



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

### 第十二届会议

2023 年 5 月 16-19 日，墨西哥埃莫西约市

## 认可和加强藻类对全球水产养殖业发展的贡献

### 内容提要

藻类包括海藻（即大型海藻）和微藻，占世界水产养殖产量（以湿重计）的近 30%，以海藻为主。海藻和微藻为亿万家庭带来了社会经济利益，这些家庭主要位于沿海社区，包括许多因海藻养殖和加工而获得赋权的妇女。海藻和微藻对人类健康有各种好处，并能带来环境效益和提供生态系统服务，因而人们越来越关注海藻和微藻养殖尚未开发的潜力。不同地理区域的海藻和微藻的养殖产量和消费高度不平衡，这意味着该产业的发展潜力巨大。发掘潜力需要各国政府、业界、科学界、国际组织、民间社会及其他利益相关者的共同努力。

本文件以藻类养殖为重点，审查了全球藻类生产的现状和趋势，认识到藻类行业现有和潜在的贡献及效益，突显了实现潜力的各种限制和挑战，讨论了汲取的经验教训和前进的道路，以充分发挥藻类养殖的潜力，并介绍了联合国粮农组织在此过程中的作用。

### 建议分委员会采取的行动

提请分委员会：

- 认识到海藻和微藻养殖在当下的重要性和未来潜力；
- 分享海藻和微藻养殖发展中的经验教训；
- 就可以采取的行动和活动提供建议，包括向粮农组织提供具体指导，以发掘海藻和微藻养殖的潜力。

## 引言

1. 本文件的内容以藻类为主，包括海藻（即大型海藻）和微藻，对大型淡水水生植物等其他水生植物不作讨论。

2. 藻类（尤其是海藻）是全球水产养殖业的重要组成部分，目前藻类生产主要集中于少数沿海国家。2020年，藻类养殖（以湿重计）占世界水产养殖产量（1.23亿吨）的近30%，红藻和褐藻分别为全球水产养殖业中的第二和第三大物种组。尽管海藻大多是低价值商品，但2020年，海藻产值在世界水产养殖总产值（28.1亿美元）中占5.9%。

3. 海藻在世界各地都不为人所熟知，因为其生产主要集中在东亚和东南亚。虽然海藻在东亚以及太平洋岛屿国家和地区早已成为人们广泛和经常食用的食品，但在世界其他地区，海藻主要是小众或新型食品。海藻在食品和非食品行业有多种其他用途，例如食品添加剂、动物饲料、药品、营养品、化妆品、纺织品、生物肥料/生物刺激素、生物包装和生物燃料等。然而，通常只有与海藻相关的行业和科学界才掌握有关海藻对这些产品贡献的知识。

4. 海藻获得的关注正在逐渐增多，特别是它们作为营养食物来源养活日益增长人口的潜力，以及其提供的生态系统服务。目前适合海藻养殖的海域十分广阔，这一优势可能会促进海藻养殖业进一步扩张，因为野生海藻的供应量将无法满足不同增长的全球需求。

5. 总体而言，各国的统计数据都没有对微藻（包括蓝藻）作为最终产品的商业养殖情况进行精确的监测。2020年，粮农组织统计数据中记录的全球微藻养殖产量占全球藻类养殖产量的不到0.2%。微藻作为孵化场的育苗饲料或调节成鱼养殖场养殖环境的情况通常没有记录在官方统计数据中。与海藻类似，微藻在各种食品和非食品应用中也具有巨大的潜力；然而，其中的许多应用还需要大量共同努力才能完全商业化。

## 全球藻类生产的现状和趋势<sup>1</sup>

6. 目前，世界海藻产量主要由水产养殖提供。1970年，世界海藻总产量为220万吨，野生采集和养殖的产量几乎各占一半。然而，半个世纪后的2020年，虽然野生采集量保持在110万吨，但养殖产量增加到3510万吨，占2020年世界海藻总产量的97%。

