



КОМИТЕТ ПО РЫБНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

ПОДКОМИТЕТ ПО АКВАКУЛЬТУРЕ

Двенадцатая сессия

Эрмосильо, Мексика, 16–19 мая 2023 года

ПРИЗНАНИЕ И РАСШИРЕНИЕ ВКЛАДА ВОДОРОСЛЕЙ В РАЗВИТИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ НА ГЛОБАЛЬНОМ УРОВНЕ

РЕЗЮМЕ

На водоросли, в том числе морские водоросли (макроводоросли) и микроводоросли, приходится почти 30 процентов мирового производства продукции аквакультуры (в сыром весе), причем основную часть этого объема составляют морские водоросли. Морские водоросли и микроводоросли приносят социально-экономические выгоды десяткам тысяч домохозяйств, в первую очередь в прибрежных районах, включая огромное число женщин, которым разведение и переработка морских водорослей позволяют расширять свои возможности. Различные полезные для здоровья человека свойства морских водорослей и микроводорослей, а также связанные с ними экологические преимущества и экосистемные услуги привлекают все большее внимание к тому незадействованному потенциалу, который кроет в себе их разведение. Крайне неравномерный уровень их производства и потребления в разных географических регионах предполагает широкие возможности для развития данного сектора аквакультуры. Для реализации этого потенциала необходимо, чтобы правительства, представители отрасли, научное сообщество, международные организации, гражданское общество и другие заинтересованные стороны объединили свои усилия.

В настоящем рабочем документе рассматриваются текущее положение дел и тенденции в области мирового производства водорослей с уделением особого внимания их разведению, освещаются реальные и потенциальные выгоды и преимущества данного сектора, а также различные ограничения и препятствия, связанные с реализацией его потенциала, описываются накопленный опыт и дальнейшие шаги, необходимые для полного раскрытия потенциала отрасли по разведению водорослей, и роль ФАО в этом процессе.

Проект решения Подкомитета

Подкомитету предлагается:

- признать важную роль, которую разведение морских водорослей и микроводорослей играет в настоящее время и может сыграть в будущем;
- провести обмен опытом и полученными уроками в том, что касается развития данного подсектора аквакультуры; и
- вынести рекомендации, в том числе конкретные указания в адрес ФАО, в отношении действий и мероприятий, необходимых для раскрытия потенциала, связанного с разведением морских водорослей и микроводорослей.

ВВЕДЕНИЕ

1. Предметом настоящего документа являются водоросли, то есть морские водоросли (макроводоросли) и микроводоросли. Вопросы, связанные с другими водными растениями, в том числе с пресноводными макрофитами, в документе не рассматриваются.

2. Водоросли, в первую очередь морские, являются важным компонентом мировой аквакультуры, и сегодня выращиваются относительно небольшим числом морских стран. В 2020 году на выращенные водоросли (в сыром весе) приходилось порядка 30 процентов мирового производства продукции аквакультуры, составившего 123 млн тонн, при этом красные и бурые морские водоросли по объему производства занимали, соответственно, второе и третье место среди представленных в мировой аквакультуре групп видов. Морские водоросли, как правило, представляют собой товар низкой ценности, тем не менее на их долю приходилось 5,9 процента от общей стоимости продукции мировой аквакультуры, составившей в 2020 году 281 млрд долл. США.

3. Производство морских водорослей сосредоточено главным образом в Восточной и Юго-Восточной Азии, в других же регионах мира они известны не столь хорошо. Если в странах и на территориях Восточной Азии и тихоокеанских островов морские водоросли стали широко и часто потребляемым пищевым продуктом, то в других регионах они, как правило, являются нишевым или новым продуктом. Морские водоросли имеют множество других применений в пищевой и непищевой промышленности: они используются в качестве пищевых добавок, кормов для животных, фармацевтических препаратов, нутрицевтиков, косметических средств, сырья для текстильного производства, биоудобрений/биостимуляторов, биоупаковочных материалов, биотоплива и пр. Однако о подобном их применении знают, как правило, лишь представители соответствующих отраслей и научного сообщества.

4. Интерес к морским водорослям растет, при этом особое внимание уделяется их потенциалу в качестве источника питательной пищи, необходимой, чтобы прокормить растущее население мира, а также обеспечиваемым ими экосистемным услугам. Наличие обширных морских территорий, пригодных для разведения морских водорослей, может послужить стимулом к дальнейшему расширению этого важного подсектора аквакультуры, поскольку некультивируемые ресурсы не обеспечат поступления морских водорослей в количествах, необходимых для удовлетворения растущего спроса на международных рынках.

5. Коммерческое выращивание микроводорослей в качестве конечного продукта аквакультуры, в том числе сине-зеленых водорослей (цианобактерий) *Spirulina* spp., как правило, не находит должного отражения в национальной статистике. Согласно статистическим данным ФАО, в 2020 году на долю коммерческого разведения микроводорослей приходилось менее 0,2 процента от общемирового объема выращиваемых водорослей. Разведение микроводорослей на корм личинкам в питомниках и для корректировки среды в системах подращивания, как правило, статистикой не учитывается. Как и морские водоросли, микроводоросли обладают огромным потенциалом с точки зрения пищевого и непищевого применения, однако для их полноценного использования в коммерческих целях требуются значительные совместные усилия всех заинтересованных сторон.

