产”。这反映了可持续生产面临众多挑战，包括水产品种需求增加，养殖系统和养殖环境多样化，疾病发生率上升，预期气候变化将产生威胁，不同利益相关者对资源的竞争日益加剧，以及这种竞争有可能引起冲突。这些挑战不会自行消失，而新的问题会使其更加复杂。

¹ 粮农组织，2015a，《Fishstat Plus》，第 2.32 版，罗马，粮农组织（www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en）。

² Urdes, L-D., Diaconescu, C., Marin, M.和 Dinita, G., 2013 年，《兽医教育在促进水产养殖发展中的作用》，《Procedia-Social and Behavioral Sciences》，106: 3091-3094。

³ 粮农组织，2015b，《蓝色成长倡议》，渔业及水产养殖部，罗马，粮农组织，第 47 页。

⁴ <http://www.globalsalmoninitiative.org/sustainability-report/>

⁵ 阿农，2014 年，《国家水产养殖研究与发展战略规划》，《National Program 106: Aquaculture》，农业研究局，美国农业部，第 22 页，http://www.nmfs.noaa.gov/aquaculture/docs/research/jsa_draft_aq_research_plan.pdf

⁶ Ahmed, M.和 Lorica, M.H., 2002 年，《通过发展水产养殖改善发展中国家的粮食安全状况 - 来自亚洲的教训》，《粮食政策》，27: 125-141。

7. 农业历史尤其是绿色革命历史表明，对科学技术和人力开发（从科学家到农民各个层次）进行目标明确的投资，能够促使生产率边界的扩张领先于人口增长。谷物研究的投资收益相当可观。在水产养殖中，遗传改良养殖罗非鱼⁷的开发和推广提供了一个高投资收益率的范例（1988 到 2010 年为 70%，按 2001 年不变价格计，其净现值估计为 3.68 亿美元）⁸。

8. 简而言之，通过有效消除老问题、促进解决新问题、推动创新发展，研究与教育投资产生了经济和社会效益。

9. 生产更多 – “使用、改进、分享已知技术，使水产养殖业赶上畜牧业” – 是开发署⁹和粮农组织于 1976 年组织的京都水产养殖会议所提倡的科学战略的核心。该战略有四个基础：（i）通过成熟技术的转让，增加水产养殖产量；（ii）通过与学术机构开展互补性活动，借助基础研究和应用研究，开展有助于增加产量的相关适应性研究；（iii）培训水产养殖发展和生产项目的高级规划与管理人才；以及（iv）为用于国家水产养殖发展项目公共支出提供正当理由。

10. 从相关学科汇编了知识，从农作物和畜牧业及渔业借鉴了技术，而过去用于鱼类养殖的基本生产技术和传统工艺（比如中国的综合水产养殖、印度的混养和挪威的鲑鱼养殖简易蓄水池）在经过改良并注入科学内容之后，借助实际训练得以传播，并在各国间进行交流。

11. 从学科研究调整为跨学科研究的目的是解决农作系统的具体问题。人力发展目标的设定是通过评估产业科学、技术、管理和生产需求，并将培训计划与这些需求和优先重点结合起来实现的。

12. 早期的优先重点很简单：生产更多驯化种类，扩大水产养殖发展。过去注重产生可见和可衡量的结果。例如，从 1978 年起，在通过一项关于科学进展的开放政策后，中国的水产养殖产量从 1978 年的 250 万吨跃至 1996 年的 2220 万吨，并且于 2013 年超过 5710 万吨。其在渔业总产量中所占的比重也从 1978 年的 42.4% 分别增加至 1996 年的 60.8%、2013 年的 77.5%。

13. 通过培训、技术会议、研讨会、专家交流和介绍，政府机构间的合作系统地转让了成熟生产实践中的技术和管理细节。国家人才的培训和设备的更新对研究与开发的后续投资产生了乘数效应。地区和国家能力（包括接受过培训的人员、更新过的设备以及更有效的操作和管理系统）的加强，使得执行后续研究和培训计划更加容易、更加经济。