7. 海藻养殖发展在不同区域之间和同一区域的不同国家之间都存在着严重的不平衡。2020年，亚洲海藻产量（98.9%来自养殖）占世界产量的97.4%，十大海藻生产国中有六个来自东亚或东南亚。2020年，美洲和欧洲的海藻产量分别占世界海藻总产量的1.4%和0.8%。这两个区域的海藻产量主要来自野生采集，养殖产量分别仅占这两个区域海藻总产量的5%和7.7%。相比之下，养殖是非洲（77.4%）和大洋洲（79.2%）海藻产量的主要来源，尽管它们对世界海藻产量的贡献分别仅为0.3%和0.03%。

8. 2020年，世界褐藻养殖量（其中较多种类主要来自北半球的温带和寒带）达1680万吨，占世界海藻养殖总产量的48%，其产值则占世界海藻养殖总产值的47.7%。褐藻养殖集中在两个冷水属：海带属（*Laminaria/Saccharina*）和裙带菜属（*Undaria*）。2020年，世界红藻养殖量为1810万吨，占世界海藻养殖总产量的51.7%，其产值则占世界海藻养殖总产值的51.3%。红藻养殖集中在两个温水属，即卡帕藻/麒麟菜（*Kappaphycus/Eucheuma*）和江蓠属（*Gracilaria*），以及一个冷水属——紫菜（*Porphyra*）。2020年，绿藻的养殖规模较小，世界养殖总产量约为2.3万吨（仅占有所有海藻的0.07%）。

9. 粮农组织统计数据中记录的大量微藻养殖始于2003年，当年中国的螺旋藻（属于蓝藻，也称蓝绿藻）养殖量达16483吨。2020年世界微藻产量为近6.4万吨，主要包括12个国家养殖的螺旋藻和2个国家养殖的绿色淡水微藻（主要是雨生红球藻（*Haematococcus pluvialis*），其产量不到300吨）<sup>2</sup>。

---

<sup>1</sup> 粮农组织数据。2022年。渔业和水产养殖统计数据。1950-2020年按生产来源划分的全球产量（FishStatJ软件）。粮农组织第1229号通告更详细地介绍了全球海藻和微藻养殖的现状和发展潜力（[www.fao.org/3/cb5670en/cb5670en.pdf](http://www.fao.org/3/cb5670en/cb5670en.pdf)）。

<sup>2</sup> 需注意，由于国家或地方一级的主管机构往往将微藻养殖与水产养殖分开监管和监测，因此粮农组织的统计数据可能会遗漏有些国家（澳大利亚、捷克、冰岛、印度、以色列、意大利、日本、马来西亚、缅甸和美国等）的大量微藻产量。参见粮农组织。2020年。《2020年世界渔业和水产养殖状况：可持续性在行动》。罗马。<https://doi.org/10.4060/ca9229en>

## 藻类对社会、经济和环境的贡献

### 对食物、营养和人类健康的贡献

10. 大多数海藻是可食用的，人类食用海藻的历史已有数百年之久。许多国家的沿海社区都有吃海藻的文化传统。海带、紫菜和裙带菜已成为东亚的常见食物，被广泛和频繁地用作汤料、沙拉、寿司卷和小吃等。它们已作为亚洲美食的一部分引入其他国家，并在全球范围内越来越受欢迎。

11. 海藻通常富含膳食纤维、微量营养素和生物活性化合物，因此通常被视为健康、低热量的食品，尤其受到喜欢低碳水化合物的人群或素食爱好者的青睐。一些海藻物种以其蛋白质含量高而闻名。此外，已证实食用海藻对健康有诸多益处（例如，改善肠道健康和降低肥胖、II 型糖尿病等非传染性疾病的风险）。

12. 总体而言，海藻的脂肪含量较低，但仍然是 omega-3 长链多不饱和脂肪酸等人体必需脂肪酸的优质来源。海藻的 omega-3 含量因种类、季节和食用部位的不同而不同。为实现 omega-3 的每日推荐摄入量，需要食用的新鲜大型红藻（*Calliblepharis jubata*）或裙带菜（*Undaria pinnatifida*）不到 100 克，而需要食用的带形蜈蚣藻（*Grateloupia turuturu*）为 500 克。同时海藻的 omega-6 含量也较低，因此其 omega-6 和 omega-3 的含量比值对人体较为有利。

