

УДК 639.31.043

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОВ КОРМЛЕНИЯ РЫБ В ХОЗЯЙСТВАХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ТИПА

В. В. ЛАВРОВСКИЙ

(Кафедра прудового рыбоводства)

В последнее десятилетие в прудовом рыбоводстве выделилось как самостоятельное направление разведение рыбы в хозяйствах индустриального типа — тепловодных и холодноводных, где она выращивается исключительно на комбикормах при очень высоких плотностях посадки. В этих хозяйствах человек взял на себя управление всем жизненным циклом рыб — размножением, ростом, кормлением. В плане технологическом такие хозяйства (садковые, бассейновые) полностью соответствуют современным животноводческим комплексам или бройлерным птицефабрикам, однако по уровню технического оснащения и изученности реакции водных организмов на измененные факторы среды и необычные условия обитания рыбоводство интенсивного типа сильно отстает от других отраслей животноводства.

Между тем совершенствование и оптимизация технологических процессов возможны только на основе знания норм реакции организмов на онтогенезе на действие изменяющихся условий обитания. При этом важно выяснить потенциальные приспособительные возможности организмов для получения максимального количества рыбной продукции [6]. Особое значение имеют изучение и использование в практических целях наследственных поведенческих реакций, условных рефлексов, позволяющих рыбам приспосабливаться к необычным условиям содержания в садках и бассейнах. В результате большой скученности рыбы возникает опасность загрязнения воды продуктами их жизнедеятельности, появления стрессовых явлений, приводящих к снижению продуктивных качеств рыб и ухудшению экономических показателей работы хозяйств нового типа. В связи с этим повышается актуальность изучения физиологии организма в норме и высшей нервной деятельности рыб, на что обращали внимание Л. Г. Воронин [2] и Б. П. Мантейфель [18].

Большинство выполненных в последнее время в нашей стране исследований поведения рыб, их ориентации в водном потоке, оптической, звуковой и химической сигнализации [4, 16, 22, 25] позволили углубить наши знания в области экологии и физиологии рыб естественных водоемов. Полученные данные в основном используются рыбоводящими организациями или для воспроизводства рыбных запасов. К сожалению, не изучено поведение рыб в условиях прудовых хозяйств и живорыбных заводов. Биотелеметрия применяется для изучения миграции рыб в реках и водохранилищах [22], в то же время совершенно не исследована двигательная активность основных прудовых рыб — карпа, форели, что затрудняет разработку научно обоснованных способов механизации задачи корма.

На кафедре прудового рыбоводства Тимирязевской академии нами в последние годы проводится работа по совершенствованию методов кормления рыб при интенсивном выращивании на основе выработки у них условных двигательных-пищевых рефлексов и использования биоло-

гических ритмов. Рекомендуемые нами мероприятия могут быть отнесены к 1-й и 3-й группам способов управления поведением животных по Б. П. Мантейфелю и др. [20], базирующихся на создании определенных форм мотивации и выработке условнорефлекторных реакций.

Вопросы изучения поведения рыб, их биологических ритмов, особенно суточных ритмов питания, относятся к области этологии — науки о целостном поведении, жизненных проявлениях, ориентации животных в пространстве, общении между собой. Этология разводимых видов рыб в условиях индустриальных хозяйств совсем не изучена. Это прежде всего затрудняет вскрытие резервов, кроющихся в совершенствовании способов и ритмики кормления. Об актуальности такого рода исследований можно судить по тому, что в 1980 г. в прудовых и индустриальных хозяйствах страны выращено около 180 тыс. т товарной рыбы, а затраты кормов составили около 800 тыс. т на сумму до 100 млн. руб. Известно, что в прудовых хозяйствах за счет кормления получают 80 % прироста массы рыб, а в хозяйствах индустриального типа — практически 100 % прироста. До недавнего времени на единицу прироста рыбы в хозяйствах индустриального типа затрачивали 5—7 единиц корма, поэтому многие из них были убыточными. Товарную форель кормят 3 раза в день, а молодь — 8—12 раз. При ручном кормлении с поддонов потери корма в садковых хозяйствах достигают 30—50 %, поскольку стая рыб, набрасываясь на корм, не столько поедает, сколько разбрасывает его за пределы кормушек и садков. Из-за малой водостойкости гранулы сухого прессования быстро размываются, вода и дно водоема вокруг садковых линий быстро загрязняются отходами кормов, ухудшается гидрхимический режим, что отрицательно сказывается на росте рыбы.