⁷ 遗传改良养殖罗非鱼

⁸ 亚洲开发银行，2005 年，《遗传改良养殖罗非鱼的影响评估》，

<http://www.adb.org/sites/default/files/publication/29623/ies-tilapia-dissemination.pdf>

⁹ 联合国开发计划署

14. 该战略成效显著。水产养殖稳步发展。1976 年水产养殖年产量估计为 540 万吨，此后水产养殖维持了 10%或以上的年增长速度，在 1996 年之前年产量达到 3380 万吨。2013 年，水产养殖年产量逾 9700 万吨，目前一些国家水产养殖的鱼产量已经超过捕捞渔业产量。

15. 减少投入但增加产出，即“少投多产”是粮农组织 2006 年在广州开展的全球水产养殖审查工作的核心议题¹⁰。虽然技术在不断进步，但人口与日俱增，资源已经不能满足需要。2010 年全球水产养殖大会也再次确认了这一情况¹¹。可以肯定，这一问题普遍存在于各个行业，其他行业在 2006 年之前便早已察觉并认识到这一问题。为解决这一问题，科学界、学术界、业界和政府以公平享利为原则，一直都在想方设法利用更少的资源和能源，生产和提供更多的产品和服务，努力减少废弃物排放，并将废弃物转化为有用的产品。这是对一个有社会担当的知识型经济的简单化描述，也正是本文件呼吁水产养殖部门应尽快实现的一种状态。

16. 对于水产养殖业的发展来说，知识，包括知识的产生、交流和使用，一直都发挥着至关重要的作用。政策制定者和利益相关者需要进一步了解各种知识流程，比如知识的转化（实施）、知识网络（例如各类养殖者协会的作用）以及如何利用知识平台和协商者，其宗旨都是为了更有效地传播和应用知识。1976 年京都水产养殖大会上提出的一些目标在 2000 年提出的《曼谷宣言》中得到了巩固，如果大部分的利益相关者能够做好知识管理工作，对于实现这些目标将会产生日益重要的作用，并会越来越有助于推动水产养殖业的可持续发展¹²。

17. 借助新知识可以实现“少投多产”，在这方面有很好的例子。例如，过去三十多年时间里，大西洋鲑养殖者将饲料效率（千克活体增重/千克饲料干重）从 1975 年的不足 0.3 提高至 2010 年的约 0.85¹³。在挪威养殖的大西洋鲑每千克的饲料成本也因为饲料质量和饲料管理的改善，从 1985 年 3.5 美元降至 2006 年 1.5 美元¹⁴。

¹⁰ 粮农组织渔业部，《2006 年世界水产养殖状况》，粮农组织渔业技术文件 500 号，罗马，粮农组织，2006 年，134 页，<http://www.fao.org/3/a-a0874e.pdf>。

¹¹ Davy, F.B., Soto, D., Bhat, V., Umesh, N.R., Yucel-Gier, G., Hough, C.A.M., Derun, Y., Infante, R., Ingram, B., Phoung, N.T., Wilkinson, S. 和 De Silva, S.S., 2012 年，《Investing in knowledge, communications and training/extension for responsible aquaculture》.R.P.Subasinghe, J.R.Arthur, D.M.Bartley, S.S.De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V.Mohan 和 P. Sorgeloos, 主编，《Farming the Waters for People and Food》《2010 年全球水产养殖大会会议纪要》，泰国普吉岛，2010 年 9 月 22—25 日，第 569 至 625 页，粮农组织，罗马和亚太水产养殖中心网，曼谷。

¹² <http://www.fao.org/3/a-ad351e.pdf>。

¹³ Kaushik, S.J. 2013 年，《Feed management and on-farm feeding practices of temperate fish with special reference to salmonids》.M.R.Hasan 和 M.B.New, 主编，《On-farm feeding and feed management in aquaculture》，第 519 页至 551 页，粮农组织渔业和水产养殖技术文件 583 号，罗马，粮农组织，585 页。