13. 海藻除直接供人类食用外，还被加工成食品添加剂或膳食补充剂。日本海带（*Saccharina japonica*）是最早用于生产味精的原料之一。从江蓼等富含琼脂的藻类植物中提取的琼脂、从卡帕藻/麒麟菜等角叉菜植物中提取的角叉菜胶、从海带等褐藻中提取的海藻酸盐都是海藻基亲水胶体，被广泛用作食品添加剂以提高各种食品的质量，通常用作增稠剂、稳定剂、胶凝剂和乳化剂。此外，如碘、岩藻多糖、岩藻黄质和褐藻多酚等海藻提取物也被用作膳食补充剂。

14. 微藻的营养价值和对健康的益处已得到广泛认可（如螺旋藻），各种微藻提取物被用作膳食补充剂或食品添加剂。

### 对收入、生计和社会凝聚力的贡献

15. 2020 年，用于各种食品和非食品用途的世界海藻养殖产量达 3510 万吨，创造了 165 亿美元的首次销售价值。根据联合国商品贸易统计数据库，2020 年有 98 个国家通过出口海藻（8.37 亿美元）和海藻基亲水胶体（16.5 亿美元）创汇 24.8 亿美元。

16. 海藻养殖作业通常是劳动密集型的，会雇用许多兼职工人或临时工。因此，在 165 亿美元的首次销售价值中，很大一部分变成了沿海社区众多家庭维持生计的工资或收入。更下游的活动往往会产生更多的收入和就业。鉴于目前可供大规模生产使用的技术较少，海藻养殖业的机械化和自动化水平较低，这是限制高收入发达国家海藻养殖业发展的公认因素之一，而这些国家的劳动力成本较高。

17. 海藻养殖对社区凝聚力和妇女赋权做出了重大贡献。海藻养殖的劳动密集型、低资本投资和养殖技术简单等特点，使许多资源匮乏的家庭或弱势个体可以参与进来。对于气候温暖的国家中的热带红藻养殖来说尤其如此。

### 环境效益和生态系统服务

18. 海藻和微藻提供重要的环境效益和生态系统服务。海藻养殖不需要直接利用陆地、淡水或饲料。微藻可以在淡水或海洋环境中生长，也可以在沙漠和干旱地区的边缘土地上栽培。海藻和微藻通过光合作用从周围水域摄取营养物质（氮和磷）并吸收二氧化碳，这一过程可以减轻富营养化、处理废水、减少海洋酸化和进行碳捕获。

19. 海藻和微藻养殖有助于应对气候变化议题（如碳捕获或封存；通过使用海藻补充剂作为养牛业的饲料来减少甲烷排放），从而实现全球发展需求，以及解决人类粮食安全问题（如生产可食用的藻类产品）。

20. 海藻和/或微藻的其他直接或间接的环境效益和生态系统服务包括：(i) 为鱼类和其他海洋生物提供栖息地；(ii) 作为抵御强浪侵袭的缓冲，以保护海岸线；(iii) 为渔业社区提供替代生计；(iv) 作为天然的植物生长促进剂，并使植物能够抵御干旱、病害或霜冻；以及提供植物病害控制的非化学方法，因为海藻有着与某些杀虫剂（杀真菌剂、杀线虫剂等）类似的抑制作用<sup>3</sup>；(v) 生产易于生物降解的商品和包装，等等。

### 对水产养殖的贡献

21. 海藻和微藻除对水产养殖的直接贡献外，还有助于促进其他水产养殖活动。鉴于海藻能吸收二氧化碳和从周围水域摄取无机养分（氮和磷），可使海藻养殖与动物养殖相结合成为一个高效的生产系统，这种系统能够通过更好的养分循环和更有效地利用养殖区域来增进环境和经济效益。

22. 多营养层级综合水产养殖系统不仅可以产生环境效益，还可以产生经济利润。目前已有多种此类系统被应用，例如：(i) 在养殖虾或有鳍鱼的池塘中种植江蓠；(ii) 在公海中养殖海带和双壳类动物（例如贻贝、牡蛎或扇贝），有时会添加海参等食沉积物的动物。

23. 海藻是鲍鱼、海胆和海参养殖业的主要饲料原料。海藻还用作鱼饲料的补充成分，提供必需的氨基酸、有益的多糖、脂肪酸、抗氧化剂、维生素和矿物质。

---

<sup>3</sup> Sultana, V., Baloch, G.N., Ara, J., Ehteshamul-Haque, S., Tariq, R.M.Athar, M. 2010。海藻作为控制向日葵和番茄根部病害的化学杀虫剂替代品。《应用植物学与食品质量杂志》84: 162-168。