В последние годы многие рыбоводные хозяйства отказались от применения пастообразных кормов и перешли на гранулированные. Между тем, как показали исследования [29, 31], в пищеварительном тракте карпа и форели (как и высших позвоночных животных) сухие корма подвергаются сильному оводнению в результате выделения пищеварительных соков, что сопряжено с большими затратами энергии. Всасывание и усвоение питательных веществ осуществляется из химуса, содержащего более 80 % влаги. С биологических позиций наиболее целесообразно скормливать рыбе влажные или жидкие корма, чтобы снизить непроизводительные затраты энергии на их подготовку и усвоение организмом. В 1976 г. нами были проведены аквариальные опыты, в которых сеголетки карпа обучались потреблению жидкого корма из сосок, как это предложено Х. Меске [32]. Голодные карпы научились сосать корм из соски всего за 20—30 мин, подражая друг другу. Способность к подражанию отмечена и у других стайных рыб [18]. Таким образом, очевидно возможность стайного «обмена рефлексам» [27]. К сожалению, создавать промышленные линии кормления карпа из сосковых автокормушек в настоящее время еще нельзя из-за отсутствия дешевого желеобразного наполнителя корма, который рыбы могли бы удерживать в ротовой полости. Кормление рыб, имеющих развитый цедильный жаберный аппарат, например буффало, из сосковых автокормушек вполне вероятно.

Проведенные нами специальные аквариальные опыты показали, что выработка у сеголеток карпа сложного условного двигательного рефлекса на оперант (бусинку) продолжается 7—8 дней, т. е. значительно дольше, чем простого сосательного рефлекса [8]. Отсюда следует, что при разработке методов автокормления рыб желательно, чтобы совершаемые ими действия были адекватны их возможностям и наибольшим образом соответствовали особенностям поведения.

Еще Н. В. Пучков [26] в кратком обзоре условнорефлекторной деятельности у рыб указывал, что условные рефлексы могут быть выработаны на такие раздражители, как свет, звук, соленость, изменения темпе-

ратуры воды на 0,1°, всего за 11—20 сочетаний условного раздражителя с безусловным. На кафедре высшей нервной деятельности МГУ Л. Г. Ворониным показано, что рыбы по скорости выработки пищедобывательных условных рефлексов не только не уступают, но и превосходят кур, кроликов и даже собак и обезьян. Например, условный рефлекс у карасей появлялся в среднем на 9-м сочетании, а у собак — на 17-м. Это объясняется более широким диапазоном внешних раздражителей у последних, угнетающих процессы образования внешних связей. Затухание пищевых двигательных рефлексов у рыб также происходит медленнее, чем у более высокоорганизованных животных. Так, у карасей рефлекс затухает через 28—78 неподкреплений, в то время как у собак — через 10—28, у павианов — через 7—15, у шимпанзе — через 8—10. Отсюда нами был сделан вывод, что применение автокормушек для кормления рыб весьма перспективно. Это положение в дальнейшем полностью подтвердилось.

Нами были разработаны маятниковые автокормушки для раздачи гранулированных кормов товарной рыбе средней массой 20 г и выше, названные «Рефлекс» и признанные изобретением [11]. Они более надежны в работе, чем отечественные и зарубежные аналоги, приспособлены к выдаче нестандартных по размерам гранул и даже небольших комков корма. Двухлетки карпа в садковых хозяйствах на теплых водах при плотности посадки 150—200 шт/м<sup>2</sup> привыкают получать из них корм уже через 2 ч. В 1979 г. на Ставропольском ОМЗ Министерства рыбного хозяйства РСФСР был налажен серийный выпуск этих автокормушек с бункером емкостью 50 кг, а также тракторных загрузчиков для них РГК-700. В ряде тепловодных хозяйств РСФСР начали действовать механизированные линии раздачи корма в соответствии с биологическими особенностями выращиваемых рыб, позволяющие практически ликвидировать тяжелый монотонный ручной труд при кормлении рыбы и поднять производительность труда в 2—3 раза. За счет выдачи корма очень небольшими порциями, которые немедленно поедаются рыбой, экономится не менее 20 % кормов, ликвидированы их потери. За три года (1979—1981) Ставропольским ОМЗ выпущено 5000 автокормушек «Рефлекс Т-1-50». Только в одном рыбхозе при Беловской ГРЭС Кемеровской области в 1980 г. действовало 100 автокормушек, которые позволили снизить кормовые затраты на прирост с 3,4 до 2,5 единицы, или на 27 %, в 2 раза уменьшить затраты ручного труда, вырастить дополнительно 25 т рыбы на сумму 33,7 тыс. руб. В 1981 г. здесь действовало уже более 700 автокормушек.

Ставропольский ОМЗ приступил к испытаниям автокормушки «Рефлекс» для обычных прудовых хозяйств с бункером емкостью 170 кг гранулированного корма. В Эстонском НИИ животноводства и ветеринарии сконструирована по нашему авторскому свидетельству автокормушка с емкостью бункера 500 кг корма.