ПОЛОЖЕНИЕ ДЕЛ И ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ МИРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРосЛЕЙ¹

6. Сегодня мировое производство морских водорослей обеспечивается главным образом за счет аквакультуры. В 1970 году в мире было произведено 2,2 млн тонн морских водорослей, причем примерно половина этого объема приходилась на сбор дикорастущих водорослей, а вторая половина – на разведение. Полвека спустя, в 2020 году, сбор дикорастущих водорослей оставался на уровне около 1,1 млн тонн, что несоизмеримо мало в сравнении с производством культивируемых водорослей, достигшим уровня 35,1 млн тонн, то есть составившим 97 процентов от общемирового объема производства морских водорослей.

7. Как между регионами, так и между отдельными странами в границах регионов выращивание морских водорослей распределено неравномерно. В 2020 году 97,4 процента мирового производства морских водорослей приходилось на Азию (98,9 процента от общего объема разведения), а шесть из десяти ведущих стран-производителей находились в Восточной и Юго-Восточной Азии. Доля Северной и Южной Америки и Европы в мировом производстве морских водорослей в 2020 году составила, соответственно, 1,4 и 0,8 процента. Производство морских водорослей в этих двух регионах обеспечивалось преимущественно за счет сбора дикорастущих водорослей, а доля культивируемых морских водорослей от общего объема производства составила всего 5 и 7,7 процента соответственно. В Африке и Океании, напротив, разведение морских водорослей являлось главным способом их производства (77,4 и 79,2 процента от общего объема продукции), однако доля этих регионов в общемировом объеме производства составляла всего 0,3 и 0,03 процента соответственно.

8. Мировое производство происходящих из холодных районов северного полушария культивируемых бурых морских водорослей, отличающихся сравнительно большим разнообразием видов, достигло в 2020 году 16,8 млн тонн и составило 48 процентов мирового производства культивируемых морских водорослей по объему и 47,7 процента в денежном выражении. Объектом разведения являются холодноводные бурые морские водоросли двух родов: *Laminaria/Saccharina* (ламинария) и *Undaria* (вакаме). В том же году производство культивируемых красных водорослей достигло 18,1 млн тонн, составив 51,7 процента от общемирового объема культивируемых морских водорослей и 51,3 процента от их общей стоимости. Объектом разведения являются два тепловодных рода красных морских водорослей: *Karraphycus/Eucheuma* и *Gracilaria*, а также один холодноводный род – *Porphyra* (нори).

¹ Данные ФАО. 2022. Статистические данные по рыболовству и аквакультуре. Мировое производство в 1950–2020 годах в разбивке по источнику производства (FishstatJ). Более подробная информация о положении дел в области мирового производства морских водорослей и микроводорослей и его потенциале в плане развития приведена в Циркуляре ФАО №1229 (на английском языке) (www.fao.org/3/cb5670en/cb5670en.pdf). Более подробная информация – см. также: ФАО. 2022. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2022. На пути к "голубой" трансформации. Рим, ФАО. <https://www.fao.org/documents/card/ru?details=cc0461en>

Масштабы выращивания зеленых водорослей невелики, в 2020 году их производство составило 23 000 тонн (0,07 процента от объема культивируемых морских водорослей).

9. Согласно статистическим данным ФАО, разведение микроводорослей в существенных масштабах началось в 2003 году, когда в Китае было выращено 16 483 тонны спирулины (цианобактерий, известных также как сине-зеленые водоросли). Микроводоросли, в основном спирулина, выращиваются в 12 странах, в 2020 году объем их производства составил около 64 000 тонн; пресноводных зеленых микроводорослей (в основном *Haematococcus pluvialis*), которые разводятся в двух странах, было выращено менее 300 тонн².

СОЦИАЛЬНОЕ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Вклад в обеспечение продовольствия, питания и поддержание здоровья человека

10. Большинство видов морских водорослей съедобны, они издревле входят в рацион человека. Население прибрежных районов во многих странах традиционно потребляет морские водоросли в пищу. Водоросли родов *Laminaria/Saccharina*, *Porphyra* и *Undaria* стали распространенным продуктом питания в Восточной Азии, где они широко и часто используются в супах, салатах, суши, потребляются в качестве закуски и т.д. Они появились в других странах как часть азиатской кухни и завоевывают все большую популярность во всем мире.

11. Как правило, морские водоросли богаты пищевыми волокнами, микронутриентами и биологически активными соединениями, они зачастую рассматриваются как здоровый, низкокалорийный продукт, которому отдают особое предпочтение люди, придерживающиеся низкоуглеводных рационов с преобладанием продуктов растительного происхождения. Некоторые виды морских водорослей известны высоким содержанием белка. Кроме того, доказано, что морские водоросли обладают многочисленными полезными для здоровья свойствами (например, их потребление способствует улучшению пищеварения и снижению риска неинфекционных заболеваний, таких как ожирение и диабет II типа).