24. 脂类含量高的微藻可用于生产海藻油，作为鱼油的独特替代品。微藻是有益于所有水生动物的长链 omega-3 油的主要来源。从一种绿色微藻物种——雨生红球藻中提取的虾青素被用作鲑鱼养殖业的着色增强剂。许多孵化场依靠微藻养殖来直接或间接（例如通过养殖浮游动物）提供用作饲料的活的生物，作为首次投喂用饲料，以及用于培育鱼类、软体动物、甲壳类动物或其他水生动物的苗种。此类微藻是水产养殖的中间产品，通常不记录在官方统计数据中。

25. 事实上，池塘养殖管理的一个重要部分是监测包括微藻在内的微生物，以促进形成适宜的微生物密度和模式，从而通过施肥、水交换、曝气来保持良好的水质，并为目标物种提供天然食物。由于池塘养殖是许多主要水产养殖品种（例如鲤鱼、罗非鱼、鲶鱼和虾）在淡水或咸淡水环境中的主要成鱼养殖系统，因此尽管隐性的微藻产量没有记录在官方统计数据中，但往往产量是巨大的。

## **问题、制约及挑战**

26. 东亚和东南亚报告的经验表明，海藻和微藻养殖可以成为产生效益和有助于经济发展的强大产业。然而，海藻和微藻在全球水产养殖业中要获得进一步发展，还面临着多重问题、制约和挑战。

### **对海藻的需求有限或不确定**

27. 要扩大海藻生产，就需要增加对海藻的需求。一种方法是增加海藻作为人类食物的消费，这往往能有效利用海藻，为海藻养殖者创造更多收入。虽然东亚养殖的大部分海藻是直接作为人类食物消费的，但东亚以外的人通常很少或极少接触或偏爱海藻食品。许多海藻种类丰富、功能多样，表明它们可广泛用于食品中，从而提供更多制造和销售健康、低热量和营养丰富食品的机会。然而，尽管海藻具有较高的营养价值和健康益处，并且各方一直在努力促进海藻消费，但对海藻食品的需求仍然很低，特别是在欧洲和北美。

28. 海藻的许多非食品类用途（如药物、营养品、化妆品、动物饲料、生物肥料/生物刺激剂、生物包装、纺织纤维、碳捕获或固存、生物燃料等）很有前景，但面临着技术、经济和/或市场限制及挑战。目前尚不清楚哪些应用将成为驱动因素，以促进海藻开发取得下一个重大突破，从而与海带或卡帕藻/麒麟菜取得的成功相媲美。

### 近岸适合养殖海藻的场地有限或已减少

29. 大多数海藻都生长在靠近水面的地方，以便有足够的阳光进行光合作用；因此，海藻通常在近岸地区种植，以方便操作和运输。就投资和操作成本而言，近岸养殖往往更便宜。然而，有多种因素对近岸地区的海藻养殖构成限制或挑战，其中包括：(i) 城市发展、娱乐、捕鱼、养鱼和/或其他活动对近岸地区的争夺；(ii) 近岸水域的污染；(iii) 海水温度上升。

30. 在离海岸较远的更深水域养殖海藻有助于克服近岸的这些限制，并可将海藻养殖与风能发电等其他海上活动相结合。然而，公海海藻养殖面临着技术可行性、经济可行性和普遍缺乏法规的多重挑战。

### 劳动力短缺

31. 海藻养殖通常在种植、日常维护、收获和收获后处理方面需要大量劳动力，具有季节性或临时需求的特性。缺乏合适的劳动力（即低成本、灵活和稳定供应的劳动力）一直是发达区域海藻养殖的主要制约因素。劳动力短缺也给发展中区域的海藻养殖国家在迈向发达的城市化经济的道路上带来挑战，因为随着经济的发展，在其他部门（例如旅游业）会出现比海藻养殖更有吸引力的就业机会，而相较而言，海藻养殖繁重而艰苦，对于年轻一代来说尤其如此。自动化养殖系统和技术有助于解决劳动力短缺问题并改善职业健康，但往往会增加生产成本。

