

Х. С. КОШТОЯНЦ

ФИЗИОЛОГИЯ И ТЕОРИЯ РАЗВИТИЯ

(НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ)

Р/638690



ГОСУДАРСТВЕННОЕ
МЕДИЦИНСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА—1932

ПРЕДИСЛОВИЕ

Фактический материал, легший в основу многих положений настоящей предварительной работы, накоплен коллективом работников руководимого мной отделения сравнительной физиологии животных Биологического ин-та Комкадемии. Весь план своей дальнейшей работы мы строим под углом зрения развитых в настоящей работе взглядов, и итоги ее будут и впредь освещаться как в специальной, так и общей печати.

Начиная эту работу, я считаю нужным вынести на широкое обсуждение физиологов и биологов-специалистов основные предпосылки данной работы с тем, чтобы, осветив первый этап нашей работы, двигаться в этом направлении дальше и глубже.

Х. С. Коштоянц

Москва,
Биологический институт Комкадемии
им. К. А. Тимирязева.
Июнь 1932 г.

„Обычное представление схватывает различие и противоречие, но не переход от одного к другому,—а это самое важное“.

Л е н и н.

Около 80 лет назад один из крупнейших умов человечества, Чарльз Дарвин, опубликовал свою работу „Происхождение видов“, которая сыграла огромную историческую роль в развитии естественных наук. Эволюционная идея, высказываемая в той или другой форме великими умами человечества на разных этапах истории, получила в этом сочинении Дарвина свою убедительную аргументацию, опираясь на широкую производственную арену английского рационального сельского хозяйства, на богатый опыт естественных наук первой половины XIX века. Эволюционная теория, сформулированная Дарвином, оказала огромное влияние на развитие биологических дисциплин. Морфологические науки—сравнительная анатомия, эмбриология, палеонтология—сделали огромные успехи, развиваясь под знаком эволюционного учения, под знаком филогении. Они же, эти разделы биологии, явились главной базой, главными источниками доказательства для самого эволюционного учения.

Огромный круг важнейших физиологических проблем и их разработка шли в значительной мере в стороне от общего филогенетического направления биологических наук, несмотря на то, что ряд выдающихся морфологических исследований производился с углубленным изучением физиологических отправления, с применением физиологического метода (Ковалевский, Мечников и др.). Недостаточная разработка вопросов физиологии в свете филогении в значительной степени определила одностороннее развитие физиологии как физиологии отдельных органов, отдельных процессов, отдельных животных.

Безусловно однако физиология животных является одной из самых мощных ветвей биологических наук. Она имеет огромные достижения, но достижения эти несут печать этого одностороннего развития.

То, что мы называем физиологией животных, в значительной степени на сегодняшний день может быть охарактеризовано как физиология лягушки, кролика, собаки, этих классических лабораторных животных, и отчасти как физиология человека благодаря тем данным, которые накопились в практике клиники.

Отсутствие филогенетической разработки физиологических проблем, отсутствие исторического подхода к решению их могло привести к тому, что является характерным для физиологии на данном этапе развития ее, с господством в ней механистических установок, широко развитым физико-химическим направлением, слабой разработкой особенностей физиологических процессов на разных этапах развития, непониманием этих особенностей, некритическим сведением, перенесением и т. п.

Так называемая сравнительная физиология в ее теперешнем состоянии в основном еще не может удовлетворить тех больших задач, которые стоят перед физиологией в деле разработки физиологических проблем в историческом разрезе. Сравнительная физиология рассматривается отдельными работниками этой области в значительной степени, как физиология низших животных; иные сравнительные физиологи понимают свою задачу как изучение физиологических процессов некоторых мало изученных групп животных. За малыми исключениями крупнейшие представители современной сравнительной физиологии не ставят перед собой синтетических задач, не ставят перед собой, перед самой наукой—сравнительной физиологией—задачи разработки истории развития функций, задачи синтеза в области физиологии.

Лишь немногие представители этой науки, как например голландский сравнительный физиолог Иордан (Jordan¹), видят задачу сравнительной физиологии в том, чтобы создать синтез между физиологией низших и высших организмов.

