



Проблема кормов в аквакультуре

Дмитрий Аршавский, БиоМар

II международный форум «Аквакультура. Современные корма и технологии, актуальные тренды и перспективы»
г. Москва, 22–23 октября 2024

Взгляд на мировую аквакультуру из супермаркета



Взгляд на мировую аквакультуру из супермаркета



Вид

Мировое производство
в 2022 году, тыс. т

Атлантический лосось

2869,4



Радужная форель

1004,3



Лаврак

293,6



Дорада

344,4



Карп

4012,7



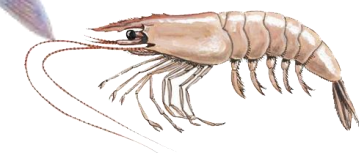
Нильская тилapia

5002,8



Пангасиус

2851,6



Белоногая креветка

6825,5

Всего:

$\Sigma = 23204,3$



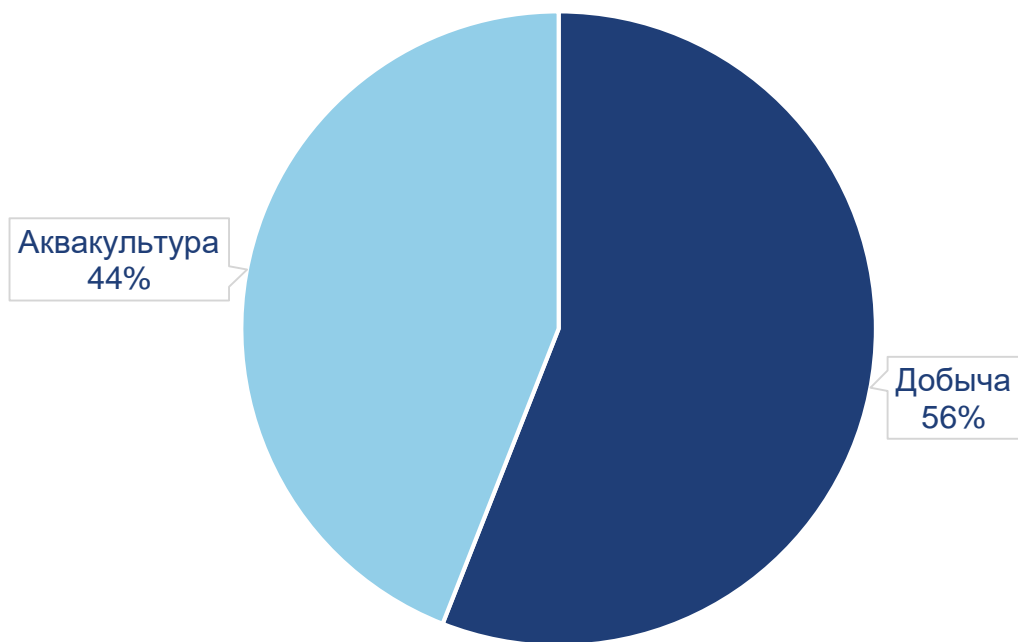
Индустрия



Мировое производство аквакультуры



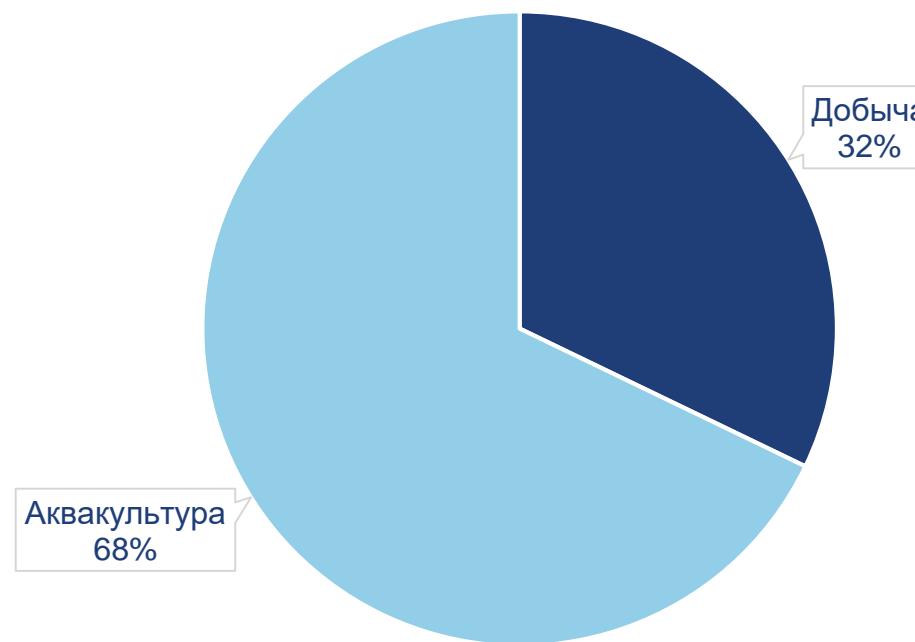
Мировое производство
рыбы в 2022 году



■ Добыча ■ Аквакультура

- В 2022 году в мире добыто 78,2 млн. тонн и выращено 61,6 млн. тонн рыбы.

Мировое производство
ракообразных в 2022 году



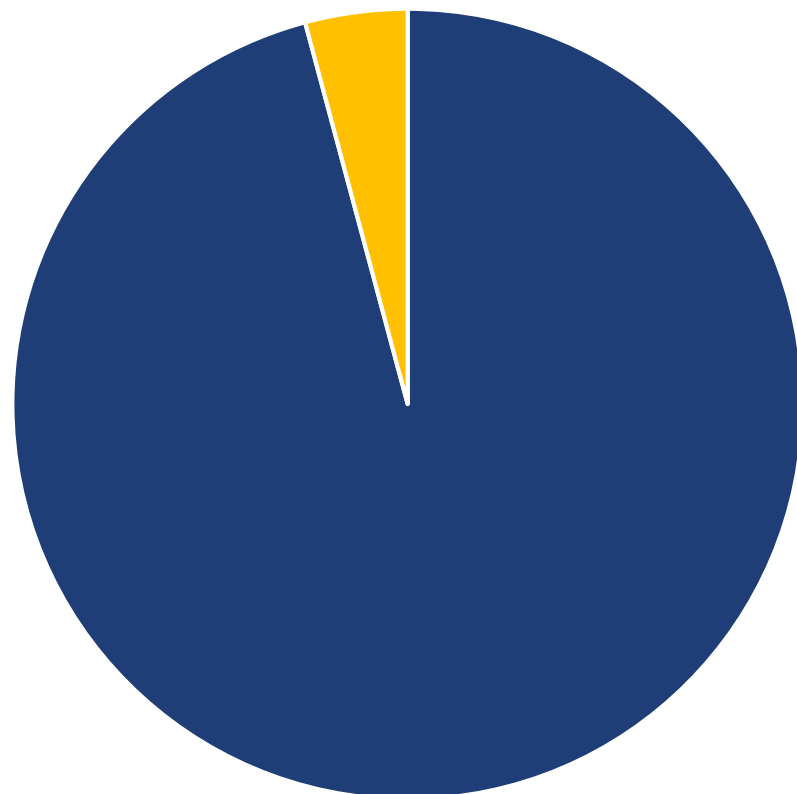
■ Добыча ■ Аквакультура

- В 2022 году в мире добыто 6,0 млн. тонн ракообразных, и выращено 12,8 млн. тонн, в том числе белоногий креветки – 6,8 млн. тонн.