### 综合养殖系统的限制

32. 尽管整合海藻养殖与其他水产养殖活动在概念上有吸引力并在应用上获得了成功，但存在技术、经济和体制上的限制。从技术上讲，多营养层级综合水产养殖系统是一个复杂的水产养殖系统，其绩效取决于养殖物种之间广泛相互作用的平衡，以及养殖者的总体技术水平，包括是否能养殖多个物种，并能针对综合系统中的所有物种采取适当的养殖方案，并维持良好运作的生态系统。

33. 在多营养层级综合水产养殖系统中，养殖一个物种所需的基础设施和操作可能会妨碍另一个物种的养殖作业。例如，挂海藻的长绳可能会干扰大型船只进入有鳍鱼网箱；有鳍鱼网箱可能会吸引以海藻为食的食草鱼。

34. 在经济上，多营养层级综合水产养殖系统（尤其是大规模运营）遇到了沿不同价值链销售多种产品的挑战。虽然该系统中多样化的物种组成可能有助于减少单个物种价格波动的影响，但前文所述的该系统的复杂性往往会增加运营成本，而低价值海藻可能无法为有鳍鱼养殖者提供足够的经济激励，从而使其改变商业模式。

35. 从制度上讲,如果法规不强迫有鳍鱼养殖者将其养殖活动对更大规模(峡湾、海峡或整个海湾)生态系统的累积影响内在化,且不允许他们受益于海藻对水质的积极影响(如增加允许养殖的鱼的数量),则有鳍鱼养殖者往往缺乏将海藻纳入其养殖系统的动力。综合养殖也可能因缺乏促进生产不同物种的养殖场所有者之间合作的法规而受到阻碍。

### **幼苗质量低或下降**

36. 幼苗生产是海藻养殖成功和可持续的关键。在不断恶化的养殖环境下,例如海水升温以及更频繁和更严重的疾病暴发,幼苗的质量变得越来越重要。

37. 幼苗生产管理不当或限制,包括使用近交种群或重复无性繁殖,可导致性状退化,并由于可能的生长减慢、质量下降和对疫病的易感性升高而导致一个养殖类型的农用价值损失等。幼苗质量低下或下降也会导致引入非本地海藻物种或基因型,从而对生物多样性和生物安全构成风险。

38. 遗传改良技术,如品系选择、选育、杂交、微繁,有助于提高幼苗质量和生产效率。然而,这些往往需要技术和资金,并且通常需要公共支持。虽然海藻育种计划和进展在东亚海藻养殖发展中发挥了至关重要的作用,但主要通过无性繁殖的热带红藻(如卡帕藻/麒麟菜)仍然难以实现遗传改良。虽然卡帕藻/麒麟菜的不同形态类型已被识别,但对这些形态类型的遗传基础研究不足且了解甚少。

### **海藻养殖和价值链的其他问题或限制**

39. 阻碍海藻养殖和价值链的其他重要问题包括:(i)气候变化导致养殖环境恶化,例如海水升温、极端天气条件增加,不遵守生物安保措施规定(如测量养分(含氮量)和水的运动/流速),以及捕食动物的贪婪捕食;(ii)更频繁和更严重的疫病暴发;(iii)运输成本高昂;(iv)中间成本高昂;(v)市场价格低且波动,包括因汇率波动而不确定的出口价格;(vi)海藻养殖者收入低;(vii)由于财政限制或市场条件不稳定而不得不采用次优做法(如过早收获、全年养殖、不遵守类似陆地作物休耕期的暂停期规定);(viii)收获后处理不当而导致质量低下;(ix)缺乏增值活动。

### **微藻养殖的问题与限制**

40. 尽管在促进微藻作为人类食物的新来源以对抗饥饿和营养不良方面做出了努力,包括粮农组织的努力,但全球范围内人类对微藻的消费主要是通过营养保健品行业提供的高端膳食补充剂产品(例如小球藻或螺旋藻粉)来实现的。

41. 在人类食品中使用微藻的限制因素包括:(i)口味或颜色不诱人;(ii)培育过程中若管理不善,可能发生重金属和/或微囊藻毒素污染;(iii)微藻摄入可能会引起副作用(如过敏和肠胃问题);(iv)优质微藻产品的价格相对较高。



