

В. А. ПЕГЕЛЬ

К ФИЗИОЛОГИИ ПИЩЕВАРЕНИЯ РЫБ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 4 I 1947)

Физиологии пищеварения рыб посвящено много работ. Основная часть их касается состава вырабатываемых различными участками желудочно-кишечного тракта ферментов. По этому вопросу накопился большой фактический материал, однако он весьма противоречив и не может в настоящее время служить основанием для более или менее определенных выводов⁽¹⁻⁴⁾. Применяемая методика, заключающаяся в изучении количественного и качественного состава ферментов в экстрактах ткани желез и слизистой оболочки пищеварительного тракта рыб, не может отдифференцировать адсорбированные ферменты от ферментов, вырабатываемых железами, а также не устраняет влияния различных примесей. Кроме того, метод экстрагирования исключает возможность изучения процесса пищеварения и влияния на него различных факторов при жизни организма. Существующие попытки изучения пищеварения при жизни рыб лишена точного количественного учета⁽⁵⁻⁹⁾.

Предлагаемая мною методика прижизненного изучения пищеварения у рыб дает возможность исследовать качественные и количественные показатели ферментов различных участков пищеварительной системы, ее моторную функцию и установить влияние на пищеварение некоторых внутренних и внешних факторов. Техническая сторона методики заключается в искусственном введении в пищеварительный тракт и последующем естественном продвижении по нему стеклянного капилляра с просветом диаметром 1,5—2,0 мм и длиной около 0,5 см., наполненного свернувшимся белком, вареным крахмалом или застывшим жиром (меттовские палочки). По учету времени продвижения палочки по кишечнику и количеству переваренного субстрата определяется активность моторики и переваривающая сила ферментов^(10, 11). Кроме того нами, разработан ряд хирургических приемов, которые в сочетании с вышеприведенным методом позволяют в хроническом опыте изучить основные показатели пищеварения в различных отделах желудочно-кишечного тракта рыб. Использование в опытах дополнительных факторов, как внутренних (повреждение нервной системы, действие фармакологических веществ и т. д.), так и внешних

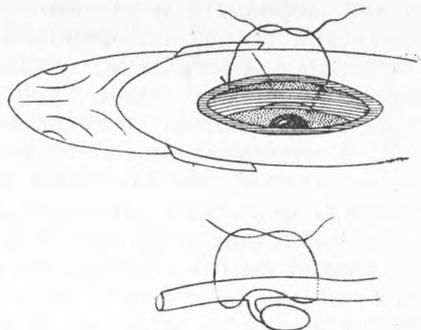


Рис. 1. Схема операции наложения лигатуры на ductus choledochus у ельца

(влияние температуры и пр.), значительно расширяет возможности прижизненного изучения различных сторон пищеварения рыб.

К числу уже разработанных вопросов относится перевязка желчного протока (*ductus choledochus*), исключающая поступление желчи в кишечник рыб и дающая возможность проследить на этом фоне двигательную и ферментативную активность кишечника (рис. 1). Затем предложен способ выведения наружу просвета отдельных участков

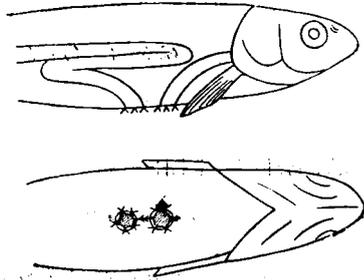


Рис. 2. Схема операции полной изоляции друг от друга переднего и среднего отделов кишечника у ельца

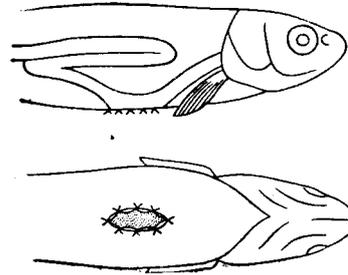


Рис. 3. Схема операции частичной изоляции друг от друга переднего и среднего отделов кишечника у ельца

кишечника рыб, позволяющий в хроническом опыте изучать отдельно для переднего и заднего участков кишечника его двигательную функцию и активность ферментов (рис. 2 и 3).

Разработка методики, а также изучение с ее помощью пищеварения на сибирском ельце (*Leuciscus leuciscus baicalensis*). Основные итоги исследования следующие.

1. В пищеварительный тракт ельца, вне зависимости от присутствия или отсутствия там пищи, непрерывно поступают соки, которые содержат ферменты типа трипоина, амилазы и липазы.