Если приучение двухлетних карпов и форели к маятниковым автокормушкам не представляет трудностей, то приучение к ним более пугливой молодежи рыб требует больших усилий. Молодь карпа боится подходить к одиночному маятнику. При постоянной подкормке вручную выработка условного рефлекса продолжается 7—8 дней. Для производственных садковых хозяйств такие сроки выработки и закрепления условных рефлексов совершенно неприемлемы. Поэтому нами была сконструирована универсальная маятниковая автокормушка «Рефлекс МТ-У», обеспечивающая надежный контакт рыбы и маятников выдающего гранулы механизма. Это устройство также признано изобретением [9]. Количество маятников автокормушки зависит от размеров молодежи. Известно, что при каждом отклонении хвоста рыба проплывает расстояние, равное 0,87 общей длины [21], поэтому расстояние между соседними маятниками не должно превышать 0,87 зоологической длины рыбы. Проплывая между маятниками, рыба обязательно отклонит один из них и

получит корм. Она может и не коснуться маятника, но последний отклонится под действием завихрений, образующихся близ поверхности тела (по [21]). Для продвижения вперед рыба тратит 20 % энергии, около 80 % ее затрачивается в боковых направлениях, что и приводит в действие автокормушки. Чтобы рыба могла свободно проплывать между маятниками, минимальное расстояние между ними должно быть в 3 раза больше толщины ее тела. Выяснилось, что молодь карпа не пугается нескольких маятников, а процесс обучения сокращается до 2 ч. Рыба уверенно получает корм уже при средней массе 3 г, размеры гранул должны соответствовать размерам молоди.

Гранулированный корм, изготовленный методом сухого прессования, отличается высокой крошимостью. При перевозках и перемещениях в складах крошится 30 % и более его массы. Пылевидные фракции корма недоступны рыбам, они выносятся из садков и бассейнов, загрязняя водоем. В ряде хозяйств гранулы отсеивают от пылевидных фракций при помощи вибросит и передвижных очистителей вороха ОВП-20. Отсевы замешивают в фаршемешалках и скармливают с обычных подводных кормушек-поддонов. Такой фарш разбивается активно питающейся рыбой во взвесь, при этом теряется до 25—30 % корма [13].

Нами разработан способ кормления рыб из аэрокормушек, т. е. из автокормушек с сетчатым дном, на которых пастообразный корм находится в воздушной среде и во время скармливания размывается в значительно меньшей степени, чем в воде. Выработка двигательного условного рефлекса на автокормушку продолжается 2—3 дня. Обучение ведется в две фазы: сначала корм в автокормушке находится на поверхности воды, а затем, когда рыба привыкает к ней (на 2-е сутки), он поднимается в воздух на расстояние, равное длине головы. Форель следует приучать к получению корма из аэрокормушек с момента, когда минимальная масса ее тела достигает 2—3 г, карпа — при средней массе 30 г (годовиков). Указанная разница в сроках объясняется различным способом получения корма этих рыб: форель активно отрывает частицы корма, а карп всасывает пастообразный корм и должен иметь развитые мышцы жаберного аппарата.

Применение аэрокормушек позволяет экономить более 20 % пастообразного корма, такие кормушки быстро окупаются. Необходимо наладить централизованное производство аэрокормушек и загрузчиков кормов для них. В настоящее время аэрокормушки в рыбхозах изготавливаются из дерева и капроновой дели, их успешно применяют в форелевом хозяйстве «Сходня» [15], форелеводческом совхозе «Урожайный» Алтайского края [28], в Кисловодском и Днепрпетровском форелевых хозяйствах.

В форелевом хозяйстве «Сходня» годовики радужной форели, питавшиеся в предыдущем году из аэрокормушек, после 4-месячного перерыва в период зимовки начали питаться из них, минуя первую фазу обучения. Это говорит о наличии у рыб памяти, т. е. зачатков эмоциональной психонервной деятельности [1, 19].