Мировой рынок кормов для аквакультуры



Производство, 2022 (млн. т)

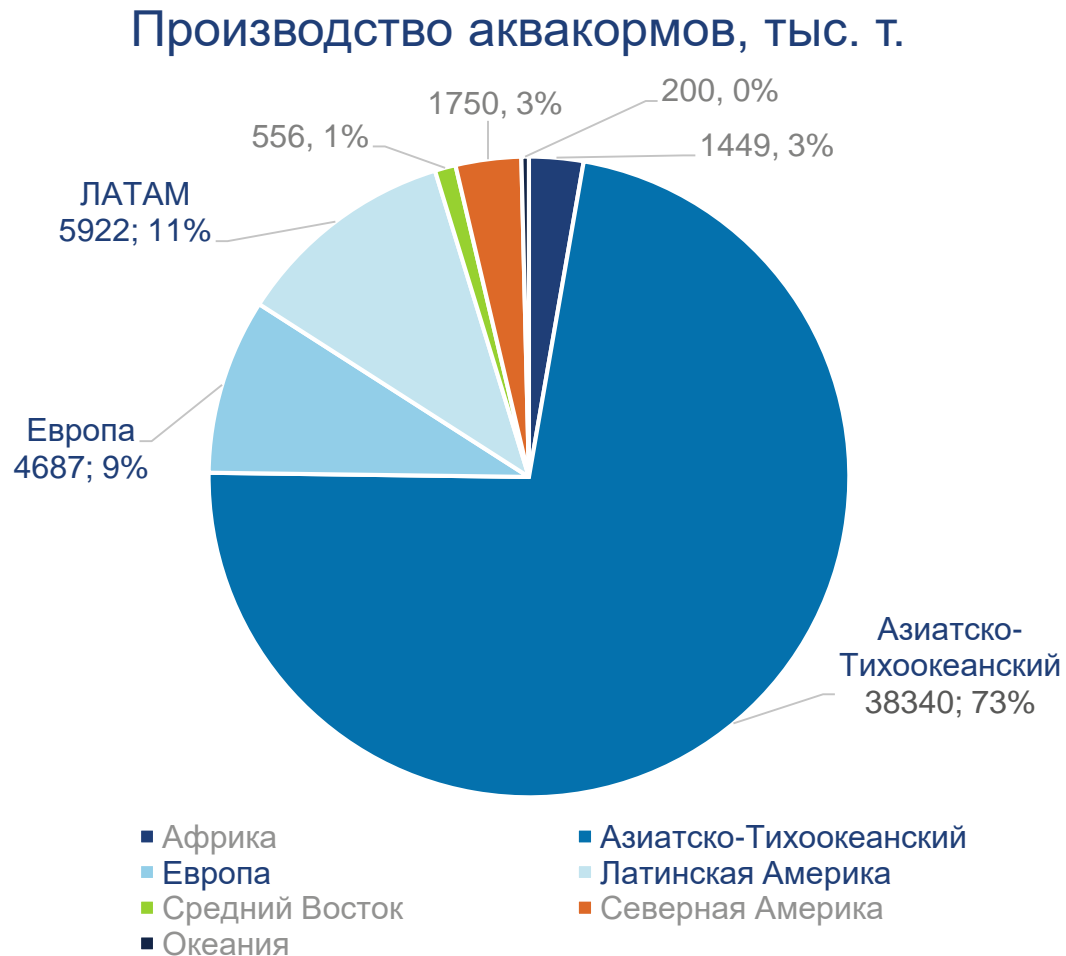


■ Комбикорма для животных ■ Аква корма

- Глобальный рынок аквакормов составляет примерно 4,2% (52,9 млн. т) от общего производства комбикормов в мире, которое составило в 2022 году 1266 млн.
- Прирост производства составил 2,72% по сравнению с 2021 г.
- 5 крупнейших стран на рынке аквакормов: Китай, Вьетнам, Индия, Норвегия и Индонезия.
- Наибольший прирост наблюдался в Китае, Бразилии, Эквадоре, на Филиппинах и в США.

Источник: Alltech

Региональное производство аквакормов, 2022



- Азиатско-Тихоокеанский регион является крупнейшим производителем аквакормов (38,3 млн.т, 73%) и демонстрирует рост 2,6% по сравнению с 2021 годом (драйверы: Китай, Филиппины, Бангладеш, Южная Корея, Малайзия...)
- Латинская Америка является вторым по величине производителем аквакормов, с объемом 5,6 млн.т (11%) и ростом 4,8%.
- Европа замыкает тройку с объемом 4,7 млн.т (9%) и ростом производства 1,7%.



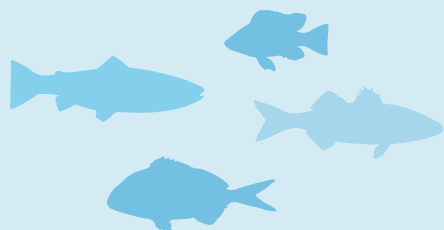
Фазы развития отрасли



Фазы развития отрасли

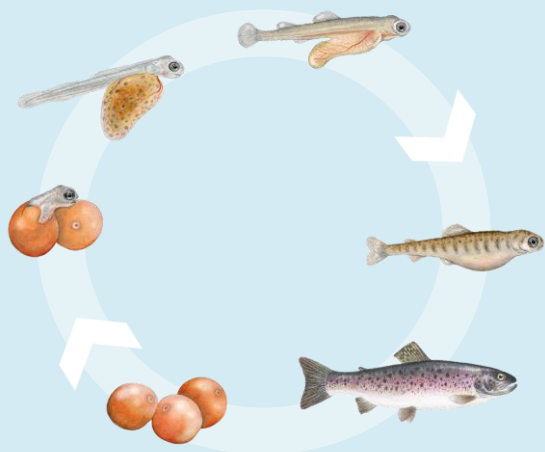


Получение знаний о рыбах



Все рыбы разные

Определение потребностей в питательных веществах для разных видов рыб и на каждом этапе жизни - первый шаг к составлению оптимального корма



Пищевые потребности рыб на разных стадиях жизни также отличаются. Исследования позволили нам определить специфические потребности различных видов рыб, чтобы идеально сбалансировать корм для удовлетворения потребностей рыбы каждого размера.



Исследования позволили нам определить количество и состав питательных веществ, которые рыбы поглощают и выделяют

Особенности рыб

- Рыбы живут в воде
- Рыбы являются пойкилотермными животными (т.е. животными с переменной температурой тела)
- Рыбы плохо переваривают углеводы (особенно моносахара)
- Рыбы в подавляющем большинстве являются хищниками (= консументами высоких порядков)
- Рыбы появляются на свет очень маленькими личинками, часто со слаборазвитой пищеварительной системой и низким уровнем активности пищеварительных ферментов

Вплоть до 1980-х годов рыбу кормили пастообразными кормами

Использование
влажных
пастообразных
кормов в Дании
было окончательно
запрещено в 1980
году!



Первые гранулированные корма

- Первые гранулированные корма выпускались по технологии сухого прессования.
- В настоящее время большинство производителей кормов для рыб полностью отказались от этой технологии (БиоМар – с 1995 года).

Особенности рыб как объектов кормления



Рыбы не тратят энергию на совершение работы против силы тяжести и на поддержание постоянной высокой температуры тела



Корма для рыб содержат больше протеина, чем корма для теплокровных животных

Рыбы плохо переваривают углеводы



Основным источником энергии в кормах для рыб является жир

Рыбы выделяют продукты обмена в ту же среду, где обитают



Корма должны содержать ограниченное количество фосфора и азота

Рыбы поглощают корм из той же среды, в которой обитают



Корма не должны содержать пыли, вызывающей жаберные заболевания

Рыбы за период выращивания вырастают в 10000 -100000 раз



На период выращивания требуется несколько кормов, существенно отличающихся по энергетике и составу

Разные рыбы питаются с поверхности или из толщи воды



Корма должны быть плавающими или тонущими



Современные корма для рыб:

- Являются:
 - Самыми концентрированными по составу
 - Самыми сложными по технологии изготовления.
- Могут содержать:
 - До 64 % протеина (некоторые стартовые корма)
 - До 40% жира (корма для товарного лосося)
- Должны обеспечивать:
 - Высокую скорость роста
 - Высокую выживаемость
 - Низкий кормовой коэффициент
 - Низкий уровень загрязнения окружающей среды
 - Устойчивость рыбы к заболеваниям
 - Высокое качество конечной продукции