12. Как правило, морские водоросли содержат относительно немного жира, но при этом могут служить надежным источником незаменимых жирных кислот, в том числе длинноцепочечных полиненасыщенных омега-3 жирных кислот. Содержание омега-3 зависит от вида, сезона и от того, какие части водорослей идут в пищу. Так, например, менее чем в 100 граммах свежих водорослей *Calliblepharis jubata* или *Undaria pinnatifida* содержится рекомендованная дневная норма потребления омега-3, то же количество содержится в 500 граммах *Grateloupia turuturu*. При этом для морских водорослей характерно низкое содержание омега-6, что обеспечивает положительное соотношение между омега-3 и омега-6.

13. Помимо непосредственного потребления в пищу морские водоросли также перерабатываются в пищевые и биоактивные добавки. Японская ламинария (*Saccharina japonica*) была одним из первых видов сырья для производства глутамата натрия. Агар, получаемый из агарофитов (например, *Gracilaria*), каррагинан из каррагенофитов (*Кarraphycus/Eucheuma*), альгинат из бурых морских водорослей (*Saccharina*) – все это получаемые из морских водорослей гидроколлоиды, широко используемые в качестве пищевых добавок (как правило загустителей, стабилизаторов, желеобразующих веществ и эмульгаторов) для

² Следует отметить, что наблюдается тенденция к регулированию и мониторингу выращивания микроводорослей на национальном либо местном уровне отдельно от регулирования и мониторинга других подсекторов аквакультуры, вследствие чего ФАО может не получать статистических данных об их производстве, которое в отдельных странах – Австралии, Индии, Израиле, Исландии, Италии, Малайзии, Мьянме, Соединенных Штатах Америки, Чехии и Японии – достигает существенных масштабов. См. ФАО. 2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2020. Устойчивость в действии. Рим. <https://doi.org/10.4060/ca9229ru>

улучшения качества различных пищевых продуктов. Кроме того, экстракты из морских водорослей, такие как йод, фукоидан, фукоксантин и флоротаннины, используются в качестве биоактивных добавок.

14. Признано, что микроводоросли (например, спирулина) также обладают пищевой ценностью и полезны для здоровья, различные экстракты из них используются в качестве биоактивных или пищевых добавок.

Вклад в обеспечение доходов, источников средств к существованию и социальной сплоченности

15. В 2020 году в мире было выращено 35,1 млн тонн морских водорослей, предназначенных как для пищевого, так и для непищевого использования, общий объем их первичной реализации составил 16,5 млрд долл. США. Согласно базе данных "Комтрейд ООН", в 2020 году 98 стран заработали 2,48 млрд долл. США в иностранной валюте за счет экспорта морских водорослей (837 млн долл. США) и полученных из морских водорослей гидроколлоидов (1,65 млрд долл. США).

16. Деятельность по выращиванию морских водорослей обычно трудоемка, в ней задействовано множество частично занятых или временных работников. Таким образом, значительная часть указанной выше суммы (16,5 млрд долл. США) трансформировалась в заработную плату или доходы многочисленных домохозяйств в прибрежных районах. Деятельность на последующих этапах производственно-сбытовой цепочки, как правило, обеспечивает более высокий уровень дохода и занятости. Одним из общепризнанных факторов, ограничивающих развитие марикультуры морских водорослей в развитых странах с высоким уровнем дохода, где стоимость труда высока, следует считать относительно низкий для современных технологий массового производства уровень механизации и автоматизации.

17. Разведение морских водорослей играет важную роль в обеспечении сплоченности общин и расширении прав и возможностей женщин. Особенности деятельности по разведению морских водорослей, в частности ее трудоемкость, низкие капиталовложения и простая технология ведения хозяйства, делают возможным участие в ней домохозяйств с ограниченными ресурсами и уязвимых лиц. В первую очередь это относится к разведению тропических красных водорослей в странах с теплым климатом.

Экологические преимущества и экосистемные услуги

18. Морские водоросли и микроводоросли обеспечивают важные экологические преимущества и экосистемные услуги. При разведении морских водорослей нет необходимости в непосредственном использовании земель, пресной воды или кормов. Микроводоросли можно выращивать как в пресноводной, так и в морской среде, на малопродуктивных землях в пустынных и засушливых районах. Получая питательные вещества (азот и фосфор) из воды, в которой они находятся, и поглощая углекислый газ, морские водоросли и микроводоросли благодаря процессу фотосинтеза способствуют смягчению последствий эвтрофикации, очистке сточных вод, уменьшению закисления океанов и улавливанию углерода.

19. Разведение морских водорослей и микроводорослей может способствовать решению стоящих перед мировым сообществом задач в области развития как в части противодействия изменению климата (улавливание или связывание углерода, сокращение выбросов метана при разведении крупного рогатого скота за счет использования водорослей определенных видов в качестве добавки к кормам и т.д.), так и в части обеспечения продовольственной безопасности (например, за счет производства пищевых продуктов на основе водорослей).