Итак, нами разработаны автокормушки различного устройства, позволяющие, используя рефлекторную способность рыб, организовать кормление гранулированными и пастообразными кормами при их наименьших потерях и экономии затрат ручного труда. Все это дает возможность предложить универсальную технологическую схему приготовления и раздачи кормов в современных хозяйствах индустриального типа [12]. По нашему мнению, стартовые гранулированные корма, поступающие с комбикормовых заводов, должны скармливаться личинками и ранней молоди при помощи кормораздатчиков по определенным программам. Личинки и ранняя молодь еще слишком слабы, чтобы приводить в действие рабочие органы автокормушек. Продукционные гранулированные корма на складе целесообразно отсеивать от пылевидных

фракций и разделять на виброситах по размерам. Молодь рыбы массой 2—3 г и более следует кормить мелкими гранулами (крошкой) из маятниковых автокормушек «Рефлекс МТ-У», рыбу массой 20 г и выше — из тех же автокормушек со снятыми периферийными легкими маятниками или из одномаятниковых автокормушек «Рефлекс Т-1-50». Местные корма (малоценная рыба, отходы боен, рыбоперерабатывающих комбинатов, птицефабрик, свежая водная растительность) нужно измельчать, обогащать минеральными и витаминными добавками, а при необходимости вводить лечебные препараты, смешивать с отсевами гранулированных кормов, получая пастообразные корма влажностью 50 %. Эти корма могут быть скормлены с аэрокормушек при наименьших потерях. В перспективе хозяйства индустриального типа, по-видимому, смогут использовать и механизированные линии, оборудованные сосковыми автокормушками. Предлагаемая схема приготовления и раздачи кормов позволяет использовать привозные и местные корма, избежать потерь дефицитных комбикормов, улучшить экономические показатели хозяйства.

Как неоднократно отмечалось [7, 8, 12, 15], при использовании автокормушек не только уменьшаются потери корма, но и улучшаются их усвоение и использование рыбой на рост. В ряде опытов и в производственных условиях экономия кормов составила до 40—50 %.

Эффект от применения автокормушек может быть объяснен следующим:

1. Увеличение периода кормления рыбы. Действительно, контакт рыбы с кормом при многократном кормлении вручную по нормам весьма непродолжителен — от нескольких минут до 20—30 мин в день, поэтому поведение рыбы у подводных кормушек очень активное. В борьбе за корм побеждают сильнейшие, доминирующие особи. Выдача той же нормы корма из автокормушек небольшими порциями позволяет увеличить продолжительность контакта с кормом до нескольких часов и практически ликвидировать его потери.

Продолжительность получения корма из автокормушек зависит от состояния рыбы, ее активности и условий среды. Например, при температуре 23—25° суточная норма корма поедалась двухлетними карпами за 4—11 ч, а при 26—31° — за 1,5—4 ч, чаще всего за 2 ч [10]. Одинаковую порцию корма двухлетки радужной форели поедают с подводных кормушек-поддонов за 20 мин, а из аэрокормушек — за 40 мин.

2. Изменение поведения рыб у автокормушек. Выдача корма вручную или из автоматических кормораздатчиков сопровождается неорганизованным, хаотическим движением рыб в местах кормления. При получении корма из аэро- и автокормушек (маятниковых) уже на 3—7-й день движение рыб в месте их установки упорядочивается. Форель и карпы образуют кольцеобразную стаю диаметром до 3 м, в которой рыбы двигаются обычно по часовой стрелке; задевая маятник, они получают из автокормушки небольшую порцию корма (10—20 гранул). Рыбы, захватившие гранулу, движутся по внешнему краю стаи, заглатывая корм, особи, не получившие корм, — по внутренней кольцевой траектории, чтобы быстрее вернуться к автокормушке.

Упорядоченное движение рыб, их стойкость и подражание друг другу, потребление корма не по «фронту кормления», а в определенном объеме воды под автокормушкой позволяют повысить производительность последней. Из одной маятниковой автокормушки может кормиться до 20 тыс. годовиков или 10 тыс. двухлеток радужной форели. Каждая автокормушка «Рефлекс Т-1-50» рассчитана на кормление 1000—1500 двухлетних карпов и обычно устанавливается на садке площадью 10—12 м<sup>2</sup>.

3. Увеличение доступности корма. Доступность корма тесно связана с поведением и нагрузкой (количеством) рыб на один механизм или

устройство. В животноводстве доступность корма регулируется размерами «фронта кормления». В трехмерном водном пространстве лучше употребляют термин нагрузка, поскольку «фронт» отсутствует.

Площадь поверхности пастообразного корма на обычной подводной кормушке-поддоне, как правило, не превышает 400—500 см<sup>2</sup>, доступность корма на ней снижается из-за неупорядоченного движения рыб, мешающих друг другу. На аэрокормушке доступность корма повышается. В форелевом хозяйстве «Сходня» для выращивания молоди радужной форели массой 2—8 г устанавливают одну аэрокормушку на 20 тыс. особей из расчета 5—6 мм<sup>2</sup> рабочей площади на одну рыбу (кормом занято 1000—1200 см<sup>2</sup> площади). Каждая аэрокормушка площадью 5000 см<sup>2</sup> (50×100 см) может обслужить 15 тыс. сеголеток или 8—9 тыс. двухлеток радужной форели [15].