Фазы развития





Проблемы



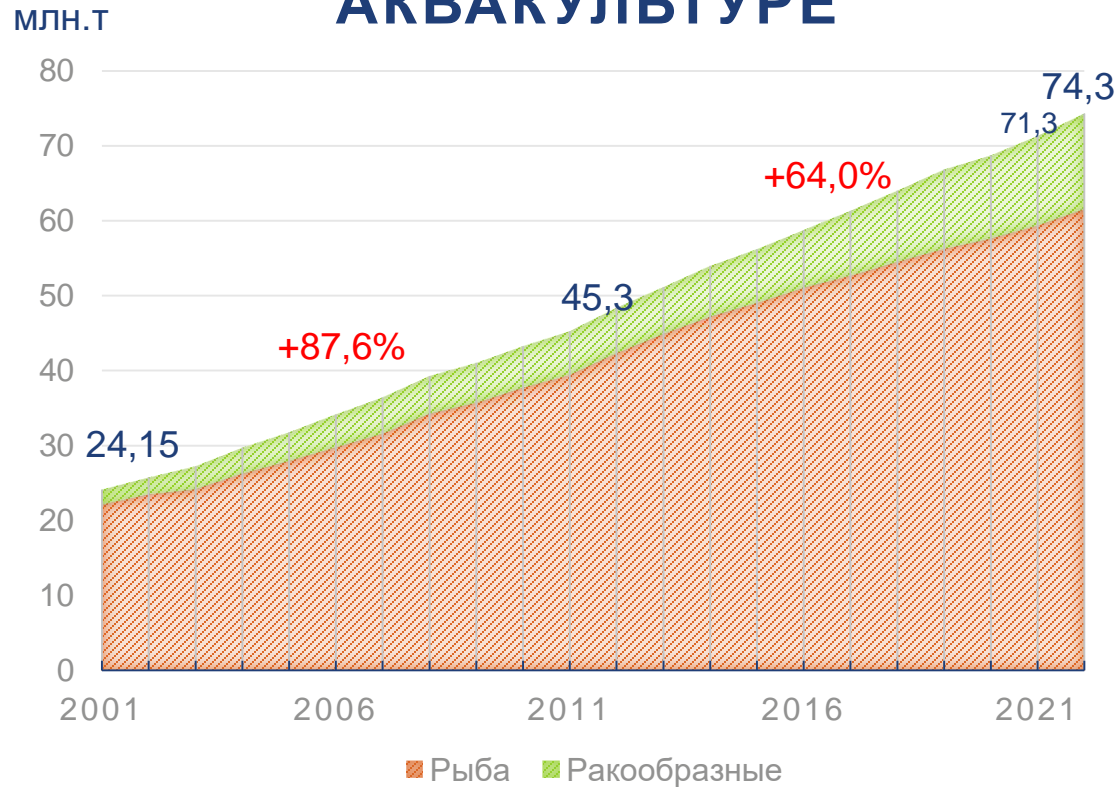
Ингредиенты

- В связи с тем, что корма для рыб содержат гораздо больше протеина, чем корма для других сельскохозяйственных животных, при их производстве применяется большое количество высокобелковых компонентов.
- В течение долгого времени рыбная мука была основой аквакормов, растительные компоненты были представлены в основном жмыхами и шротами бобовых культур.
- Рыбная мука и рыбий жир содержат в своем составе почти сорок компонентов, необходимых для роста животных, и практически в идеальном соотношении.

Обострение проблемы сырья



ПРОИЗВОДСТВО РЫБЫ И РАКООБРАЗНЫХ В АКВАКУЛЬТУРЕ



Глобальное производство рыбной муки и рыбьего жира

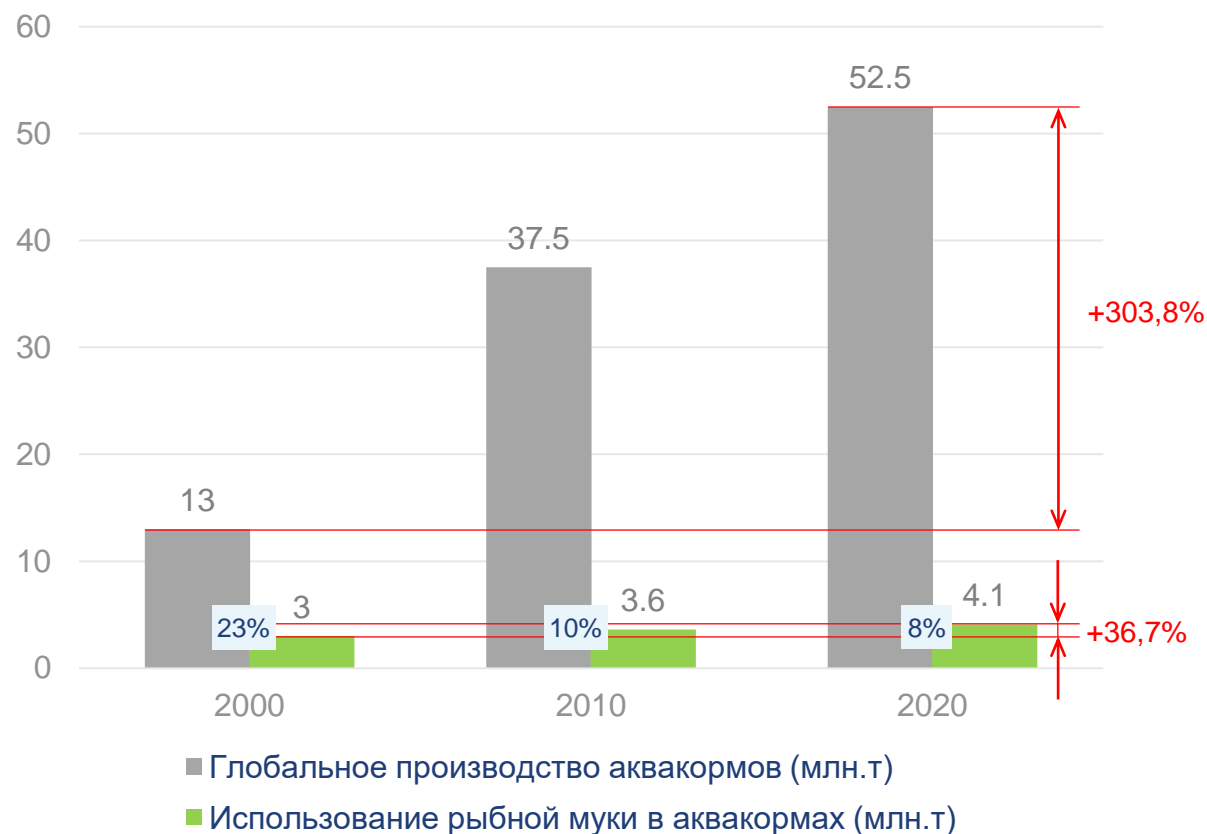


- Бурный рост аквакультуры в первом десятилетии 21 века привел к огромному увеличению спроса на аквакорма при сокращающемся производстве рыбной муки.

Использование рыбной муки в аквакормах



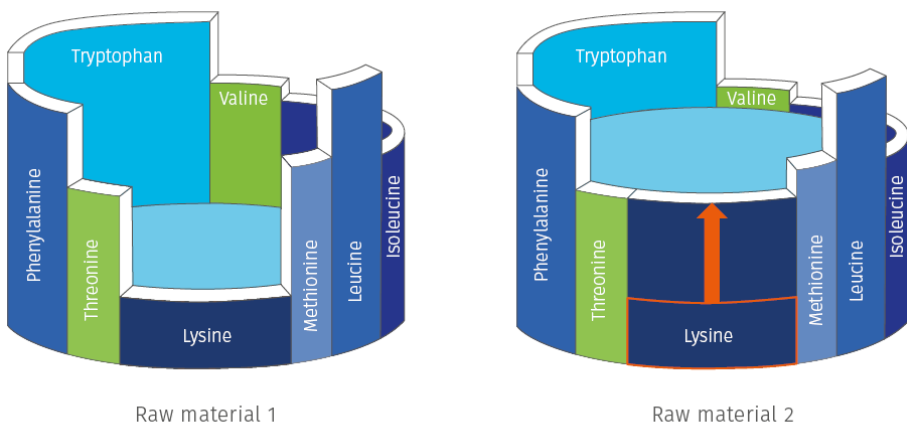
Использование рыбной муки в аквакормах



- За 20 лет, с 2000 по 2020 годы, количество производимых в мире кормов возросло более, чем в 4 раза, при этом количество потребляемой рыбной муки выросло менее чем на 37%.
- При этом среднее содержание рыбной муки в аквакормах снизилось до 8%, то есть на 90% они состоят из сырья не-морского происхождения!