Огромное количество фактического материала, не синтетически собранного в многотомном справочнике Винтерштейна (Winterstein²), представляет собой грудку материала, характеризующего отдельные, не связанные данные о характере физиологических и биохимических процессов, протекающих в организме огромной группы животных, рассматриваемых в этом справочнике в систематическом ряду.

¹ Jordan H., Allgemeine Vergleich. Physiologie der Tiere, Berlin, 1929.

² Winterstein H., Handbuch der Vergleich. Physiologie, 1913.

Как в этом основном справочнике, так и в крупных пособиях по сравнительной физиологии, например Будденброка (W. von Buddenbrock¹), так же как и в отдельных исследованиях в специальной периодической литературе, отражающей сравнительно-физиологические работы. („Zeitschr. für Vergleich. Physiologie“, Journ. of cellul. and comparativ Phisio-logie и др.), имеются чрезвычайно слабые попытки синтетического порядка, попытки изучения функций у различных животных в аспекте истории их развития. Эти исследования в большей массе как изолированные фрагменты направлены на вскрытие особенностей, на вскрытие различий исследуемых физиологических явлений у животных и сходство их. Между тем задача заключалась бы при историческом подходе к исследованию вопроса о переходах от одних форм физиологических явлений к другим в глубоком анализе общего и частного в физиологических процессах.

В IX Ленинском сборнике Ленин пишет: „Обычное представление схватывает различие и противоречие, но не переход от одного к другому,—а это самое важное“.

Огромный фактический материал в области физиологии, теоретическая разработка проблем физиологии дают все основания к разработке проблем, во-первых, возникновения и развития физиологических явлений и, во-вторых, переходов от одного типа их к другому. Решение этого круга задач было бы первым шагом по пути создания элементов науки об истории развития функций или, по выражению академика Северцева,—„эволюционной физиологии“².

Работы самого Дарвина представляют собой яркий поучительный пример применения эволюционного подхода к пониманию физиологических процессов. В последовавшем за „Происхождением видов“ целом ряде работ, как напр. „О движениях и повадках лазающих растений“, „Насекомоядные растения“, „Выражение ощущений у человека и у животных“, Чарльз Дарвин не только систематически изложил весь тот фактический материал, на основе которого было построено огромное здание его учения о происхождении видов, но также показал опыт применения основных идей, изложенных в его исторической работе, к анализу сложных биологических и частных физиологических явлений. Попытки вскрыть механизмы, лежащие в основе движений растений, показать историю развития этой функции у огромной группы растений представляют собой до настоящего времени классическое исследование, наметившее но-

¹ V. Buddenbrock W., Grundriss der Vergleich. Physiologie, Berlin, 1928.

² А. Северцев, Соврем. задачи эволюц. теории, Москва, 1914.

вый еще не использованный в достаточной степени путь для физиологии растений.

Для нас особенный интерес представляет его работа о насекомоядных растениях и те мысли, которые изложены в этой богатой фактическим материалом и глубокой по идейному содержанию работе Дарвина. Несмотря на многочисленные, неуместные примечания его сына Френсиса, пытающегося примечаниями к этой работе, как и ко всем другим работам Дарвина, снизить теоретический уровень высказываний Дарвина, задержать ход острых идей историзма в биологии, повторяю, несмотря на это, работа „Насекомоядные растения“ является ярким примером применения исторического метода в исследовании частного физиологического вопроса.

Основное, главное, что волновало Дарвина в этой работе—это сравнение частного физиологического процесса переваривания питательных веществ у животных и растений, и попытка вскрыть черты единства в этих явлениях в обеих группах органического мира, попытка вскрыть возникновение этого процесса, дать его историческое развитие. Именно через этот путь Дарвин в этом частном вопросе наносил сильнейший удар по телеологическим представлениям о целесообразности в органическом мире, поскольку в исследуемом им случае многообразных форм приспособления растений к ловле насекомых и механизмов, приводящих к быстрому и максимальному использованию веществ их, анализ этого случая целесообразности представляет собой наиболее яркий пример приложения дарвинизма к пониманию явлений целесообразности и всестороннего подхода к решению их.