¹⁴ Robb, D.H.F. 和 Crampton, V.O. 2013 年，《On-farm feeding and feed management: perspectives from the fish feed industry》.M.R.Hasan 和 M.B.New, 主编，《On-farm feeding and feed management in aquaculture》，第 489 页至 518 页，粮农组织渔业和水产养殖技术文件 583 号，罗马，粮农组织，585 页。

养殖鲑鱼每千克产生的温室气体排放量小于其他大多数养殖鱼类和虾类¹⁵。其他例证还包括在鲑鱼饲料中大幅减少鱼肉的使用（从 1995 年 45% 降至 2008 年 25%，预计至 2020 年将进一步减少到 12%），同时增加使用来自陆地的饲料成分¹⁶。这些技术进步都归功于遗传、饲料和营养方面的研究和创新¹⁷。另一个案例（主要在挪威）是利用卫生管理的专项投资，研究开发疫苗以减少抗生素的使用。这些创新已由私营部门传播到智利等其他国家。

2000 年以后水产养殖业发展战略

18. 《关于 2000 年以后水产养殖业发展的曼谷宣言和战略》¹⁸ 共有 16 项内容。其中两项为(a)人力投资，开展教育和培训和(b)对研究和开发的投资。关于教育和培训，建议：

- 采用参与式的课程设计办法；
- 各个机构互相合作，建立联系；
- 采用以问题为导向的多学科学习方法；
- 利用互联网和远程学习等现代培训、教育和沟通工具，加强区域内和区域间在课程设计、经验交流和辅助知识库和资料开发方面的合作和联系；并
- 保证实际方法和理论方法的比例均衡，为行业培养创新意识强的技术人才。

19. 此前建议的研发战略是通过各类机制充分利用研究资源，建立研究团队，更好地响应发展要求。各类机制如下：

- 多学科合作研究；
- 利益相关方参与选定研究内容和改善研究、推广、生产各环节的联系；
- 机构、公共部门和私营部门组织间的合作供资安排；
- 有效的交流网络；
- 区域内和区域间合作；
- 持续提升研究人员的技能水平。

¹⁵ <http://www.wri.org/events/2014/06/improving-productivity-and-environmental-performance>。

¹⁶ Tacon, A.G.J., Hasan, M.R.和 Metian, M.,2011 年,《Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects》, 粮农组织渔业和水产养殖技术文件 564 号。粮农组织, 87 页。

¹⁷ Asche,F.和 Roll, K.H., 2013 年,《Determinants of inefficiency in Norwegian salmon aquaculture》,《Aquaculture Economics & Management》, 17 (3): 300-321。

¹⁸ 亚太水产养殖中心网/粮农组织, 2000 年,《关于 2000 年以后水产养殖业发展的曼谷宣言和战略》, 第三千年水产养殖大会, 2000 年 2 月 20 至 25 日, 泰国, 曼谷, 亚太水产养殖中心网, 曼谷和粮农组织, 罗马, 27 页, <http://www.fao.org/3/a-ad351e.pdf>。

教育：确定未来各项需求的优先顺序，并制定实施战略

20. 教育是一切发展的基础，跨学科的水产养殖教育是水产养殖业可持续发展的基石。中国通过对水产养殖业等关键部门的教育进行投资获益匪浅，这就是一个很有说服力的例子¹⁹。教育的优先重点应以未来的需要为基础，同时也要有明确的实施战略。然而，确定优先重点时的标准却经常变化不定，统一的方法往往不切实际或不大可取。但还是有些经验规则可谈，其中包括：

- 确定未来发展的关键领域和机遇；
- 鼓励高校调整水产养殖专业的课程设计，以满足水产养殖部门的重点需求；
- 提高课程质量，完善特别项目，以培养人们从综合全面的角度看待水产养殖业和管理，从而设计出解决实际问题的方法。
- 所有层面的教育都要涵盖减少水产养殖业社会和环境影响的能力培养。
- 发展非传统教育和终生学习等其他学习系统，即让人们为应对不断变化的情形而学习，而不是为了学习而学习。除了传统教育以外，知识还有很多其他的传播方式，例如，与养殖者合作进行研究。
- 辅导体系是此类学习系统中重要的组成部分，需要在知识网络下进行协调。