Аминокислотный состав сырья

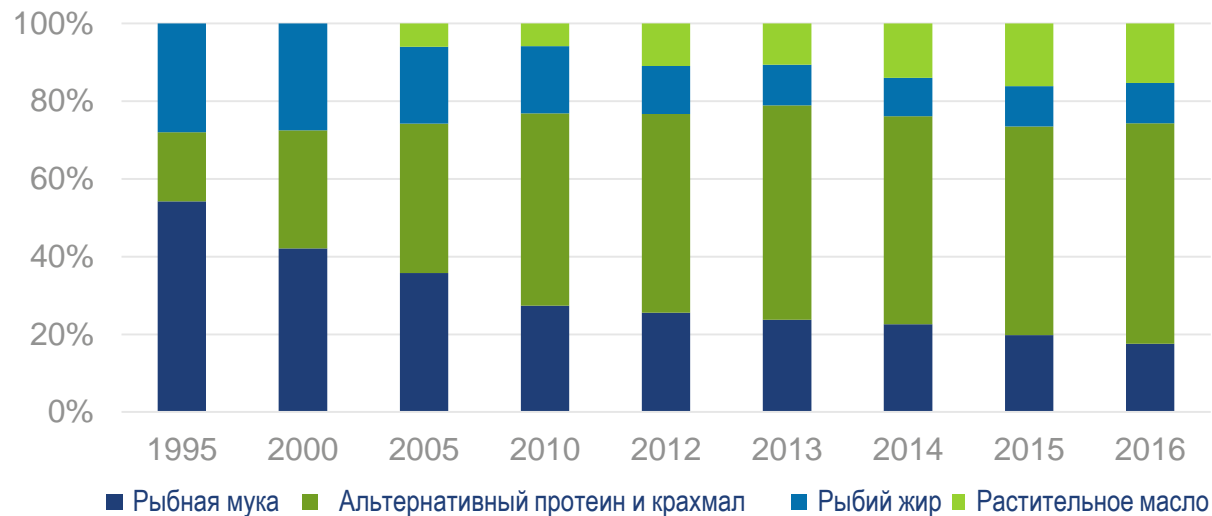
Изучение аминокислотного состава каждого вида сырья, выяснение его усвояемости и того, как каждый вид сырья влияет на состав каждого рецепта.



Новые сырьевые материалы в рецептах



Эволюция компонентного состава кормов для рыб



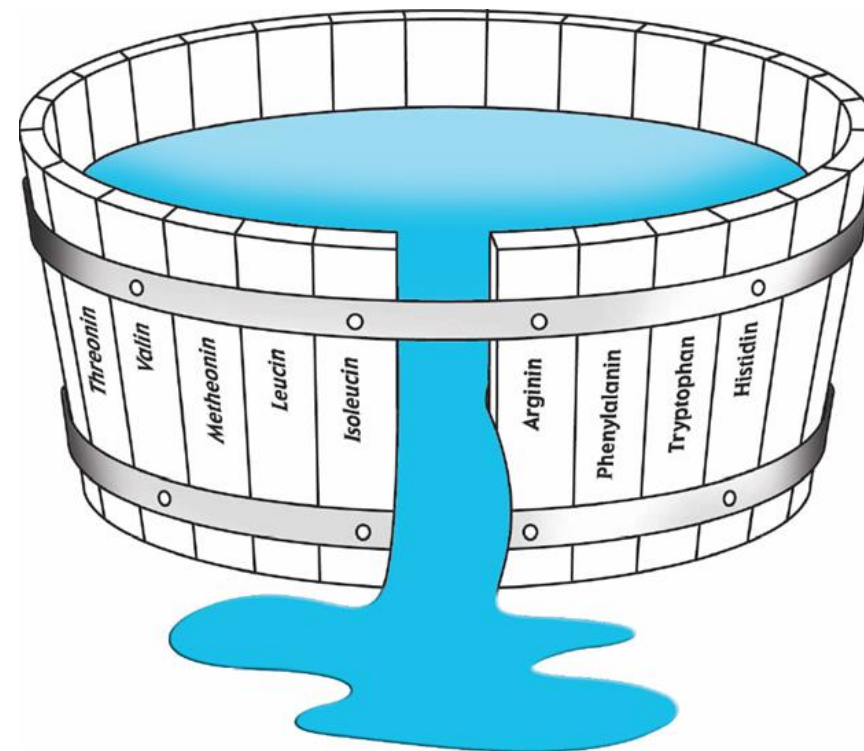


Проблема: Протеин

Протеин



- Протеин является важнейшим компонентом корма, обеспечивающим рост мышечной массы.
- В состав белков входят 20 аминокислот, 10 из которых являются незаменимыми – то есть не могут быть синтезированы в организме рыб и должны поступать с пищей.
- Если не хватает всего одной незаменимой аминокислоты, то синтез белка в организме рыбы (и рост мышечной ткани!) не может быть продолжен
- Оставшиеся аминокислоты будут потеряны – использованы на производство энергии



Основные сырьевые материалы, используемые при производстве кормов для рыб



Сырье морского происхождения



Рыбная мука (станд.)



Рыбная мука (ЛТ)



Рыбий жир



Криль

Сырье растительного происхождения



Соевый протеин



Пшеничная
клейковина



Рапсовый шрот



Рапсовое масло



Кукурузная
клейковина



Соевый шрот



Пшеница



Подсолнечниковый
шрот

Прочие ингредиенты и местные сырьевые материалы



Перлевая/глиня мука



Гемоглобиновая мука



Пигменты



Витамины и минералы

Рыбе не нужно есть рыбу для того, чтобы расти



- Чтобы расти, рыбе не нужно есть рыбу
- Рыбе не нужна рыбная мука и рыбий жир в ее корме
- Ей нужны питательные вещества, включая определенный набор аминокислот (протеин), набор жирных кислот (липиды), углеводы, минеральные вещества, витамины, и т.д.
- Для определения необходимых питательных веществ для каждого вида рыб нужно провести обширные и тщательные исследования
- Кроме этого, необходимо знать содержание питательных веществ в каждом из используемых сырьевых материалов и их переваримость
- На основании этих знаний можно создать смесь сырьевых материалов, которая гарантирует рост рыбы и ее хорошее физиологическое состояние