Чтобы иллюстрировать нашу мысль, достаточно привести несколько мест из работы Дарвина о насекомоядных растениях, кратко и сжато дающих указания на ведущие моменты при проведении этого кропотливого исследования великим ученым. В итогах и заключительных замечаниях относительно переваривающей способности у *Drosera* он пишет: „Итак, здесь мы видим замечательный параллелизм между железками у *Drosera* и железами желудка по отношению к выделению свойственных им кислоты и фермента“¹.

Или в другом месте (гл. II) он пишет: „Эти опыты быть может самые интересные из наблюдений над *Drosera*, так как раньше не было определенных сведений о существовании такой способности в растительном царстве. Интересен также тот факт, что железки пластинки при раздраже-

1. Ч. Д а р в и н, „Насекомоядные растения“, изд. Поповой, стр. 71, 1900.

нии сообщают некоторое влияние железкам внешних щупалец, заставляя их давать более обильное выделение и делая его кислым. Как будто эти железки были непосредственно раздражены помещенным на них предметом. Желудочный сок животных, как хорошо известно, содержит кислоту и ферменты, которые оба необходимы для пищеварения; то же самое мы видим в выделении у *Drosera*¹. И наконец в этой же главе мы читаем: „Из этого мы можем заключить, что фермент *Drosera* близко аналогичен пепсину животных или тождественен с ним“².

Огромное количество физиолого-химических работ, вскрывающих черты различия и черты сходства в типах расщепления белков у растений и у животных у различного ряда групп тех и других, представляет собой по сути дела дальнейшее развитие идей, изложенных Дарвином в этой работе. Представляет исключительно большой интерес суммировать данные биохимии именно в этой области, ибо фактический материал о белок расщепляющих ферментах растений и животных, среди последних холодно-кровных и теплокровных, внеклеточных и внутриклеточных, представляет собой едва ли не одну из полнокровных ветвей несистематизированной еще области сравнительной биохимии³.

В этой же работе, как известно, Дарвином приведено исключительно большое количество с максимальной точностью выполненных физиологических наблюдений над действием различных веществ, в том числе и ядов, в минимальном разведении на организм растений. Эти исследования вовсе не представляют собой отдельных звеньев эксперимента любопытствующего эмпирика. Эти данные теснейшим образом связываются с общей концепцией Дарвина, ложатся в основу подтверждения их. Именно поэтому в заключительных строках „Происхождения видов“ мы читаем у Дарвина по такому важному вопросу, как о родстве в происхождении животных и растений, следующие слова: „Аналогия понудила бы меня сделать еще один

1. Ibid., стр. 146.

2. Ibid., стр. 147.

3. Работы, ведущиеся автором совместно с Коржуевым П. А. и Карневич А. Ф. по вопросам сравнительной физиологии пищеварения холодно-кровных (рыб) и теплокровных, вскрывают значительный круг биологических моментов, связанных с особенностями пищеварительных ферментов у этих двух групп животных.

Эти работы, ведущиеся в плане совместной работы Биологического ин-та Комкадемии и Гос. Океаногр. ин-та, в настоящее время заканчиваются на изучении особенностей пищеварительных процессов у промысловых рыб (треска) на Мурмане и будут опубликованы в ближайшее время.

шаг—допустить, что все животные и все растения происходят от одного общего прототипа. Но аналогия может иногда быть неверным путеводителем. Тем не менее все живые существа имеют много между собой общего в их химическом составе, в их клеточном строении, в их законах роста, в их чувствительности по отношению к вредным влияниям. Мы это видим в таком, казалось бы, ничтожном факте, каково например одинаковое действие одного и того же яда на растения и на животных (разрядка моя. Х. К.); например действие яда насекомого, вызывающего уродливое образование чернильных орешков на шиповнике и на дубе¹.