21. 教育体系标准化将缓解水产养殖业劳动力市场的流动性问题。但此举可能会破坏地方特性和课程多样性，因此教育体系的协调一致比标准化更为重要，可以鼓励多样性和创新；最适合各个国家的教育体系才最有利于所有其他国家。

22. 由国际知名机构和国际联网机构牵头的合作和伙伴关系联盟是提高教育计划质量的有效机制。联盟可成为一种机制，以：

- 理顺研究流程，避免不同机构重复同一研究；
- 交换信息和分享经验；
- 提高对潜在学生的吸引力，吸引其进入水产养殖业和渔业。

23. 大韩民国提议设立一所粮农组织世界水产大学，作为依据粮农组织《章程》第 XV 条所设的独立国际机构。粮农组织秘书处已着手开展独立研究，评估此项提议的可行性。韩国即将向粮农组织总干事正式提交此建议，同时依据总干事的决定，须很快启动与粮农组织各领导机构的磋商进程，并最终由 2017 年 6 月召开的粮农组织大会做出决定。粮农组织世界水产大学将通过三所学院开展研究生课程（硕士和博士研究生），其中一所为水产养殖技术学院。其目标是成为全球水产先进教育

¹⁹ Nandeesh, M.C., 2003 年。“印度水产养殖教育 - 全球合作的机会”，《亚洲水产养殖》，第八卷(2)：第 26-31 段。

和研究卓越中心，为来自发展中国家的学生教育发挥独特作用，但同时也面向来自发达国家的学生。

24. 私营部门应成为教育联盟的一部分，使其人力和技术需求均得到考虑（私营部门往往不能确定教育机构对他们的要求）。设立特定教育课程的需求可能受商业趋势的驱动；学生会受就业机会鼓舞。上世纪九十年代中期，泰国虾业迅猛发展，水产养殖专业的学生人数也因此大幅增加。

25. 根本的问题是教育（以及研究）应满足市场需求。教育机构，即便是负责提供公共教育和研究的公立大学，日渐以市场为导向，这似已成为趋势，表明了一个关键战略是在学术界、私营行业（包括投入物和服务供应商与生产商）以及相关政府机构和组织之间建立伙伴关系，即组建联盟。

私营部门的作用以及公私部门的合作

26. 私营部门在推动研究和创新方面发挥了关键作用。这一点值得注意，尤其在营养和健康方面。营养方面包括饲料开发和管理。饲料公司为研究计划投入大量资金，尽管其研究结果不一定广泛共享。研发投入大多由发达经济体的私营部门提供，其驱动因素是产品或服务的经济价值和收益率高。研发成果应当与欠发达国家和地区共享，某些情形下也确实进行了共享。在健康方面，疫苗开发、诊断和治疗方面的进展极大减少了水产养殖中与疾病相关的损失。

27. 鲑鱼养殖技术的进步被用以提高尼罗罗非鱼、印度和中国鲤鱼、鲶鱼等其它鱼类养殖的效率。行业内以及行业与政府间的研究和培训合作可将研究集中于解决水产养殖的发展需要；私营部门已认识到，为改善饲养和提高饲料转化率进行的联合研究能减轻对饲料成分供应的压力，并提高水产养殖的生产力和环境绩效。

28. 国家机构间的联系 - 如今，建立一个供国家或分区域内的教育机构共享信息的平台十分经济有效。随着信息技术使这种联系成为可能，且将成本和努力降至最低，建立水产养殖教学和研究机构网络将非常有益。

29. 与养殖社区建立网络 - 最终是由养殖者检验技术的商业可行性，即使他们自己在养殖中提出创新方法也是如此。与养殖者联网，可安排学生获得宝贵的实际工作经验，有机会开展商业化研究和开发计划，从而取得有利的教育成果。