Тихая революция нулевых годов



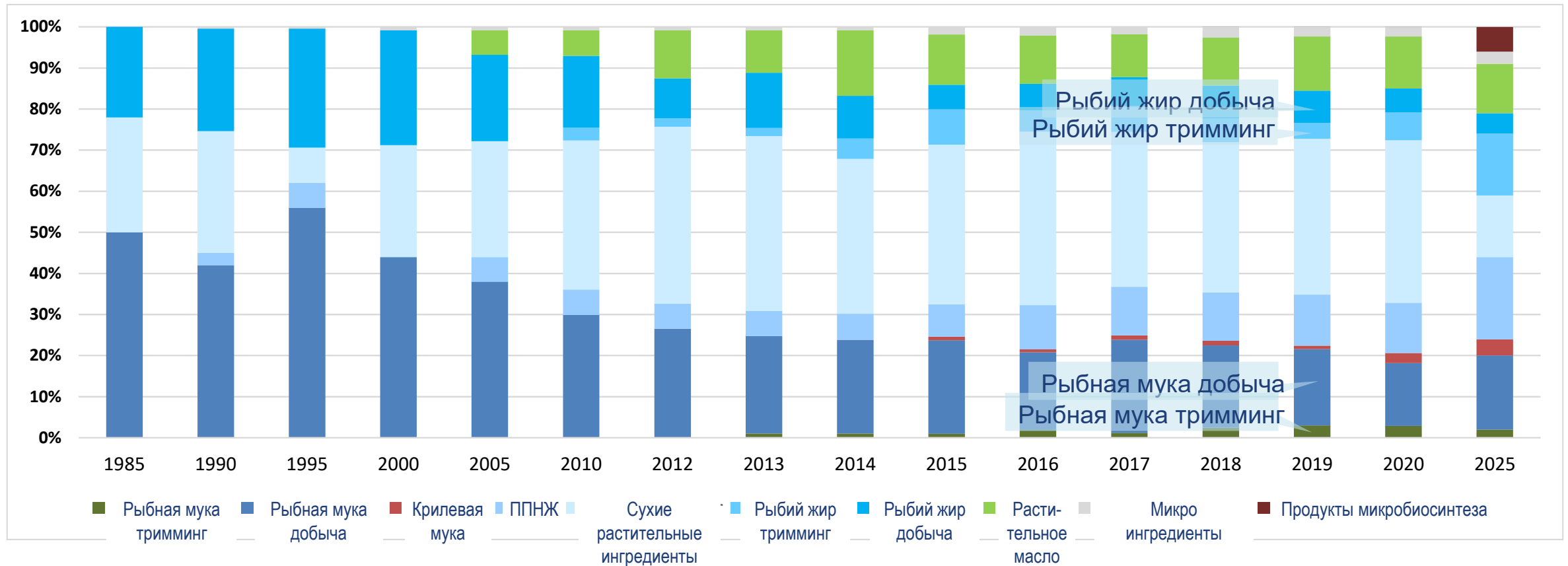
Гуаровый протеин



Картофельный протеин

- Именно аминокислотный состав корма, а не содержание в нём протеина определяет рост рыбы.
- Компании – производители кормов выполнили огромный объем научно-исследовательских работ, связанных с определением доступности каждой из незаменимых аминокислот из всех доступных видов сырья, а также с поиском новых сырьевых материалов.
- Массовое производство и поступление на рынок различных растительных белковых концентратов позволило существенно снизить зависимость аквакормов от рыбной муки и перенести центр тяжести производства сырья для них с океана на агроценозы.

Эволюция сырья кормов для рыб



Максимальное использование сырья



Глобальное происхождение сырья для производства рыбной муки и рыбьего жира в 2021 году.

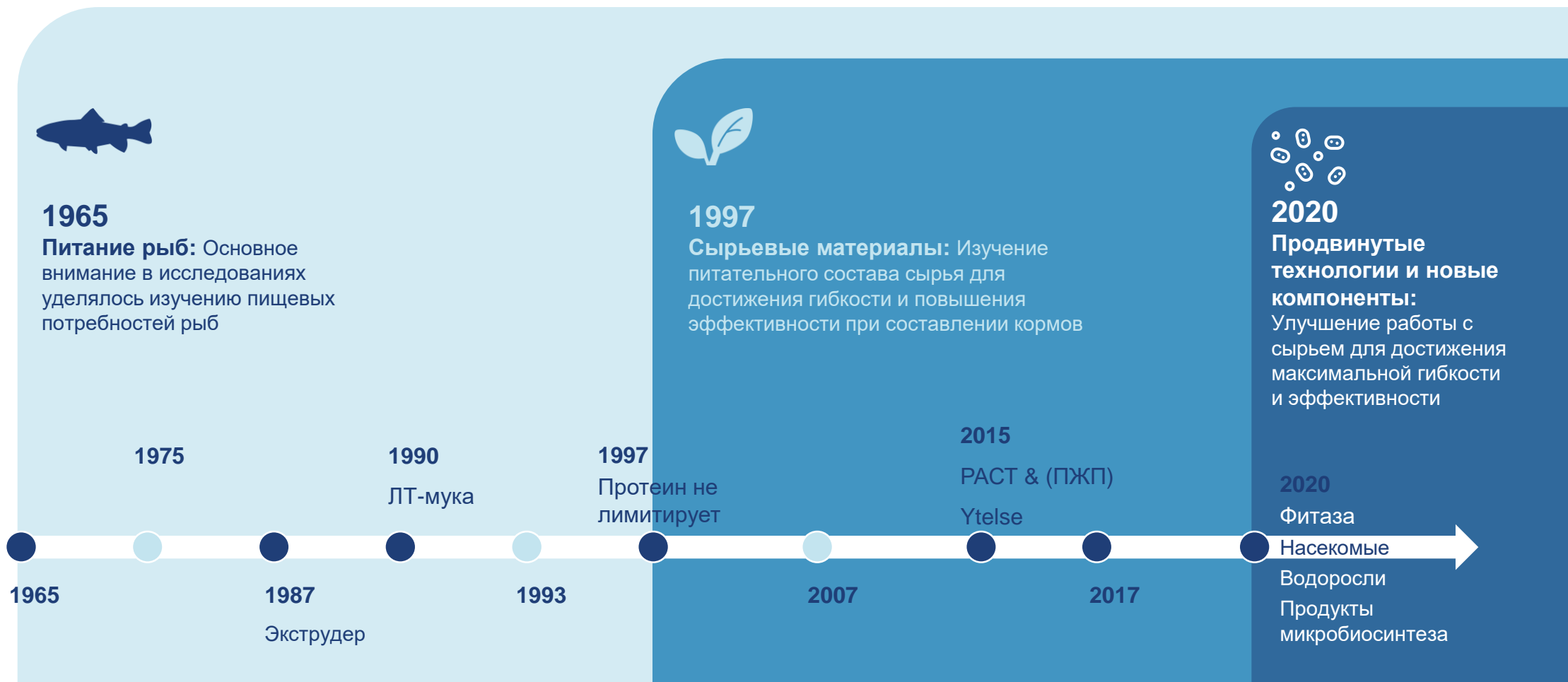


- Целая рыба (добыча)
- Субпродукты (добыча)
- Субпродукты (аквакультура)

- Целая рыба (добыча)
- Субпродукты (добыча)
- Субпродукты (аквакультура)