20. В ряду других прямых и косвенных выгод и экосистемных услуг, связанных с морскими водорослями и/или микроводорослями, следует упомянуть: i) обеспечение среды обитания для рыб и других морских организмов; ii) создание буфера против сильных волн для защиты береговой линии; iii) обеспечение рыбацких общин альтернативными источниками средств к существованию; iv) их использование в качестве природного стимулятора роста растений, повышающего устойчивость последних к воздействию засух, болезней и низких температур, а также в качестве нехимического средства борьбы с болезнями, поскольку доказано, что морские водоросли способны оказывать такое же подавляющее (фунгицидное, нематоцидное)³ действие, что и некоторые пестициды; v) производство легко биоразлагаемых товаров и упаковочных материалов и пр.

Вклад в аквакультуру

21. Помимо непосредственного вклада в производство продукции аквакультуры, морские водоросли и микроводоросли имеют важное значение для развития других видов деятельности в этом секторе. Благодаря способности морских водорослей поглощать углекислый газ и извлекать неорганические питательные вещества (азот и фосфор) из воды, в которой они находятся, совместное выращивание морских водорослей и разведение животных в рамках единой системы производства представляется перспективным направлением, так как позволяет увеличить экологические и экономические выгоды за счет более оптимальной рециркуляции питательных веществ и более эффективного использования рыбоводных площадей.

22. Система интегрированной мультитрофической аквакультуры (ИМТА) позволяет получать не только экологические, но и экономические выгоды. Существуют различные виды систем ИМТА, например: i) выращивание водорослей рода *Gracilaria* в прудах для разведения креветок или рыб; ii) совместное выращивание в открытом океане ламинариевых водорослей и двусторчатых моллюсков (мидий, устриц или гребешков), к которым иногда добавляют детритофагов, таких как морские огурцы.

23. Морские водоросли используются как основной кормовой материал при выращивании в аквакультуре морских ушек, морских ежей и морских огурцов. Они также используются в качестве добавки к корму для рыб, являясь источником необходимых аминокислот, полезных полисахаридов, жирных кислот, антиоксидантов, витаминов и минералов.

24. Микроводоросли с высоким содержанием липидов могут применяться для производства водорослевых масел в качестве заменителя рыбьего жира. Для всех водных животных микроводоросли служат основным источником полезных длинноцепочечных омега-3 жирных кислот. Астаксантин, получаемый из зеленых микроводорослей вида *Haematococcus pluvialis*, используется как усилитель пигментации в лососеводстве. Многие питомники занимаются выращиванием микроводорослей для обеспечения живого корма, прямо или косвенно (например, путем разведения зоопланктона), в качестве стартового корма и для кормления личинок рыб, моллюсков, ракообразных или других водных животных. Микроводоросли, выращиваемые для этих целей, являются промежуточным продуктом аквакультуры, который обычно не учитывается в официальной статистике.

25. Кроме того, важными элементами управления прудовым хозяйством являются мониторинг и обеспечение желательной плотности и сочетания микроорганизмов, включая микроводоросли, а также добавление в воду питательных веществ, водообмен и аэрация, что позволяет поддерживать надлежащее качество воды и обеспечивать натуральным кормом выращиваемые виды. Поскольку прудовое рыбоводство является основной системой, используемой для разведения в пресной или солоноватой воде многих важных видов (например,

³ Sultana, V., Baloch, G.N., Ara, J., Ehteshamul-Haque, S., Tariq, R.M. Athar, M. 2010. Seaweeds as alternative to chemical pesticides for the management of root diseases of sunflower and tomato. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 84, 162–168.

карпа, тилапии, сома и креветок), выращивание микроводорослей, не учитываемое в официальной статистике, может достигать огромных масштабов.

ПРОБЛЕМЫ, ОГРАНИЧЕНИЯ И ПРЕПЯТСТВИЯ

26. Судя по опыту Восточной и Юго-Восточной Азии, это направление может превратиться в важную отрасль, создающую блага и способствующую экономическому развитию. Однако дальнейшее его развитие в рамках мировой аквакультуры связано с целым рядом проблем, ограничений и препятствий.

Ограниченный или неопределенный спрос на морские водоросли

27. Необходимым условием расширения производства морских водорослей является повышение спроса на них. Этого можно добиться за счет увеличения объемов потребления морских водорослей в пищу, что позволит использовать их наиболее оптимальным образом и принесет более высокий доход хозяйствам, занимающимся их выращиванием. Хотя в Восточной Азии большая часть морских водорослей производится для непосредственного потребления в пищу человеком, за пределами этого региона они не столь распространены и популярны. Благодаря своей многофункциональности и разнообразию морские водоросли могут использоваться в производстве целого ряда пищевых продуктов, позволяя создавать более здоровые, низкокалорийные и богатые питательными веществами альтернативы. Однако несмотря на питательную ценность и полезные свойства морских водорослей, а также различные усилия по стимулированию их потребления, особенно в Европе и Северной Америке, спрос остается на низком уровне.