30. 区域内联网 - 多样性和流动性是全球教育能力建设的重要组成部分。区域间的资源共享和区域内部的资源共享一样重要。例如，亚洲有一些水产养殖专门机构，目前有望在这些机构之间建立密切联系。日本发挥了重要作用，利用专业知识

帮助区域内若干其他国家。日本通过东南亚渔业发展中心²⁰，大力支持了位于菲律宾的东南亚渔业发展中心水产养殖部。

31. 泰国的亚洲理工学院在发展该区域小规模水产养殖技术，以及培训若干国家的研究人员、管理者、技术人员和生产者方面发挥了关键作用。粮农组织在不同国家/组织间开展的南南合作/伙伴关系已成为十分有用的平台，在不同区域（如，亚太地区(包括南亚)、中亚、撒哈拉以南非洲、以及拉丁美洲及加勒比岛屿）建立机构/国家间网络和紧密联系。

32. 出于多方面原因，建立水产养殖教育和研究网络时，应给予撒哈拉以南非洲特别考虑。虽然若干具备水产养殖研究能力的学术机构位于撒哈拉以南非洲，但是这些机构似乎地理位置偏远，联网和资源共享的机会非常少。近来已进行尝试，以促进建立机构间网络，推动区域研究和提升教育能力。

33. 例如，在非洲发展新伙伴关系的区域渔业节点计划的支持下，马拉维大学邦达农学院已制定区域水产养殖博士学位培训计划。该计划支持为东部非洲、中部非洲和南部非洲的学生提供培训，以建立并巩固参与改善和实施项目的研究人员网络，从而改善渔业、水产养殖生产和生物多样性。

34. 其他机构包括非洲农业研究论坛，该论坛是非洲联盟委员会处理农业科学、技术和创新事项的技术部门。通过加强农业研究促进发展能力项目，该计划旨在提高非洲国家农业研究系统中人员和机构的能力。取消非洲发展新伙伴关系渔业事务科后，非洲联盟-非洲动物资源局接管了非洲渔业伙伴关系的工作；其水产养殖工作组有望成为协调水产养殖研究的机制。

35. 非洲大学协会已确定需要更新非洲大学的课程，以确保大学提供劳动力市场所需的技能和专业。可以同南部非洲地区大学协会共同促进课程更新工作。

36. 南部非洲的非洲撒哈拉以南地区可持续水产养殖研究网络计划已将研究人员、养殖人员和私营部门有效结合。该计划还未开始正式的水产养殖教育联网工作，但是该计划作为信息和教育工具以及对于促进农业社区联网已富有成效。

37. 粮农组织已支持建立非洲水产养殖网络，此网络仿照亚太水产养殖中心网²¹。建立非洲水产养殖网络，以期促进非洲撒哈拉以南地区水产养殖信息交流并为水产养殖发展建立灵活有效的非正式区域专家网。

38. 可以考虑调整粮农组织针对非洲的课程、研究方案和特别计划的方向。可根据事先开展的一项关于课程和研究计划的问卷调查提供的信息，组织区域研讨会。

²⁰ 东南亚渔业发展中心

²¹ 亚洲及太平洋水产中心网。

研讨会将确定改进的重要领域。将根据研讨会的成果，启动水产养殖科学技术创新区域网络和计划。这将被纳入非洲联盟-非洲动物资源局的工作计划。

研究：确定优先重点的战略

39. 考虑到全世界水产养殖作业和体系的差异，按区域对研究问题进行优先排序或许是较好的选择，并且在评估区域需求后，粮农组织能够促进关于确定可研究问题的区域性举措。尽管如此，仍然有许多全世界重要的可研究问题亟待确定：

- 技术先进，与环境相容且可持续的生产体系；
- 经济重要性物种的驯养和其生产能力的改善；
- 市场需求旺盛的养殖品种和新型饲料的开发；
- 通过综合运用公共产品生产所需的水和饲料资源以及改善环境服务（例如健康食品、众多野生资源种群和健康的生态系统⁵），发挥竞争优势。