Особенно большое значение имеет для развития физиологии работа „Выражение ощущений у человека и у животных“. Уже самая постановка вопросов у Дарвина указывает на то, что Дарвин, ставя этот вопрос, имел в виду дать историю развития физиологических процессов, историю развития сложных явлений выражения ощущений у человека и животных. В введении к этой работе мы читаем: „Все авторы, писавшие о выражении, за исключением Герберта Спенсера, великого пропагандиста принципов эволюции, повидимому были твердо убеждены, что все виды, конечно и человек, начали свое существование в том состоянии, в котором мы их находим теперь. Чарльз Бэлль, будучи тоже убежден в этом, утверждает, что многие из наших лицевых мышц „суть только чистые орудия выражения“, что они „даны нам именно для этой цели“². Или в другом месте: „Ч. Бэлль желал повидимому провести как можно более глубокое различие между человеком и низшими животными. Вследствие этого он прямо утверждает, что у „низших животных нет выражений, кроме тех, которые можно отнести более или менее ясно к их непосредственным желаниям или необходимым инстинктам“. Он утверждает далее, что лица их „повидимому способны преимущественно выражать ярость и страх“³.

Давая историю воззрений на понимание выражений ощущений у человека и животных, Дарвин, останавливаясь на крупнейшем физиологе Иоганнесе Мюллере, пишет следующее: „Многие писатели считают все касающееся выражения необъяснимым. Так, знаменитый физиолог Мюллер говорит: „Совершенно различное выражение черт лица при

1. Ч. Дарвин, „Происхождение видов“, изд. Поповой, 1898, стр. 323.

2. Ч. Дарвин, О выражении ощущений у человека и животных, изд. Поповой.

3. Ibid., стр. 6.

различных ощущениях показывает, что, смотря по роду возбужденных чувств у них, приводятся в действие совершенно различные группы волокон лицевого нерва. Но конечно в этом отношении мы не знаем решительно ничего¹.

Такая постановка вопроса не могла удовлетворить Дарвина, овладевшего историческим методом в исследовании биологических явлений. Уже в блок-ноте молодого натуралиста Дарвина в 1837 г., за 20 с лишним лет до появления „Происхождения видов“, мы читаем о том, что его теория „должна будет обратиться к современным и ископаемым данным сравнительной анатомии; она должна будет вести к изучению инстинктов (разрядка моя. Х. К.) наследственности и унаследования умственных способностей“². Да и в самой работе „Выражение ощущений“, вышедшей на несколько десятков лет позже этой блок-нотной записи, Дарвин пишет, что уже в 1838 г. он начал наблюдение по этому вопросу, и что „уже тогда я был совершенно склонен принимать начало постепенного развития и происхождения одних видовых форм от других, и притом более близких форм. Прочитав знаменитое сочинение Ч. Бэлля, я увидел, что взгляд его, будто бы человек был создан с известными мышцами, приспособленными к выражению его чувств, весьма неудовлетворителен. Мне казалось более вероятным, что способность выражать наши чувства, известные движения, хотя и прирождена нам теперь, развивалась однако вначале только весьма постепенно. Но большая трудность состоит в том, чтобы добиться, каким образом приобреталась эта способность. Приходилось взглянуть на весь предмет с другой точки зрения, и всякое выражение требовало рационального объяснения. Убеждение это заставило меня попытаться составить предлагаемую книгу, хотя я вполне уверен, что многое в ней будет очень несовершенно“³.

Совершенно понятно, что именно эта работа Дарвина сыграла огромную роль в дальнейшем развитии учения о поведении животных, и можно лишь с сожалением констатировать, что богатый по содержанию и острый по предпосылкам метод сравнительного изучения высшей нервной деятельности животных до настоящего времени не принял широких размеров и развивается, в частности у нас, в узко ограниченном кругу изучения нервной деятельности

¹ Ibid., стр. 7.

² The life and letters of Ch. Darwin. London, 1887, vol. II.

³ „О выражении ощущений“, Ibid., стр. 10.

отдельных лабораторных животных и углубления пока именно в этом направлении.