28. Перспективными представляются многие направления непищевого применения морских водорослей (например, в качестве фармацевтических препаратов, нутрицевтиков, косметических средств, кормов для животных, биоудобрений/биостимуляторов, биоупаковочных материалов, текстильного волокна, средства улавливания или связывания углерода, биотоплива), однако такое их использование связано с рядом технических, экономических и/или рыночных ограничений и проблем. Пока неясно, какое (какие) из этих направлений послужит толчком для очередного скачка в развитии отрасли по разведению морских водорослей, подобного тому, который был вызван ростом популярности водорослей рода *Laminaria/Saccharina* и *Carraephyucus/Eucheuma*.

Наличие ограниченного или малого числа подходящих участков для разведения в прибрежных водах

29. Большая часть морских водорослей выращивается близко к поверхности воды, где они получают достаточное для фотосинтеза количество солнечного света, поэтому из операционных и логистических соображений морские водоросли обычно разводят в прибрежных зонах. Разведение в прибрежных зонах, как правило, менее затратно с точки зрения как инвестиционных, так и эксплуатационных расходов. Однако такая деятельность связана с целым рядом ограничений и проблем, среди которых: i) конкуренция со стороны других видов деятельности, таких как городское развитие, организация зон отдыха, рыболовство, рыбоводство и др.; ii) загрязнение прибрежных вод; iii) повышение температуры морской воды.

30. Преодолению этих ограничений способствует разведение морских водорослей в более отдаленных от берега районах. Там, кроме прочего, его можно совмещать с другими видами деятельности, например с производством ветровой энергии. Однако при разведении морских водорослей в открытом океане возникают проблемы технической осуществимости, экономической целесообразности и общего отсутствия норм ведения аквакультуры в открытом море.

Нехватка рабочей силы

31. Разведение морских водорослей, как правило, связано с большими трудозатратами, необходимыми для посадки, ежедневного ухода, сбора и послеуборочной обработки, при этом спрос на рабочую силу носит сезонный, нерегулярный характер. В развитых регионах одной из основных проблем отрасли по разведению морских водорослей является отсутствие подходящей рабочей силы (недорогостоящей, доступной на гибкой и стабильной основе). В развивающихся регионах нехватка рабочей силы также представляет собой проблему для занимающихся разведением морских водорослей стран, стремящихся к формированию более развитой и урбанизированной экономики, поскольку экономическое развитие способствует созданию более привлекательных возможностей для трудоустройства в других секторах (например, в сфере туризма) по сравнению с трудоемкими и тяжелыми видами работ в отрасли по выращиванию морских водорослей, особенно когда речь идет о молодом поколении. Дальнейшая автоматизация систем и технологий разведения могла бы способствовать решению проблемы нехватки рабочей силы и повышению уровня охраны труда, но в то же время приведет к увеличению производственных затрат.

Ограничения, связанные с интегрированными системами разведения

32. Несмотря на привлекательность самой идеи совмещения разведения морских водорослей с другими видами деятельности в секторе аквакультуры, а также примеры ее успешной реализации, существует ряд ограничений технического, экономического и институционального характера. С технической точки зрения интегрированная мультитрофная аквакультура (ИМТА) представляет собой комплексную систему аквакультуры, эффективность которой зависит от сбалансированности различных аспектов взаимодействия между культивируемыми видами, общего уровня знаний и опыта, которым обладают хозяйства, берущиеся за разведение нескольких видов, и наличия потенциала, необходимого для следования надлежащим правилам разведения всех совместно культивируемых видов и поддержания необходимого уровня функционирования экосистемы.

33. В системе ИМТА инфраструктура и виды работ, необходимые для выращивания одного вида, могут создавать сложности для выращивания другого вида. В частности, сети/канаты, применяемые при выращивании морских водорослей, могут затруднять доступ судов к рыбоводным садкам, а садки могут привлекать травоядных рыб, которые поедают водоросли.

34. С экономической точки зрения системы ИМТА, особенно крупномасштабные, сталкиваются с проблемой сбыта различных видов продукции в рамках разных производственно-сбытовых цепочек. Хотя диверсификация видового состава в системе ИМТА может помочь сгладить последствия колебания цен на отдельные виды, описанные выше сложности поддержания такой системы, как правило, приводят к увеличению эксплуатационных расходов, при этом рыбоводы не видят в разведении морских водорослей с их низкой ценностью достаточного финансового стимула для изменения бизнес-модели своего хозяйства.

35. С институциональной точки зрения у рыбоводов отсутствуют стимулы для включения морских водорослей в свои системы разведения, если в соответствии с действующими нормами они не обязаны учитывать совокупное воздействие своей деятельности на экосистему в более крупном масштабе (фьорды, каналы, заливы) и не могут воспользоваться результатами положительного воздействия морских водорослей на качество воды (например, получить разрешение на выращивание большего количества рыбы). Интеграции также может препятствовать отсутствие норм, поощряющих сотрудничество владельцев участков, занимающихся разведением разных видов.