40. 这项研究战略支持当前的优先重点，在各区域和分区域间其重要程度不同：

- 整合水产养殖发展和环境保护；
- 建立环境影响模型；改进空间规划/综合资源规划和水产养殖的生态系统方法；优化农业生产；
- 关于提高生产力，满足消费者需求和保护自然群体的遗传学；
- 繁殖/基因改良计划（即促进生长、提高抗病性和改善产品质量）；养殖和野生种群遗传资源管理；遗传危险性评估和建模以及控制非本地物种和非本地基因型的引入；
- 卫生管理和生物安保；
- 描述疾病引发因子/单性生殖特征；开发疫苗、药品和益生菌；改善疾病检测和诊断试验/监测协议；改善种群卫生监测和生物安保协议；
- 提高水产养殖的生产效率和产品质量；
- 强化生产体系；建立养殖系统应激源和相关减缓措施；通过改良的养殖技术促进生长和存活；
- 加强水产养殖营养、饲养和饲料管理；
- 优化物种和特定含量的饲料配方；鱼粉/鱼油替代品；改善饲料生产技术；优化饲料管理措施；
- 增加营养安全且高质量的海产品的供应；

- 改善加工和收获后技术；增加诊断内容（如细菌、毒素、残留物）并改进产品质量监测以保证产品安全；延长保质期；食品政策、立法和法规；
- 开发创新性水产养殖生产系统，包括减少环境足迹；
- 经济高效的生产系统和技术 - 再循环水产养殖系统、综合多营养水产养殖系统和改良的污水处理系统；
- 将经济和社会科学纳入水产养殖研究和创新系统；
- 提高对价值链和行为方的认识；经济建模并实现经济收益和社会福利最大化；市场和贸易；认证；社会抵御力；知识网络；平等和性别问题。

41. 联网研究 - 联网研究将促进各机构协同增效。可以考虑为不同生产部门建立技术开发平台，以确定是谁、在哪个国家、正在做什么，并确定未来需求。召开各类国际专题讨论会，吸引科学家、养殖人员和私营部门供应商等参加，将是首先可采取的行动。另一个选择是审视现有研究网络，以获取一些经验和参考指导。

- 参与研究联网的组织包括世界渔业中心、鱼品市场信息系统、拉丁美洲及加勒比内陆渔业和水产养殖委员会²²、亚太水产养殖中心网和西印度洋海洋科学协会²³。是否有必要评估这些网络安排的成效和影响？
- 粮农组织可以加强上述组织间的联网研究，与各区域不同的大学开展合作，并协助各成员国确定水产养殖发展所需的区域优先重点与私营部门需求。
- 大学应如何开展应用研究？这需要投入大量资金。

国家创新体系

42. 投资于积极教育和研究是水产养殖业满足其发展需求和社会需求的关键。就此而言，建立并加强水产养殖国家创新体系是克服知识型水产养殖发展挑战的有效途径。

43. 经济合作与发展组织^{24,25}对国家创新体系有多种定义，最新定义为“国家创新体系是种种不同机构的集合，这些机构联合并分别推进新技术的开发和推广，为政府形成和实施关于创新过程的政策提供了框架。因此，这是一个为创造、储存

²² 拉丁美洲及加勒比内陆渔业和水产养殖委员会。

²³ 西印度洋海洋科学协会。

²⁴ 经济合作与发展组织。

²⁵ 经合组织，1997年，国家创新体系，Centre Français d'Exploitation du Droit de Copie (CFC), 3, rue Hautefeuille, 75006 Paris, 第48页，<http://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf>。

和传播构成新技术的知识、技能及产品而建立相互联系的机构体系”²⁶。理论上，国家创新体系应包括：

- 大学：基础、应用研究和教育；
- 研发中心和机构：应用性和适应性研究与培训；
- 私营部门：机械设备制造商，饲料和药物/饲料添加剂生产商 – 创新的商业应用，生产和投入的供应；
- 农民协会：养殖场试验，向行业与研发机构提供反馈，批发零售贸易：有关产品和服务被接受程度的反馈；
- 消费者团体或协会：关于需求满足度的反馈；
- 民间社会组织：有时代表消费者；
- 政府：对创新进行投资的激励因素，政策与规定。