И наконец не только эта сторона должна быть подчеркнута нами в связи с указанной работой Дарвина. Исторический подход к изучению такой области явлений, как явления сложных форм поведения животных, является одной из важнейших и значительных сторон самого учения Дарвина как идеологического оружия. И не случайно Энгельс, говоря о теории Дарвина, указывал на то, что ею „в основных чертах указан ряд развития организмов от немногочисленных простых форм до все более разнообразных и сложных, как мы наблюдаем их в наше время, кончая человеком; этим дано было не только объяснение существующих представителей органической жизни, но и заложена основа для предыстории (разрядка моя. Х. К.) человеческого духа, для изучения различных ступеней его развития, начиная от бесструктурной, но испытывающей раздражение протоплазмы низших организмов, и кончая мыслящим человеческим мозгом. Без этой предыстории существования мыслящего человеческого мозга остается чудом“¹.

Т. о. изучение физиологических процессов в их историческом развитии, создание истории развития функции должны представлять одну из важнейших задач для разработки проблем физиологии под углом зрения конкретной разработки проблемы предыстории физиологии человека.

Заложенные Дарвином в этих работах подходы к сравнительному изучению физиологических процессов, к изучению истории развития функции не нашли должного развития в последарвиновскую эпоху. Мы имеем лишь отдельные случайные попытки в этом направлении, которые очень слабо изменяют общую характеристику направления физиологических исследований, данную нами в начале этой книги. Поэтому, несмотря на некоторую неточность формулировок, прав проф. Максимов в своей короткой и содержательной заметке, посвященной Дарвину, в которой он пишет:

„От Дарвина ведет свое начало исследование двух вопросов физиологии растений: одного—более общего характера, именно вопроса о движении растений, и другого,—более частного вопроса,—о насекомоядных растениях. Оба эти вопроса занимали Дарвина со стороны применения их к решению созданной им эволюционной теории, и к выяснению их он подходил не с обычной аналитической точки зрения, но главным образом с исторической точки зрения. Его в первую очередь занимал вопрос, как могли возник-

¹ Ф. Энгельс, „Диалектика природы, изд. 1-е, стр. 379.

нуть такие особенности растений, как их способность к движению и их способность питаться животной пищей, и исследование этих явлений являлось для него не самоцелью, а лишь одним из путей к утверждению общего эволюционного мировоззрения.

Хотя эти исследования Дарвина и произведены более 50 лет назад, тем не менее они и по сейчас не утратили своего значения. Хотя позднейшими исследователями и были обнаружены в них некоторые ошибки, тем не менее в основном исследования Дарвина по этим вопросам и сейчас являются руководящими.

Но наибольшее значение имеет для нас та методология, которая была положена Дарвином в основу его физиологических работ. На общем фоне физиологических исследований как современных Дарвину, так и более поздних, имеющих своей задачей по преимуществу сведение происходящих в организмах процессов к процессам физико-химическим, носящих чаще всего ярко выраженный механистический характер, исследования Дарвина резко выделяются тем, что они проникнуты исторической эволюционной идеей. Движения растений он рассматривает под тем же углом зрения, что и движение животных, имея перед собой в качестве путеводной нити установленное им единство животного и растительного мира. Точно так же и насекомоядные растения интересуют его не с точки зрения химизма протекающих в них процессов, но с точки зрения доказательства общности основных физиологических процессов даже у далеко отстоящих друг от друга ступеней органического мира (разрядка моя. Х. К.).

В настоящее время, когда перед нами стоит в качестве важнейшей задачи реконструкция всего здания физиологии растений на основе материалистической диалектики, нашим современным физиологам в высшей степени полезно вспомнить о работах Дарвина в этой области и поучиться у него умению вносить исторический принцип в изучение протекающих в растительном организме процессов¹ (разрядка Максимова)¹.

Отдельные попытки такого синтетического подхода в области физиологии имели место в ботанической литературе в исключительно важных работах русского ботаника-биохимика Иванова, который, идя путями Рохледера, еще

¹ Проф. Н. А. Максимо́в, газ. „Известия ЦИК СССР“ от 18/V 1932 г.