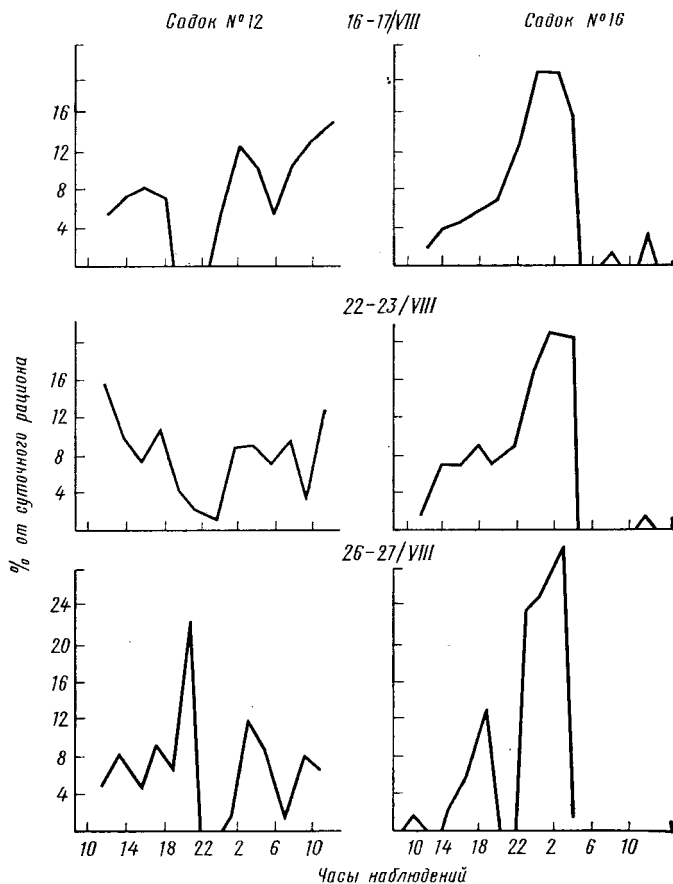
4. Улучшение усвоения корма в связи с питанием рыб по потребности и их суточными биоритмами. Любая саморегулирующая система, т. е. каждый живой организм может существовать только при смене фаз возбуждения и торможения биологических процессов [5]. В водоемах наблюдаются суточные ритмы освещенности, температуры, концентрации газов, органических и неорганических веществ, которые накладываются на суточные ритмы рыб, сказываются на их состоянии и потреблении пищи. Между тем существующие нормативы кормления в лучшем случае определены с учетом лишь массы рыб и температуры воды. В рыбоводных хозяйствах измеряют только некоторые параметры, характеризующие среду (температура, содержание кислорода, рН), причем анализ ряда показателей проводится всего один раз в неделю, суточной регулировки выдачи корма не производится.

У основных объектов рыбоводства — карпа и форели — строение пищеварительной системы и поведение резко различаются. У карпа — безжелудочной рыбы, поиск пищи и питание продолжаются в естественных условиях почти круглые сутки с небольшими перерывами. Хищная форель, имеющая развитый желудок, наиболее активна в сумерки, в утренние и вечерние часы. Она может заглотить до 1/2 суточной дозы корма.

При кормлении карпа из автокормушек «Рефлекс» вволю суточный режим питания у сеголеток и двухлеток был весьма различен в соседних садках и в одних и тех же садках в различные дни (рис. 1). Очевидно, потребление рыбой корма зависит от микроклимата, который создается в садках в связи с различными скоростью течения воды, степенью обрастания сетчатых стенок садков, суммой изменяющихся факторов среды, поэтому ритмы питания крайне непостоянны и не могут быть заранее предугаданы и смоделированы. Ритм питания карпа из автокормушек совершенно не соответствует ритму скармливания корма вручную или при помощи кормораздатчиков, применяемому на хозяйствах индустриального типа. Например, согласно проведенным в Черепетском рыбхозе наблюдениям (7 августа 1980 г.) максимальное потребление корма сеголетками карпа приходится на 16 и 02 ч, а кормят их 10 раз в день с 06 до 21 ч, т. е. в период, когда рыба значительно менее активна. Очевидно, в кормлении, соответствующем биоритмам, кроется значительный резерв повышения усвояемости корма и использования его на рост.

Широкое применение автокормушек «Рефлекс» в хозяйствах индустриального типа потребовало разработки режимов кормления из них карпа — нормирования выдачи корма или скармливания его вволю. Специально поставленный 4-месячный опыт показал [14], что при кормлении из автокормушек вволю, карп использует корм на рост весьма продуктивно (кормовой коэффициент корма 1—75 ГосНИОРХ — 1,8 против 1,7 при нормированном кормлении из автокормушек). Прирост карпа, питавшегося по потребности, был на 8,8 и 28,9 % больше, чем со-

Рис. 1. Изменчивость суточного ритма питания сеголеток карпа на теплых водах в соседних садках под воздействием условий среды и микроклимата в 1979 г. Плотность посадки рыб 500 экз/м<sup>3</sup>, качество корма и температура воды (29,7—30,5°) одинаковые.