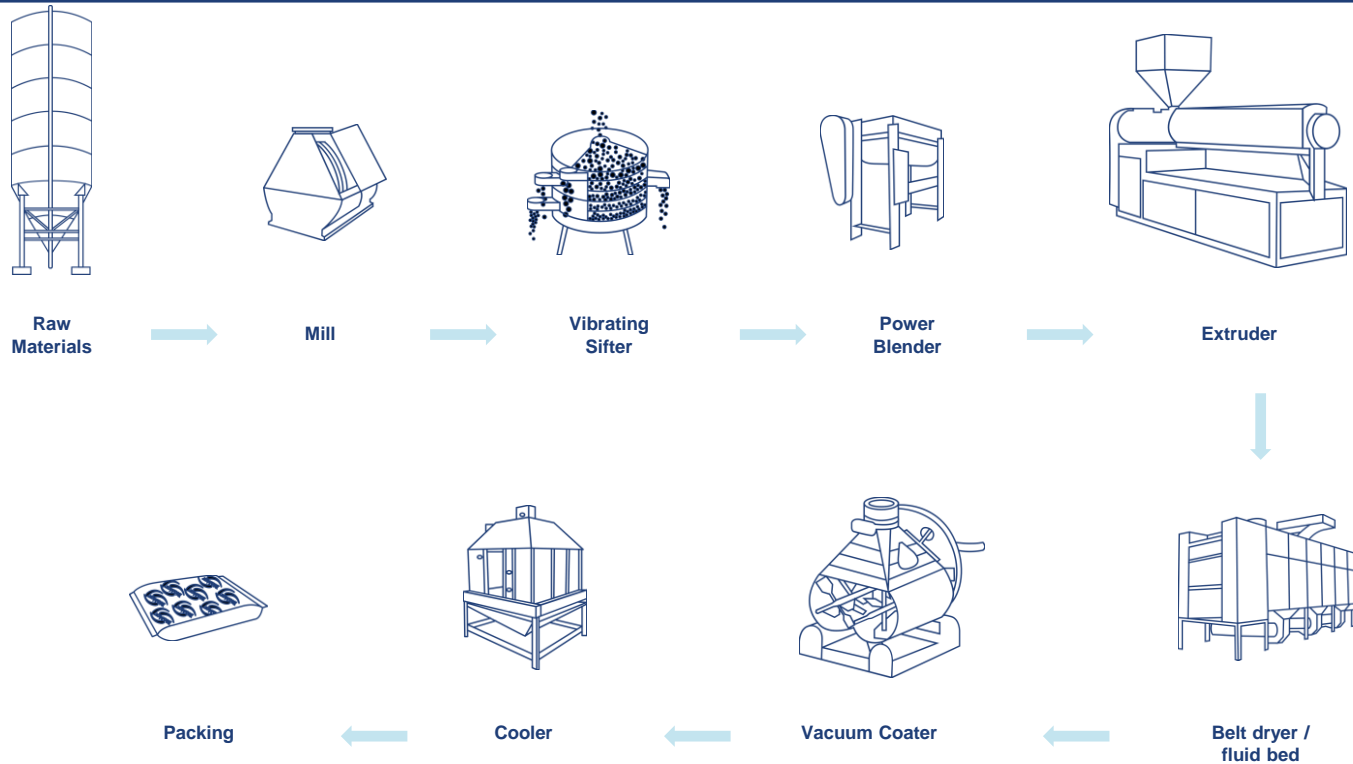
Источник: IFFO, 2022

Фазы развития

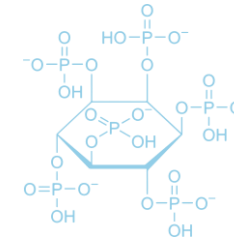


Передовые технологии и новые ингредиенты

Передовые оборудование и технологические процессы



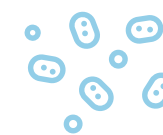
Новые ингредиенты & устойчивые сырьевые материалы



Фитаза



Крилевая мука



Микро водоросли



Мука из насекомых



Проблема: Жир и жирные кислоты

Функции рыбьего жира в корме

Источник энергии

- Жир имеет большое значение как источник энергии у холодноводных рыб и, в гораздо меньшей степени, у тепловодных. Поэтому включение большого количества жира в корма для лососевых рыб является необходимостью.

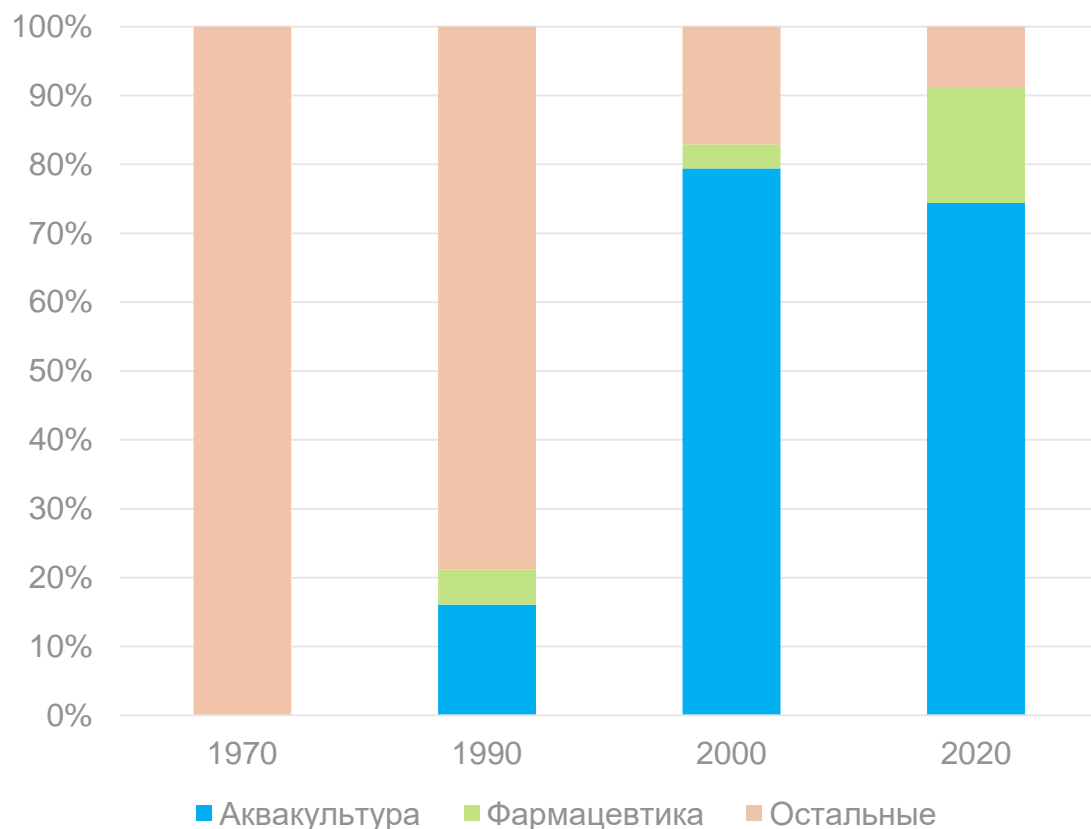
Источник ПНЖК

- Полиненасыщенные жирные кислоты (ω -3) – докозагексаеновая и эйкозапентаеновая - являются незаменимыми для человека. Они синтезируются в водных экосистемах одноклеточными водорослями и постепенно накапливаются в жирной рыбе. Таких видов немного, лосось и форель – одни из них.

Рыбий жир – источник энергии и ПНЖК



Распределение потребления рыбьего жира по отраслям



Источник: IFFO, 2022

- Рыбий жир был традиционным источником энергии при производстве классических кормов для рыб. Он же стал первым продуктом, с дефицитом которого столкнулись производители аквакормов.
- Производство рыбьего жира очень сильно колеблется не только в зависимости от доступных запасов технической рыбы, но и от её упитанности – высокого или низкого уровня содержания жира в добытой рыбе.
- На рыночную доступность рыбьего жира для аквакультуры влияет давление другого сектора потребления – капсульного жира для прямого потребления человеком. В настоящее время почти весь рынок рыбьего жира поделен между этими двумя основными игроками.

Решение проблемы



Источник энергии

- В качестве источника энергии в корме для рыб рыбий жир может быть заменен растительным маслом, особенно рапсовым. Как источник энергии оно превосходит рыбий жир. Производство рапсового масла в 22/23 годах составило 31,8 млн. т, рыбьего жира – менее 1 млн. т

Источник ПНЖК

- Необходимо найти источники ПНЖК, отличные от рыбьего жира.
- Ими могут быть:
 - Искусственно выращенные водоросли
 - Генномодифицированные масличные растения

АльгаПрайм (AlgaPrime DHA™)

АльгаПрайм представляет собой продукт, полученный из одноклеточных водорослей, которые культивируются на отходах переработки не-ГМО сахарного тростника.

Эти водоросли богаты докозагексаеновой кислотой (ДКГ) и могут служить ее источником.

Производятся на фабрике в Бразилии голландской компанией Корбиён (Corbion).

Преимущества:

- сухой порошок – легко вводится и хранится
- не ГМО

Недостатки:

не содержит эйкозапентаеновую кислоту и не является её источником



Полная замена рыбьего жира



'Totally feasible to rely on algae oil only': BioMar says full replacement of fish oil in salmon feed completely viable

"Very few people believed it was commercially feasible to substitute fish oil with algae oil back in 2013 when we decided to focus on this raw material," a BioMar executive said.