Низкое или ухудшающееся качество посадочного материала

36. Производство посадочного материала является залогом успешного и устойчивого разведения морских водорослей. С учетом ухудшения условий разведения, включая повышение температуры морской воды, учащение вспышек болезней и увеличение их масштабов, качество посадочного материала приобретает все более важное значение.

37. Ненадлежащие методы или ограничения в производстве посадочного материала, в том числе использование инбредных запасов или повторное вегетативное размножение, могут привести к ухудшению признаков и последующей утрате агрономической ценности культивируемой линии в связи с возможным сокращением темпов роста, снижением качества, повышением восприимчивости к болезням и т.д. Низкое или ухудшающееся качество посадочного материала может также послужить причиной интродукции неместных видов или генотипов морских водорослей, что представляет угрозу биоразнообразию и биобезопасности.

38. Улучшению качества посадочного материала и повышению эффективности производства могут способствовать технологии генетического совершенствования, в том числе отбор линий, селекционное разведение, гибридизация и микроклональное размножение. Однако для их применения, как правило, требуется большой объем технических и финансовых ресурсов и зачастую – государственная поддержка. Селекционные программы и достижения сыграли важнейшую роль в развитии отрасли по разведению морских водорослей в Восточной Азии, однако в случае тропических красных морских водорослей (например, *Kappaphycus/Eucheuma*), которые размножаются преимущественно вегетативным путем, наблюдается отсутствие генетических улучшений. Несмотря на признанное наличие отдельных морфотипов *Kappaphycus/Eucheuma*, их генетическая основа недостаточно хорошо изучена.

Различные проблемы и ограничения, связанные с разведением морских водорослей и производственно-сбытовыми цепочками

39. К числу других важных проблем, препятствующих развитию отрасли по разведению морских водорослей и производственно-сбытовых цепочек, относятся: i) ухудшение условий разведения в связи с изменением климата, включая повышение температуры морской воды, учащение экстремальных погодных явлений, несоблюдение мер биобезопасности (например, в части замеров содержания питательных веществ (по азоту) и движения воды / скорости течений) и увеличение активности хищников; ii) учащение вспышек болезней и увеличение их масштабов; iii) высокие транспортные расходы; iv) высокие затраты на услуги посредников; v) низкие и колеблющиеся рыночные цены, в том числе нестабильность экспортных цен, вызванная колебаниями валютного курса; vi) низкие доходы хозяйств, занимающихся разведением морских водорослей; vii) применение неоптимальных методов (например, преждевременный сбор, круглогодичное выращивание без перерывов на восстановление, как, например, поступают растениеводы, оставляя земли под паром) из-за финансовых ограничений или нестабильной конъюнктуры рынка; viii) низкое качество, обусловленное ненадлежащей послеуборочной обработкой; ix) отсутствие добавленной стоимости.

Проблемы и ограничения, связанные с разведением микроводорослей

40. Несмотря на усилия по популяризации микроводорослей в качестве нового источника продовольствия для борьбы с голодом и неполноценным питанием, в том числе усилия, предпринимаемые ФАО, в глобальном масштабе потребление микроводорослей человеком сводится главным образом к использованию производимых из них нутрицевтической отраслью дорогостоящих пищевых добавок (например, порошкообразной хлореллы или спирулины).

41. Более широкому использованию микроводорослей в пищевых продуктах препятствуют следующие факторы: i) неприятный вкус или цвет; ii) потенциальное загрязнение тяжелыми

металлами и/или микроцистинами из-за ненадлежащих методов выращивания; iii) возможные побочные эффекты, вызванные потреблением микроводорослей (например, аллергическая реакция и нарушения пищеварения); iv) относительно высокие цены на качественные продукты из микроводорослей.

42. Высокие расходы на сбор и переработку биомассы культивируемых микроводорослей – еще один фактор, обуславливающий их высокую себестоимость, которая является основным препятствием для коммерческого использования микроводорослей в качестве сырья для производства биотоплива.

НАКОПЛЕННЫЙ ОПЫТ И НАПРАВЛЕНИЕ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ

Регулирование в качестве основы

43. Важнейшую роль в формировании прочного фундамента для устойчивого развития сектора по разведению морских водорослей и микроводорослей играют основанные на научных и фактологических данных законы, нормы и рекомендации (природоохранные нормы, территориальное планирование, стандарты безопасности пищевых продуктов, требования в области охраны труда, технические руководства, передовая практика ведения хозяйства в аквакультуре и пр.). При выращивании морских водорослей необходимо следовать передовым рекомендациям технического и нормативного характера, приводимым в международных документах, в частности, в готовящихся к выпуску Рекомендациях по устойчивому развитию аквакультуры, а передовой опыт должен внедряться с учетом национальных и местных особенностей.

44. Хотя выработка и внедрение соответствующих критериев в зависимости от социально-экономических и экологических условий и приоритетов в области развития является прерогативой каждой отдельно взятой страны, международное и научное сообщества могут содействовать принятию обоснованных решений посредством накопления глобальных знаний и опыта и обмена ими.