ответственно при кормлении из автокормушек вволю и кормлении вручную.

Использование автокормушек позволяет исследователю глубже проникнуть в биологию рыб, обитателей иной среды, вступить с ними в определенный контакт. В частности, мечением и вскрытием рыб, подходивших к автокормушке, нам совместно с А. В. Гринем удалось в некоторой степени выяснить механизм, управляющий ритмом подходов стаи карпов к автокормушкам и ухода их в глубь садка для переваривания пищи в зону, условно названную нами зоной комфорта. Оказалось, что в зону кормления входят проголодавшиеся рыбы с общим индексом наполнения кишечного тракта 150—200‰, а в зону комфорта — при наполнении кишечника 300—400‰. Очевидно, начало питания связано с освобождением от пищи переднего отдела пищеварительного тракта, в результате чего ослабляется тормозное влияние на «пищевой центр», идущее от механорецепторов этого отдела [23]. Питание у автокормушки прекращается, по-видимому, из-за неприятного для рыбы перевозбуждения, вызванного ее пребыванием в плотной стае в верхних слоях воды в борьбе за корм. По нашему мнению, в рыбководстве недооценивается значение для рыб зон отдыха, зон комфорта, где они смогли бы спокойно переваривать пищу. Устройство садков и бассейнов часто исключает такую возможность, отсюда снижение продуктивности рыбы.

Проведенные нами длительные опыты, в которых изучался суточный рацион сеголеток карпа на теплых водах при кормлении вволю из автокормушек «Рефлекс МТ-У», показали, что в дни контрольных обловов они или совершенно не питались, или потребляли ограниченное количе-

ство корма. Это может быть объяснено возникновением во время вылова и взвешивания рыб стрессовой ситуации. Испуг может быть вызван не только непосредственно процессом облова, но и травмированием или гибелью отдельных особей и выделением их кожей феромона испуга [17]. Видимо, в хозяйствах индустриального типа в дни контрольных обловов во избежание потерь кормов целесообразно резко сокращать суточный рацион (на 50 %). В тех хозяйствах, где установлены автокормушки, суточный рацион регулируется автоматически, причем при кормлении вволю он во многом зависит от колебания факторов внешней среды.

Поскольку органы чувств у рыб хорошо развиты и позволяют оценивать ситуацию в водной среде гораздо лучше, чем это может сделать человек, вооруженный современными приборами, мы считаем, что в перспективе механизация и автоматизация процессов выдачи кормов рыбам при интенсивных методах разведения должны основываться на бионическом принципе. Действительно, потребление рыбой кормов, как уже отмечалось, зависит не только от их качества, но и от условий среды, точнее от микроклимата в отдельных садках или бассейнах. Оценка быстроизменяющихся показателей микроклимата в каждом рыбноводном сооружении в целях корректировки суточных рационов — задача непосильная для современного рыбоводства. В то же время рыбы постоянно «оценивают» складывающуюся ситуацию и избирают соответствующий ритм питания и поведения. Они очень чувствительны к растворенным в воде веществам. Так, у гольяна порог различения NaCl составляет 0,00004 моль, у других карповых — 0,001—0,005 моль. Рыбы различают изменения pH в пределах 0,05—0,7, колебания температуры — 0,1°. Карп способен вырабатывать условные рефлексy на дозы углекислоты 0,00132—0,00264 г/л. Рыбы различают по запаху врагов и особей своего вида, а также доминирующих особей [17]. Безусловно, они реагируют на загрязнение водоема различными пестицидами.

Современные системы механизации кормления рыб (рис. 2) предполагают оценку среды при помощи приборов, выработку на ее основе

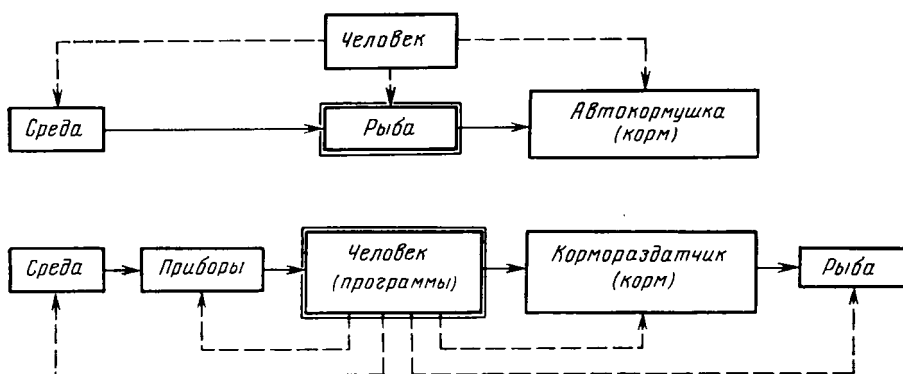


Рис. 2. Принципиальные схемы механизации процессов кормления рыб.  
 Вверху — бионическая схема с использованием автокормушек; внизу — схема с программным кормлением при помощи автоматических кормораздатчиков.