44. 20 世纪 90 年代初，泰国为对虾海水养殖产业建立了一个国家创新体系（包括产业联盟、学术界、政府以及生产者协会），该体系是一个旨在就一系列问题制定解决方案的国家级创新集群的事例²⁷。其计划开始于亲虾培育以及对斑节对虾（*Penaeus monodon*）的遗传改良，后来发展成对虾遗传改良中心，主要开发遗传选育的 SPF²⁸斑节对虾品种。

45. 这一事例说明了科学-产业-政府合作模式集中解决问题的有效性，表明业界主要活动者需要建立体系上（与特设或项目驱动相对）的联系，以解决一些广泛的、特定的、持续的以及新出现的问题。这种产业分工协作不仅跟问题的技术性质有关，还涉及到政策、标准、管理能力构建等方面。

区域和全球在水产养殖创新方面的联系

46. 所有区域都有教育机构、研发中心和私人研究机构，或专门为水产养殖业而设立，或将水产养殖作为其部分职责，或其研究领域能开发相关技术，使水产养殖业受益或在某些学科中培养水产养殖业可雇佣的人员。有些机构能够在科技方面进行基础研究和高级培训，有些机构拥有中等能力，面向应用性和适应性研究，还有一些肩负着改进地方应用研究的职责。绝大多数机构都组织研究、推广、管理和生产方面的人员培训。

²⁶ Metcalfe, J.S., 1995 年，《技术政策的经济基础：从平衡和进化角度》，P. Stoneman 编辑，《创新经济学与技术变革手册》，第 409-512 段，布莱克维尔出版社，英国牛津/美国剑桥，583 页。

²⁷ 欧盟-东盟区域对话机制，2014 年，《东盟水产养殖研究状况：科技的投资与合作机遇》，欧盟-东盟区域对话机制，第 59 页。<http://readi.asean.org/news/155-asean-research-landscape-in-aquaculture-opportunities-for-investments-and-cooperation-in-science-and-technology>。

²⁸ 无特定病原。

47. 区域和区域间通过各种框架开展了许多科技合作（包括人力培训），其中包含了各种融资安排。合作机构包括东南亚国家联盟、亚洲太平洋经济合作组织²⁹、南亚区域合作联盟³⁰、加勒比共同体秘书处³¹、南太平洋委员会³²、欧洲水产养殖者联合会³³等。

48. 粮农组织在这个致力于水产养殖和相关领域研究与教育的国际生态系统中的广泛作用，将是为上述机构的计划提供一个焦点。这个焦点可能就是当下全球（和粮农组织）所提倡的“蓝色增长”。许多机构已经为解决气候变化问题开发了能力或正在执行相关计划。这些机构也可能加强了其促进生产集约化和减少风险与环境影响的专门研究力量。粮农组织“蓝色增长倡议”将对研究机构各自的科技计划发出信号，但更为重要的是对其合作计划发出信号。

49. 假如将蓝色增长倡议细分，也就是将其组成部分单独列出，则其中一个或多个组成部分很可能与全球、区域、国家一级肩负水产养殖业或相关领域职责的实体的现有计划、利益或能力是一致的。要采取的战略行动将是与上述实体展开合作，通过研究和/或教育方面的投入而予以加强或填补空白，尤其是在这些实体感兴趣且有利于“蓝色增长倡议”的特定领域。

50. 粮农组织的上述作用扩大到国家水产养殖创新体系的发展，可用于促进建成国家机构（学术界、政府、产业）的集群，或为加强这些集群提供援助，形成国家水产养殖创新体系，且使其科技计划与“蓝色增长倡议”保持一致。

²⁹ 亚洲太平洋经济合作组织

³⁰ 南亚区域合作联盟

³¹ 加勒比共同体秘书处

³² 太平洋共同体秘书处

³³ 欧洲水产养殖者联合会