Рыночный спрос в качестве движущей силы

45. Основной движущей силой развития сектора по разведению водорослей является рыночный спрос. Например, всплеск интереса к ламинарии в Шотландии в восемнадцатом веке был обусловлен потребностью в щелочи для производства мыла и стекла, резкий рост спроса на ирландский мох (*Chondrus crispus*) в Канаде стал следствием увеличения спроса на сырье для производства каррагинана, приведшего впоследствии к увеличению производства *Carpathyus/Eucheuma* на Филиппинах и в Индонезии.

46. Основным фактором, объясняющим популярность ламинарии в Восточной Азии, прежде всего в Китае и Республике Корея, является спрос на полезную и вкусную пищевую продукцию из водных биоресурсов. В разное время сохранению или росту ее популярности способствовали и другие рыночные силы, такие как спрос на экстракты из бурых морских водорослей (йод, альгинат, маннитол, фукоидан и т.д.), а также на свежие морские водоросли, используемые в качестве корма для морского ушка.

47. Благодаря своей питательности, экологичности и универсальности водоросли имеют огромный потенциал для применения в самых разных пищевых и непищевых целях, однако формированию непосредственного рыночного спроса на них может препятствовать целый ряд факторов, таких как низкая осведомленность или заинтересованность потребителей, высокая стоимость производства, конкуренция на рынке и строгое регулирование.

48. Несмотря на растущее внимание к многочисленным потенциальным преимуществам водорослей (полезным для здоровья качествам, экологическим выгодам и экосистемным

услугам), этого может оказаться недостаточно для возникновения рыночного спроса или деловых возможностей по привлечению частных инвестиций в данный сектор с целью получения прибыли. Для интернализации положительных внешних воздействий водорослей могут быть созданы рыночные механизмы, в том числе углеродные кредиты, азотные кредиты, "голубые" облигации и "зеленое" финансирование. Решающее значение для содействия развитию сектора по разведению водорослей и его интеграции в глобальные продовольственные системы имеет скоординированная поддержка со стороны правительств, доноров, гражданского общества и международных организаций.

49. Еще один важный урок, которому учит нас история развития мировой отрасли по разведению водорослей, заключается в том, что чрезмерная зависимость от ограниченного числа направлений их применения (особенно в качестве промышленных товаров) – это рискованный и неустойчивый подход. Так, рост интереса к ламинарии в Шотландии, о котором говорилось выше, в начале XIX века сменился резким спадом, поскольку были обнаружены более дешевые способы производства соды и поташа. То же самое произошло в Канаде с отраслью по разведению ирландского мха, когда в тропических районах началось массовое выращивание водорослей *Carpathyus/Eucheuma*, которые являются гораздо более дешевым сырьем для производства каррагинана, причем упадок в этой отрасли имел ощутимые социально-экономические последствия.

50. Использование водорослей (прежде всего морских водорослей) в качестве пищевых продуктов, особенно для местного потребления, как правило, является наиболее устойчивой рыночной силой, которая может стабилизировать развитие данного сектора. Однако расширению рынков пищевой продукции из водорослей препятствует консервативность пищевых привычек и поведения потребителей, особенно в странах, где плохо развиты производство, потребление водорослей и связанные с ними кулинарные традиции. Формирование или изменение пищевых привычек является долгосрочным процессом, требующим совместных усилий заинтересованных сторон и экспертов в области политики, бизнеса и науки.

51. Несмотря на отдельные данные, свидетельствующие о росте популярности на глобальном и местном уровнях суши и других пищевых продуктов на основе морских водорослей, в целом отмечается нехватка подробных сведений и знаний о рыночном потенциале таких продуктов (в частности, о ценах и объеме рынка), которые чрезвычайно важны для принятия обоснованных решений, касающихся мер политики и планов по развитию отрасли по разведению морских водорослей. Для восполнения нехватки таких данных необходима углубленная, всесторонняя оценка соответствующих рынков и производственно-сбытовых цепочек на глобальном, региональном, национальном и субнациональном уровнях.

Инновации как способ кардинального изменения ситуации

52. В основе любого прорыва в развитии отрасли по разведению морских водорослей и микроводорослей лежат наука и инновации. Для преобразования морских водорослей и микроводорослей с их обширным потенциалом в приемлемые, доступные и недорогие пищевые и непищевые продукты необходимо налаживание тесного сотрудничества между отраслью по разведению водорослей и междисциплинарным исследовательским сообществом. Государственный сектор может содействовать этому процессу, оказывая поддержку проведению фундаментальных исследований в таких важных областях, как питание, генетические ресурсы и болезни.

53. Государственная поддержка (в том числе финансовые стимулы) также необходима для содействия разработке и коммерциализации инноваций, которые способны принести значительные технические, экономические, экологические и/или социальные выгоды.