2. Отсутствие поступления в кишечник ельца желчи, обусловленное перевязкой *ductus choledochus*, резко ослабляет перистальтику переднего отдела кишечника, активность протеолитического, амилолитического и липолитического ферментов и приводит к появлению признаков желтухи. Положительность жизни рыб при этих условиях ограничивается 7 — 14 днями.

3. Определение ферментов отдельно в переднем и следующем за ним отделах кишечника ельца показывает присутствие в первом протеолитического, амилолитического и липолитического ферментов, вырабатываемых поджелудочной железой, а во втором — только амилолитического (амилаза), образуемого клетками слизистой кишечника.

4. Моторика переднего и следующих за ним отделов кишечника всегда находится в тесной функциональной связи, которая наиболее отчетливо выражена в стимулирующем влиянии первого на последующие. Скорость перистальтики во всем пищеварительном тракте больше, чем сумма скоростей в изолированных друг от друга отделах. Сохранение частичной связи через мышечный мостик между передним и следующим за ним средним и конечным отделами усиливает перистальтику в последних.

5. Время и интенсивность пищеварения у ельца находятся в прямой зависимости от количества однородной пищи. Чем больше пищи в кишечнике, тем дольше она задерживается и тем интенсивнее переваривается.

6. Время и интенсивность пищеварения у ельца зависят от качества пищи. Одним из показателей этой зависимости является плотность

пищи, определяемая процентом сухого вещества в ней. Чем больше последнего, тем продолжительнее и интенсивнее пищеварение.

7. Моторная и ферментативная активность пищеварительного тракта ельца находится в прямой зависимости от температуры среды обитания (в пределах от 0,5 до 25°С). Чем выше температура, тем быстрее продвигается пища по кишечнику и в тем более короткий промежуток времени она переваривается.

8. В температурных границах от 0,5 до 25°С у ельцов, благодаря согласованности моторной и ферментативной активности, имеет место одинаковый результат пищеварения. В районе низких температур незначительная активность фермента компенсируется замедлением перистальтики, которая, в соответствии с увеличением активности фермента, усиливается с повышением температуры.

Ряд установленных в настоящей работе фактов по пищеварению рыб находится в противоречии с уже опубликованными данными других авторов. По мнению Фонка⁽²⁾, в кишечнике рыб не образуется амилалитического фермента. Его присутствие там обусловлено только адсорбцией из сока поджелудочной железы. Наши опыты с применением методики многократного пропускания на протяжении длительного периода времени крахмальных палочек через изолированную от переднего отдела (куда впадает проток поджелудочной железы) часть кишечника опровергают ошибочный взгляд Фонка, основанный на ограниченности применяемого им метода экстрагирования.

По поводу зависимости скорости продвижения пищи по кишечнику от ее количества в литературе существует несколько точек зрения. Карзинкин⁽⁴⁾ устанавливает обратную зависимость: чем меньше пищи, тем медленнее она передвигается и лучше усваивается. Бокова^(7, 8) не видит влияния количества пищи на скорость ее переваривания. Несоответствие наших данных, устанавливающих прямую зависимость скорости продвижения пищи по кишечнику от ее количества, с приведенными выше выводами объясняется неточностью методов исследования, примененных этими авторами.

Томский
государственный университет

Поступило
4 I 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. Biedermann, Die Aufnahme, Verarbeitung und Assimilation der Nahrung, Teil II, Die Ernährung der Fische, Handb. vergl. Physiol., Hrsg. H. Winterstein, 2, 1, 1911. ² H. Vonk, Z. vergl. Physiol., 5, N. 3, 453 (1927). ³ X. Коштоянц, Некоторые вопросы сравнительной физиологии, Сб. работ, 1934. ⁴ Н. Пучков, Физиология рыб, М. — Л., 1928. ⁵ Г. Карзинкин, Тр. Лимнол. ст. в Косине, в. 15 (1932). ⁶ А. Карпевич и Е. Бокова, Зоол. журн., 15, в. I (1936); 16, в. I (1937). ⁷ Е. Бокова, Рыбное хоз. СССР, № 6 (1933). ⁸ Е. Бокова, Тр. ВНИРО, II (1940). ⁹ А. Карпевич, Зоол. журн., 20, в. 2 (1941). ¹⁰ В. Пегель и Ф. Попов, Тр. Биол. н.-иссл. ин-та при Томск. ун-те, 4 (1937). ¹¹ В. Пегель, 6 (1937); 7 (1940).