соответствующих программ кормления. Корм вносится автоматическими кормораздатчиками. Эта сложная и дорогостоящая система не может учитывать количества и состояния рыбы в каждой рыбноводной емкости.

Мы предлагаем, основываясь на высокой чувствительности рыб к изменению условий среды и способности продуктивно использовать корма при режиме кормления «вволю», создать схему механизации кормления на бионическом принципе (рис. 2) в сочетании с автокормушками.



В этом случае необходимо механизировать или автоматизировать только загрузку автокормушек кормом. Выдача корма производится под воздействием рыбы в соответствии с ее состоянием и микроклиматом в каждой рыбодонной емкости. Человек контролирует системы на всех уровнях. Рыба является основным программирующим и выдающим корм звеном. Отпадает необходимость уравнивать количество рыбы в каждом садке или бассейне. В условиях крупного современного производства при наличии сотен садков или бассейнов, различающихся по микроклимату и биоритмам питания рыб (рис. 1), применение бионической схемы дает возможность лучше учитывать потребности рыб и экономнее расходовать корма, чем программируемое кормление.

Итак, использование принципов автокормления рыб позволяет углубить знания их биологии и решить ряд теоретических, методических и практических вопросов. При широком внедрении автокормушек в производство возрастет экономия дефицитных кормов и улучшатся экономические показатели индустриального рыбоводства и культура производства, повысится производительность труда.

### Выводы

1. У годовалых рыб (карпа, форели) легко вырабатываются условные двигательные-пищевые рефлексы, на базе которых разработаны маятниковые автокормушки «Рефлекс» для раздачи гранулированных кормов.

2. Молодь рыб (массой около 3 г) пуглива, трудно приучается к одномаятниковым автокормушкам. Для выдачи ей гранулированных кормов предлагается использовать многомаятниковые автокормушки «Рефлекс МТ-У», которые обеспечивают безусловный контакт рабочих органов и проплывающей рыбы.

3. Биологические особенности пищеварения рыб (влажность химуса в кишечнике — 80 %) обуславливают перспективность применения пастообразных кормов, особенно при скармливании с разработанных в Тимирязевской академии автокормушек-аэрокормушек. Рыбу обучают получать корм из воздушной среды в течение 2—3 дней.

4. Автокормушки могут быть использованы для изучения суточных ритмов питания рыб, причин возникновения стрессовых ситуаций и др. Их применение позволяет предотвратить размывание кормов в период раздачи и экономить 20—50 % последних. Производительность труда при кормлении возрастает в 2—3 раза.

5. Высокая эффективность применения автокормушек обусловлена увеличением периода кормления, продолжительности контакта рыбы с кормом, доступности корма, изменением поведения рыб у автокормушек, переходом к питанию в соответствии с потребностями, состоянием здоровья, суточными биоритмами.

6. Наличие у рыб тончайших хемо- и терморцепторов, других высокоразвитых органов чувств дает возможность им «оценивать» даже незначительные изменения окружающей среды, приспосабливаясь к ним, что позволяет предложить бионическую схему механизации процесса кормления на базе автокормушек.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бериташвили И. С. Память позвоночных животных, ее характеристика и происхождение. М.: Наука, 1974. — 2. Воронин Л. Г. Сравнительная физиология высшей нервной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1957. — 3. Воронин Л. Г. Эволюция высшей нервной деятельности (очерки). М.: Наука, 1977. — 4. Гирса И. И. Освещенность и поведение рыб. М.: Наука, 1981. — 5. Губин Г. Д., Герловин Е. Ш. Суточные ритмы биологических процессов. Новосибирск: Наука, 1980. — 6. Кошелев Б. В. Выяснение эври- и стенобионтности в размножении и развитии рыб. — В кн.: Экол. размнож. и развития рыб. М.: ИЭМЭЖ АН СССР, 1980, с. 5—