42. 收获和精炼微藻生物质成本高昂，是导致微藻生产成本很高的另一个因素，这是微藻生物燃料商业化生产的主要制约因素。

## 汲取的经验教训和前进的道路

### 以治理为基础

43. 有关海藻和微藻的基于科学证据的法律、法规和指南（环境法规、空间规划、食品安全标准、职业健康要求、技术指南和水产养殖良好做法等）至关重要，能够为该行业的可持续发展奠定坚实基础。海藻养殖应遵循全球性文书（如即将发布的《可持续水产养殖业准则》）在技术和规范方面的最佳指导，以及适用具体国家和地方情况的最佳做法。

44. 虽然这些标准通常由各个国家根据各自的社会经济和环境条件以及发展优先事项来制定或采用，但国际科学界可以帮助创造和分享全球知识和经验，以促进这些标准的制定或采用过程中的知情决策。

### 以市场需求为动力

45. 市场需求一直是藻类行业发展的主要推动力。例如，在 18 世纪的苏格兰，对生产肥皂和玻璃的碱的需求促成了海带养殖业的繁荣兴旺。在加拿大，对生产角叉菜胶原材料的需求促成了爱尔兰苔（皱波角叉菜）养殖业的繁荣，后来此类需求也推动了菲律宾和印度尼西亚卡帕藻/麒麟菜养殖业的兴旺发达。

46. 对健康、美味的水产食品的需求一直是东亚（主要是中国和大韩民国）海带养殖业繁荣的主要推动力。在此过程中，其他市场力量也对海藻养殖业的繁荣发挥了支撑和促进作用，例如对褐藻提取物（碘、海藻酸盐、甘露醇、岩藻依聚糖等）的需求以及对用新鲜海藻饲养鲍鱼的需求。

47. 营养丰富、生态友好且用途广泛的藻类在各种食品和非食品应用中具有巨大潜力，但由于各种限制因素（例如消费者接触率低或喜爱度低、高昂的生产成本、市场竞争和严格的法规等），这种潜力可能无法立即转化为市场需求。

48. 虽然藻类引起关注，但其许多潜在贡献（例如对健康的贡献、环境效益和生态系统服务）可能不会自动产生直接的市场需求并于随后带来商业机会，以吸引营利性的私营机构投资该行业。可以建立基于市场的机制，包括碳信用、氮信用、蓝色债券和绿色金融等，以促进将藻类的积极外部效应内在化。各国政府、捐助者、民间社会和国际组织的协调支持对于促进藻类部门的发展并将其融入全球粮食系统至关重要。

49. 从全球藻类发展史中汲取的另一个重要教训是，过度依赖范围狭窄的应用（特别是工业商品）可能是有风险的或不可持续的。例如，上文所述苏格兰的海带业在历经繁荣后于 19 世纪初期迅速衰落，这是因为人们发现了生产苏打水和钾肥的更经济的方法。热带地区卡帕藻/麒麟菜养殖规模的迅速扩张，为角叉菜胶生产提供了便宜得多的原材料，但也使加拿大的爱尔兰苔产业经历了类似的从繁荣走向萧条的过程，并且该产业的衰退造成了社会和经济方面的重大负面影响。

50. 将藻类（尤其是海藻）作为人类食物，特别是供当地消费，往往是最稳定的市场力量，可以作为藻类行业发展的稳定器。然而，膳食习惯和消费者行为的惯性对藻类食品市场的发展构成了重大挑战，尤其是在藻类生产、消费和烹饪传统很少的地方。膳食习惯的形成或改变往往是一个长期的过程，需要利益相关者以及政策、商业和科学界专家的共同努力。

51. 尽管有传闻表明寿司和其他海藻类食品在全球或地方层面越来越受欢迎，但普遍缺乏关于海藻类食品市场潜力（尤其是市场价格和销量）的详细信息和知识，而这些信息和知识对在海藻养殖发展的政策制定和规划中做出明智决策至关重要。需要在全世界、区域、国家和国家以下各级对藻类市场和价值链进行深入、全面的评估，以填补这一空白。