Государственная поддержка как средство создания благоприятных условий

54. Представители частного сектора, особенно в странах с низкими объемами производства и потребления морских водорослей, могут не иметь достаточной мотивации, чтобы направлять значительные, долгосрочные усилия на развитие рынков морских водорослей с учетом неопределенности перспектив. Поэтому для повышения в обществе осведомленности и интереса к морским водорослям в качестве питательного пищевого продукта и содействия формированию у населения привычки к их потреблению необходима государственная поддержка. Так, популяризировать потребление морских водорослей в качестве безопасного продукта с высокой питательной ценностью можно путем осуществления государственных программ, предусматривающих просвещение в вопросах питания и включение морских водорослей в меню больниц, школ и других государственных учреждений, что не только приведет к незамедлительному росту спроса на морские водоросли, но и поможет воспитать будущее поколение потребителей.

55. Государственный сектор должен создавать благоприятные условия для содействия развитию отрасли по разведению водорослей. Например, правительства могут включить разведение морских водорослей и/или микроводорослей в число приоритетов в области развития и использовать лицензирование, финансовую поддержку и другие механизмы как средства поощрения данного сектора за обеспечиваемые им экологические преимущества и экосистемные услуги.

56. С учетом того, что объемы производства и потребления морских водорослей сильно варьируются в зависимости от региона, представляется целесообразным обеспечить в отдельных регионах общее укрепление отрасли по разведению морских водорослей и соответствующей производственно-сбытовой цепочки и популяризировать потребление морских водорослей.

Роль ФАО

57. ФАО осуществила ряд проектов, целиком или частично направленных на развитие отрасли по разведению морских водорослей; кроме того, ФАО подготовила и распространила целый ряд посвященных водорослям информационных продуктов.

58. Проводимая ФАО работа над методикой поэтапного решения проблемы биобезопасности в аквакультуре (МПР БА) может способствовать созданию учитывающего риски и основанного на совместном управлении механизма поэтапного обеспечения биобезопасности при разведении морских водорослей на уровне предприятия, национальном и международном уровнях. К изданию готовится публикация ФАО о болезнях водных организмов, в которую будет включен раздел, посвященный морским водорослям.

59. ФАО разрабатывает справочный документ, в котором определяются потенциальные угрозы для безопасности пищевых продуктов (химические вещества, патогены и токсины), которые могут быть связаны с потреблением морских водорослей. Этот документ послужит основой для дальнейшей работы в данной области. ФАО считает целесообразной разработку соответствующих рекомендаций Кодекса по этой тематике и в мае 2021 года представила данный вопрос на рассмотрение 14-й сессии Комитета Кодекса по загрязняющим примесям в пищевых продуктах (Секретариат ОКЭПД, 2021 год). Этот вопрос будет также рассмотрен Комиссией "Кодекс Алиментариус".

60. В рамках своей работы в области водных генетических ресурсов ФАО разрабатывает систему информации о культивируемых линиях водных генетических ресурсов, в том числе водорослей, что поможет решить проблему нехватки информации о генетической базе для разведения морских водорослей.

61. Созданные ФАО базы данных по мировому производству продукции рыболовства и аквакультуры служат уникальным источником статистических и прочих данных о мировом производстве дикорастущих и культивируемых водорослей. Статистические данные по производству водорослей могут быть усовершенствованы по многим аспектам, включая точность и полноту (например, за счет более широкого охвата стран и более детальной разбивки по видовому составу). Кроме того, наблюдается нехватка информации и знаний о других звеньях цепочки поставок водорослей (таких как переработка и потребление). Для увеличения количества и повышения качества данных и информации о водорослях ФАО требуется постоянная поддержка со стороны ее членов.

62. Рекомендации по устойчивому развитию аквакультуры (РУРА) предлагают членам Организации дорожную карту, которая позволит повысить уровень эффективности, инклюзивности, невосприимчивости к внешним воздействиям и устойчивости систем производства пищевой продукции из водных биоресурсов за счет внедрения надлежащих практических методов управления, инноваций и инвестиций. В этом плане положения РУРА могут найти применение на национальном и региональном уровнях, что позволит укрепить и усовершенствовать политические меры, правовые и институциональные механизмы, направленные на формирование благоприятной среды, партнерские механизмы и инвестиционную деятельность в интересах поступательного развития подсектора разведения морских водорослей и микроводорослей. Руководство ФАО по вопросам социальной ответственности в рыбопромысловых и аквакультурных производственно-сбытовых цепочках дополняет РУРА, предлагая членам Организации инструменты для повышения уровня социальной ответственности в производственно-сбытовых цепочках выращивания морских водорослей, в том числе в части достойных условий труда и социальной защиты работников сектора.

63. К другим возможным направлениям работы ФАО по развитию отрасли по разведению водорослей (в первую очередь морских водорослей) и соответствующей производственно-сбытовой цепочки относятся: i) разработка практических руководств по выращиванию морских водорослей; ii) создание технических платформ для содействия развитию потенциала, передаче технологий и обмену знаниями в ключевых областях (системы и технологии выращивания, генетическое совершенствование, борьба с болезнями и т.д.); iii) содействие развитию рынка для использования морских водорослей в качестве пищевых продуктов; iv) содействие сотрудничеству и взаимодействию между членами в вопросах укрепления регулирования в интересах устойчивого развития сектора по разведению водорослей.