- 16.—7. Лавровский В. В. Использование условных и безусловных рефлексов при организации интенсивного кормления рыб.—Тез. докл. совещ.: Биол. основы разработки рецептуры гранулир. кормов. Л.: ГосНИОРХ, 1976, с. 16—19.—8. Лавровский В. В. Использование пищевых рефлексов при организации интенсивного кормления рыб и разработка систем автокормушек. Л.: Изв. ГосНИОРХ, т. 127, 1977, с. 27—34.—9. Лавровский В. В. Устройство для раздачи гранулированного корма рыбам.—Авт. заявка (с положительным решением) № 2862305/13, 1977.—10. Лавровский В. В. Результаты испытаний на карпе в условиях теплых вод головных образцов автокормушек «Рефлекс» и расчет потребности в них. Изв. ГосНИОРХ. Л., т. 137, 1978, с. 44—51.—11. Лавровский В. В. Устройство для раздачи гранулированного корма рыбам. Авт. свид. № 604546, 1978.—12. Лавровский В. В. Пути интенсификации форелеводства. М.: Лег. пищ. пром-сть, 1981.—13. Лавровский В. В., Белковский Н. М. Метод определения потерь форелевых кормов от размывания (непосредственно в прудах). Изв. ГосНИОРХ, 1976, т. 117, с. 108—112.—14. Лавровский В. В., Остроумова И. Н., Амелютин В. М. Нормирование корма при использовании автокормушек «Рефлекс» для карпа на теплых водах.—Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов. Вып. 28. Л.: ГосНИОРХ, с. 58—61.—15. Лавровский В. В., Санько В. С., Панченков Г. Т. Применение авто- и аэрокормушек при выращивании форели.—Рыб. хоз-во, 1980, № 7, с. 48—49.—16.—Малюкина Г. А., Девицына Г. В., Марусов Е. А. Обоняние рыб.—В кн.: Основные особенности поведения и ориентации рыб. М.: Наука, 1974, с. 7—35.—17. Малюкина Г. А., Марусов Е. А., Касумян А. Д. Обоняние и проблема управления поведением рыб.—В кн.: Эколог. основы управ. повед. животных. М.: Наука, 1980, с. 65—81.—18. Мантейфель Б. П. Значение особенностей поведения животных в их экологии и эволюции.—В кн.: Биолог. основы управ. повед. рыб. М.: Наука, 1970, с. 12—35.—19. Мантейфель Б. П. Экология поведения животных. М.: Наука, 1980.—20. Мантейфель Б. П., Павлов Д. С., Ильичев В. Д., Баскин Л. М. Биологические основы управления поведением животных.—В кн.: Эколог. основы управ. повед. животных. М.: Наука, 1980, с. 5—24.—21. Матюхин В. А. Биоэнергетика и физиология плавания рыб. Новосибирск: Наука, 1973.—22. Павлов Д. С. Биологические основы поведения рыб в потоке воды. М.: Наука, 1979.—23. Пегель В. А. Эколого-физиологические особенности пищеварения рыб.—В кн.: Современ. вопр. эколог. физиол. рыб. М.: Наука, 1979, с. 42—49.—24. Поддубный А. Г., Малинин Л. К., Спектор Ю. И. Биотелеметрия в рыбохозяйственной науке и практике. М.: Пищ. пром-ть, 1979.—25. Протасов В. Р. Зрение и ближняя ориентация рыб. М.: Наука, 1968.—26. Пучков Н. В. Физиология рыб. М.: Пищепромиздат, 1954.—27. Радаков Д. В. Особенности стайного поведения рыб.—В кн.: Биолог. основы управ. повед. рыб. М.: Наука, 1970, с. 69—116.—28. Ростовцев А., Басаргин А. Аэрокормушки и рентабельность.—Рыбовод. и рыболов., 1981, № 12, с. 9.—29. Трямкина С. П., Особенности пищеварения и использования питательных веществ у радужной форели в зависимости от различных факторов. М.: Изд-во МГУ, 1977.—30. Шпарковский И. А. Химическая сигнализация и поведение рыб.—В кн.: Сигнализация и поведение морских рыб. Л.: Наука, 1980, с. 91—128.—31. Щербина М. А., Трямкина С. П. Особенности пищеварения у рыб, связанные с различиями в строении пищеварительного тракта.—В кн.: Эколог. физиол. и биохим. рыб. Астрахань, с. 54—56.—32. Meske Ch.—Vamidgen. Bull. for Fish Cultur in Israel, 1968, 105—109.

*Статья поступила 19 января 1982 г.*

#### SUMMARY

The results of prolonged experiments on improving the methods of fish feeding with pelletized and paste feeds from automatic feeder of different types were given.

Universal scheme of feed preparation and feeding on a fish farm of industrial type was given. While working out the schemes of mechanization of the process of feed distribution it was recommended to prefer bionic scheme where fish was a regulator.