### **创新可以颠覆游戏规则**

52. 科学和创新一直是海藻或微藻发展获得突破的主要推动力。需要促进藻类行业与跨学科研究界之间的密切合作，以发挥海藻和微藻的广泛潜力，生产出可接受、可用和负担得起的食品或非食品产品。公共部门可以通过为营养、遗传资源和疾病等重要主题的基础研究提供支持来促进这一进程。

53. 还需要公共支持（包括财政激励措施）来促进往往具有重大技术、经济、环境和/或社会效益的创新的商业化和商业化。

### **公共支持提供有利环境**

54. 私营部门（特别是在海藻生产量和消费量都很少的国家）可能缺乏动力来为发展前景不明的海藻市场作出大量长期努力。因此，需要公众支持以提高公众对海藻作为有营养的人类食品的认识和欣赏，并推动建立食用海藻的膳食习惯。例如，在确保海藻的安全性和营养价值的前提下，可以实施营养教育和将海藻纳入医院、学校和其他公共机构菜单等公共计划，以促进海藻消费，这不仅会立即增加海藻的消费量，也有助于培养未来的海藻消费者。

55. 公共部门应创造有利环境来促进藻类养殖的发展。例如，各国政府可以将海藻和/或微藻养殖视为发展重点，并使用许可、财政支持和其他机制来为该部门提供的环境效益和生态系统服务予以奖励。

56. 考虑到海藻生产和消费存在严重的区域性失衡，可能有必要加强某些区域的海藻养殖业及其价值链，并促进海藻消费。

### 粮农组织的作用

57. 粮农组织开展了各种项目，有些是以海藻为重点，有些则将海藻开发作为一个部分；粮农组织还制作并传播了一些关于藻类的知识产品。

58. 粮农组织关于改善水产养殖生物安全的渐进管理途径的工作，可以帮助在企业、国家和国际层面为海藻养殖生物安全建立一个渐进的、基于风险的和协作的管理框架。粮农组织即将出版的关于水生生物疫病的出版物将包含一个专门讨论海藻问题的章节。

59. 粮农组织正在制定一份背景文件，以确定与食用海藻有关的潜在食品安全危害（化学品、病原体和毒素）。该文件将为该领域的进一步工作奠定基础。粮农组织认为制定有关该主题的相关食典指南可能具有价值，并于 2021 年 5 月在食品污染物法典委员会第十四届会议（粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会秘书处，2021 年）期间提出了这一问题以供审议。该问题将由食品法典委员会跟进。

60. 粮农组织正在开发一个关于水生遗传资源（包括藻类）养殖类型的信息系统，作为其水生遗传资源工作的一部分，这有助于解决海藻养殖遗传基础信息匮乏的问题。

61. 粮农组织关于全球渔业和水产养殖产量的数据库一直是全球藻类野生和养殖产量数据和统计数据的独特来源。粮农组织关于藻类生产的统计数据在准确性和完整性方面仍有很大的改进空间（例如，需要扩大国家覆盖范围和进一步细分物种组成）。关于藻类供应链的其他部分（例如加工和消费）的信息和知识也存在不足。粮农组织需要继续得到粮农组织成员国的支持，以提高藻类数据和信息的数量及质量。

62. 《可持续水产养殖业准则》为各成员国规划了一个路线图，使其能通过生产管理方面的良好做法、创新和投资建立更高效、更具包容性、更有韧性和更可持续的水产食品体系。在这方面，该《准则》可在国家和区域层面用于加强和完善有利的政策、法律和体制框架、伙伴关系和投资行动，以推动海藻和微藻养殖业的持续发展。除此之外，粮农组织的《渔业和水产养殖价值链社会责任指南》也为成员国提供了各种工具，用以加强海藻养殖价值链中的社会责任（包括体面工作和社会保护）。

63. 粮农组织在发展藻类（主要是海藻）养殖和价值链方面的其他工作领域可能包括：(i) 制定海藻养殖实用手册；(ii) 建立技术平台，以促进关键领域（养殖系统和技术、遗传改良、疾病控制等）的能力建设、技术转让和知识共享；(iii) 支持利用海藻作为人类食物的市场开发；(iv) 促进各成员国展开协作与合作，加强治理工作，从而促进藻类部门的可持续发展。