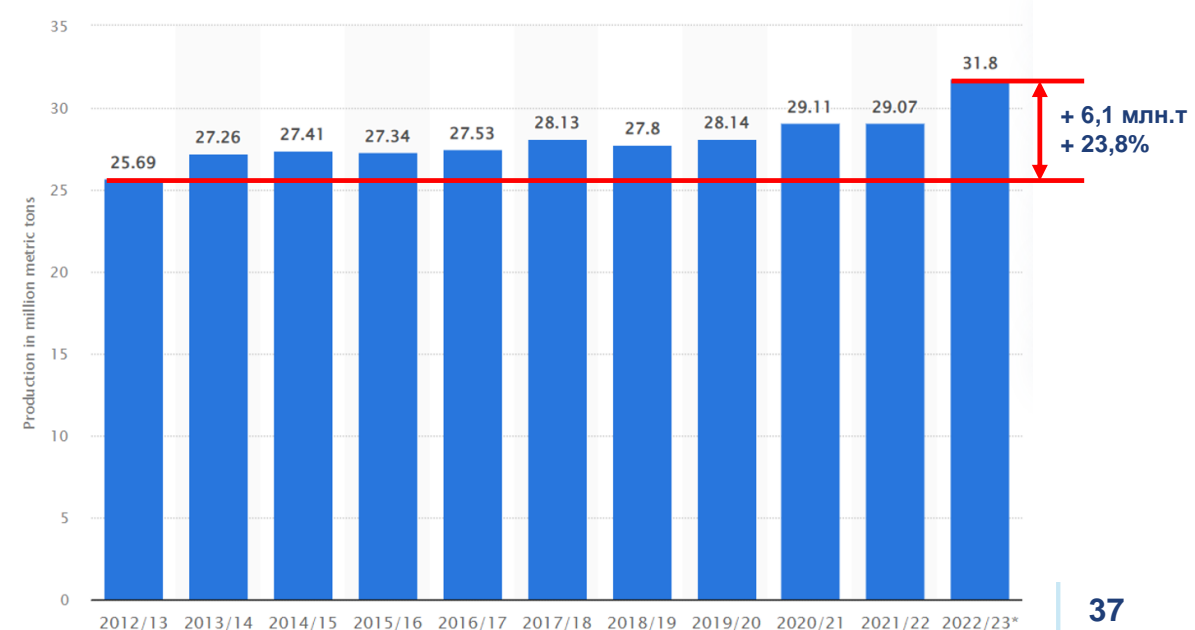
- Полная замена рыбьего жира жиром из водорослей в кормах для аквакультуры сейчас полностью возможна, без ущерба для вкуса, здоровья и скорости роста рыбы.
- В 2023 году БиоМар опубликовал результаты испытаний, в которых оценивал осуществимость замены рыбьего жира жиром из водорослей по результатам испытаний на более чем 1000 рыб весом от 500 г до 5 кг в морской воде.



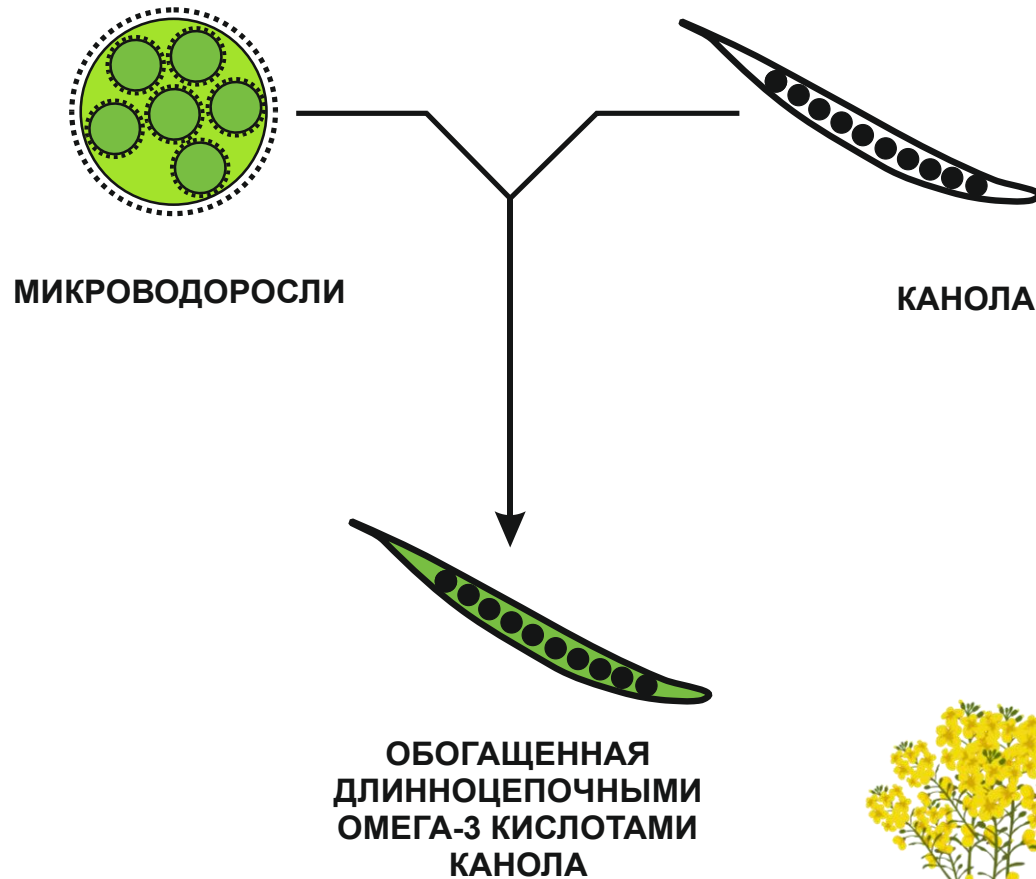
Рапс (*Brassica napus* L., 1753)

- Рапсовое масло является важным пищевым и техническим продуктом, его производство в мире постоянно растёт, как для пищевых и кормовых целей, так и для производства биодизеля.
- Выход масла составляет около 1 т с гектара.
- Масло содержит 8,5% альфа-линоленовой кислоты (незаменимая ПНЖК, ω -3)

Мировое производство рапсового масла с 2012/13 по 2022/23 годы



ГМ рапс (Nuseed omega-3 canola)



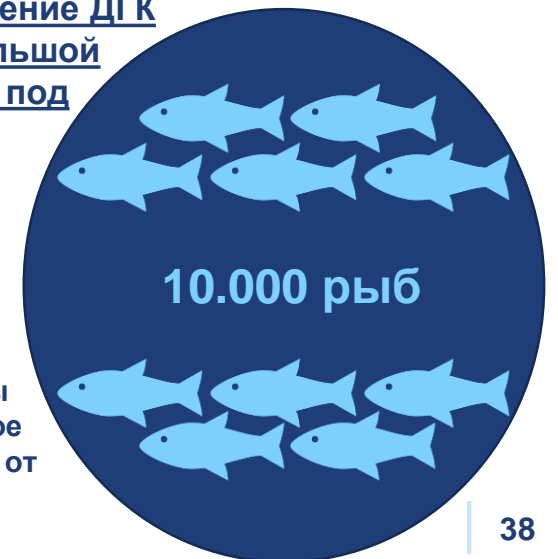
• Технология “Plant to Plant”

- Австралийская компания Нусид (Nuseed) с помощью биотехнологии “plant-to-plant” (растение-растению) создала ГМ-рапс Акватерра, способный вырабатывать полиненасыщенные жирные кислоты.
- Микроводоросли — одноклеточные водные растения – обладают способностью (имеют метаболический путь) синтезировать длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты (ДЦ-ПНЖК).
- Добавление семи генов микроводорослей к геному канолы открывает путь к производству ДЦ-ПНЖК, включая ДГК+ЭПК, с помощью устойчивых наземных сельскохозяйственных культур.

Акватерра способна увеличить поступление ДГК на рынок в два раза за счёт очень небольшой части посевных площадей, отведенных под рапс.



1-2 гектара НуСид канолы позволяют получить такое же количество ДГК, что и от 10000 рыб весом 1 кг.



Канола = канадские сорта рапса с пониженным содержанием эруковой кислоты и глюкозинолатов



Масло из ГМ рапса



БиоМар заявил о готовности использовать масло из генно-модифицированного рапса в кормах для рыб, но только если его использование будет принято всеми участниками цепи от производителей рыбы до конечных покупателей.

Схожие заявления сделали и другие производители кормов.

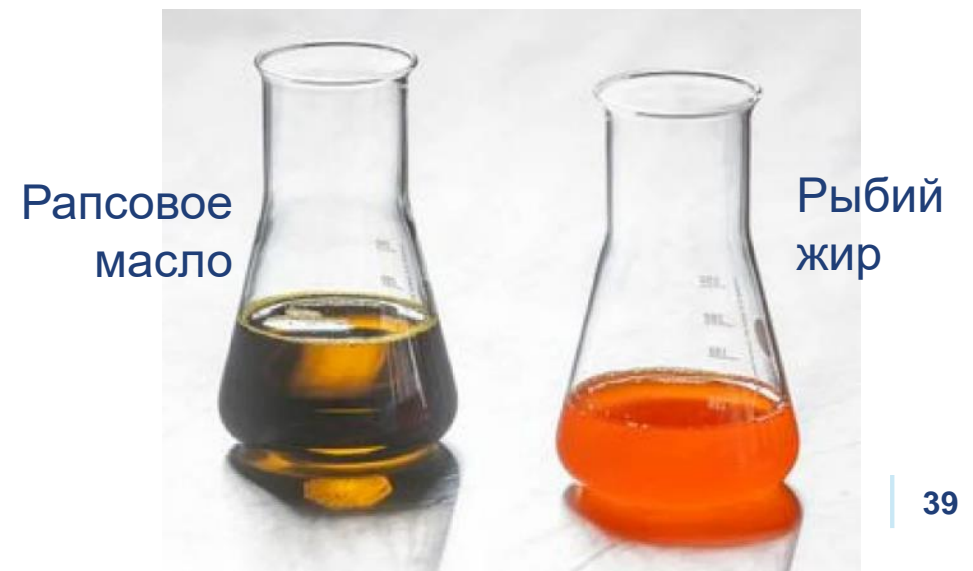
Value chain acceptance key to use of genetically modified oil, says BioMar CEO

The Norwegian Food Safety Authority this week approved an oil made from genetically modified rapeseed for use in fish feed.

30 June 2023 4:00 GMT *UPDATED 30 June 2023 5:34 GMT*

By **Hanna Gezelius**

Denmark-based feed company BioMar would be happy to use genetically modified (GM) rapeseed oil for fish feed, but only if the oil is accepted throughout the value chain, BioMar CEO Carlos Diaz told **IntraFish**.



Итоги: замена рыбьего жира

Источник ПНЖК	ЖК состав	Преимущества	Недостатки	Состояние
Водоросли, выращенные на отходах производства сахарного тростника	ДГК	Сухой порошок Не-ГМО	Нет ЭПК	Крупнотоннажное производство и применение
Масло ГМ рапса	ДГК, ЭПК (?)	Масло, обогащенное ПНЖК. Всё-в-одном. Производство в агроценозах (на суше).	ГМО ЭПК (?)	Готово к промышленному применению, разрешено в Америках и в Норвегии
Масло ГМ рыжика	ДГК + ЭПК. Жирнокислотный профиль похож на рыбий жир.	Масло, обогащенное ПНЖК. Всё-в-одном. Производство в агроценозах (на суше).	ГМО	Готово к крупномасштабным испытаниям.



Глобальный рынок сырья

Источники сырья для завода БиоМар

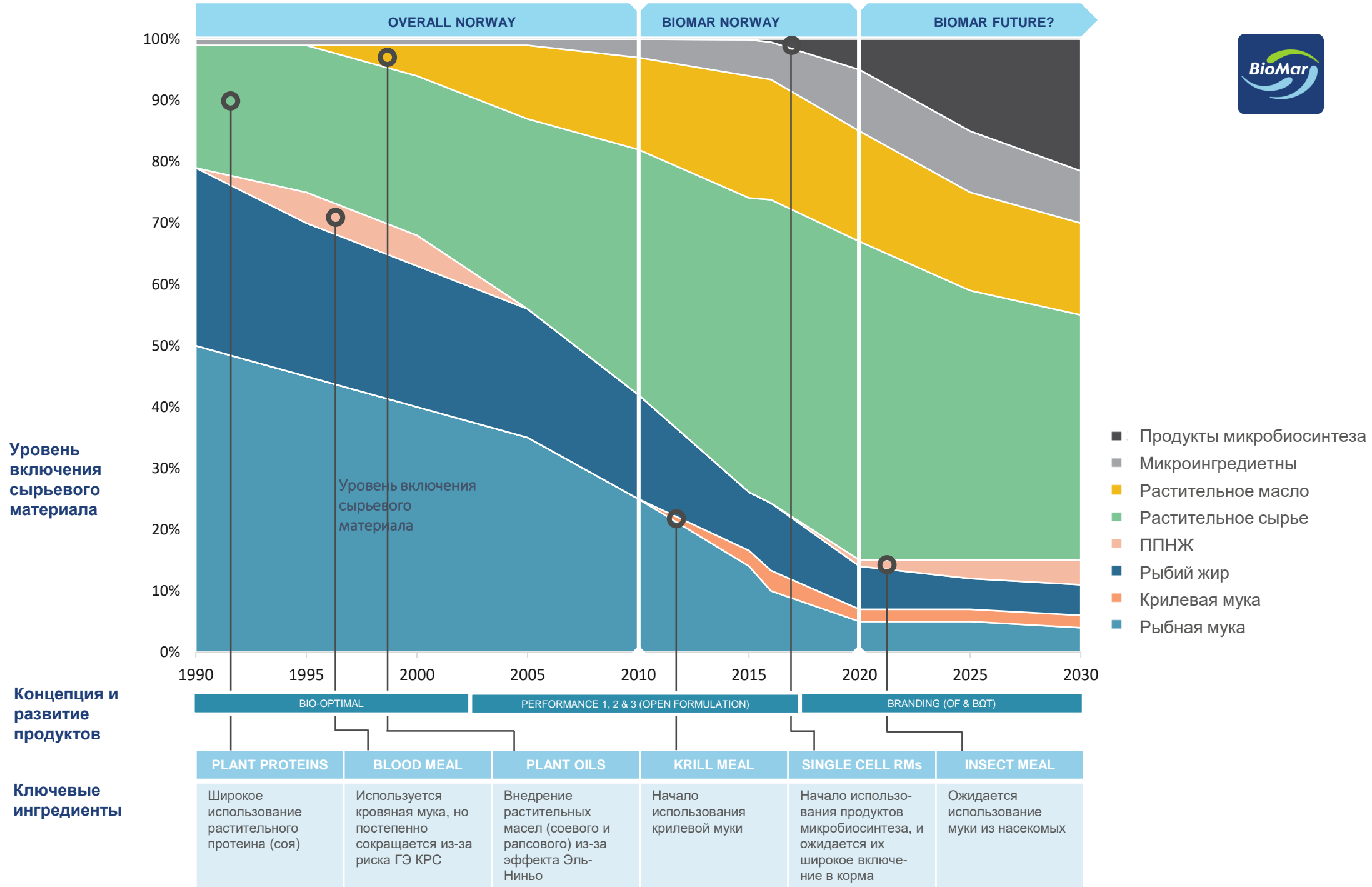




Эволюция аквакормов

На примере корма для лосося

Эволюция кормов для лосося



PLANT PROTEINS	BLOOD MEAL	PLANT OILS	KRILL MEAL	SINGLE CELL RMs	INSECT MEAL
Широкое использование растительного протеина (соя)	Используется кровяная мука, но постепенно сокращается из-за риска ГЭ КРС	Внедрение растительных масел (соевого и рапсового) из-за эффекта Эль-Ниньо	Начало использования крилевой муки	Начало использования продуктов микробиосинтеза, и ожидается их широкое включение в корма	Ожидается использование муки из насекомых



Вопросы?