в 1854 году сформулировавшего наблюдения, что „между систематическим положением растения и его химическими продуктами существует определенная связь“ и что „каждое растение может быть охарактеризовано суммой свойственных ему продуктов“, дал образцы эволюционного подхода к решению сложных проблем биохимии растения.

„Если химическое направление,—читаем мы у Иванова,—устанавливает природу веществ, образующихся в органическом мире, и, регистрируя, ничего не предвидит, если физиологическое выявляет пути, которым следует природа, создавая те или другие вещества, то третье направление (эволюционное) может предвидеть систему еще не исследованных растений; оно устанавливает родство по общим химическим веществам (Tammes Hallier, Mez, Иванов), оно рисует нам растительный мир происходящим из общих в химическом отношении корней, связанным в одно целое всегда развивающееся здание“¹.

В ряде работ, начиная с 1913 года, Иванов, анализируя маслообразовательные процессы в растениях, дал картину анализа этого биохимического процесса в разрезе эволюционной теории, сформулировав учение о так называемых физиологических признаках, подкрепив это экспериментальными работами главным образом по линии маслообразовательных процессов у растений.

В этом же направлении необходимо рассматривать работу другого русского ботаника-биохимика — Благовещенского, который пытался связать данные о других сторонах биохимических процессов в организме растений (образование циклических соединений, алкалоидов и т. п.) в разрезе эволюционной проблемы².

Не входя в анализ этих работ по существу принципиальной постановки вопроса, надо однако отметить их как попытки подготовить залежи физиологических и физиолого-химических фактов для постройки здания эволюционной физиологии.

К. А. Тимирязев в своей работе „Исторический метод в биологии“, оценивая положение физиологии, вскрывая запросы этой науки, указывал на следующее обстоятельство: „С этой точки зрения нам понятно и то, что при значи-

¹ Иванов С. А., „Эволюция вещества в растительном мире“, Известия Академ. наук СССР, 1926 г., № 5—6. Ряд работ с 1914 г. (см. сообщения бюро по частному растениеводству 1914 г., № 3—4, 1915 г., № 5 и др.).

² Благовещенский А. В., On the relations between the biochemical properties and the degree of evolutionary development of organisms, Biologia generalis, V. V, Lief 3, 1929. См. также Бюллетень Средн.-азиат. Госуд. ун-та, вып. 10, 1925.

тельных успехах физиологии аналитической мы не имеем физиологии синтетической. Еще более, чем химик, физиолог для своего синтеза (экспериментального или только логического) не может довольствоваться одним анализом жизненных явлений; ему нужно знать еще историю организмов, то, что Клод Бернар, очевидно имея в виду приведенные нами в эпиграфе слова Лапласа, называет *L'état antérieur*¹.

Особенно остро стоят вопросы разработки физиологических проблем в указанном выше направлении именно у нас, во-первых, потому, что все развитие физиологии в России шло в направлении определенно очерченных проблем, в определенном направлении, ограниченном очень небольшим кругом лабораторных животных. Сравнительная физиология даже в том виде, в каком она разрабатывалась на Западе, не была представлена в русской физиологической науке. Мы имеем лишь отрывочные эпизодические исследования русских физиологов, посвященные вопросам физиологии различных животных (водных животных, беспозвоночных, сельскохозяйственных животных), не говоря уже о том, что чрезвычайно редко мы встречаемся в русской физиологической литературе с попытками разработки проблем истории развития функции.

Далее коренные задачи социалистического сельского хозяйства в области животноводства, ставя перед советской физиологией совершенно новые задачи, требуют для разработки их перестройки работы соответствующих физиологических исследовательских учреждений. Значительное количество задач по-новому ставится перед физиологией животных в деле разработки физиологических проблем. Социалистическая реконструкция сельского хозяйства ставит перед физиологами Советского союза задачу разработки физиологии с.-х. животных в широком понимании этого слова с более широким охватом объектов полезных животных. Практика нуждается в разработке проблем физиологии пчелы, тутового шелкопряда, насекомых—вредителей сельского хозяйства, различных пресноводных и морских моллюсков, ракообразных; остро стоят вопросы разработки физиологии рыбы, птицы, овцы, свиньи, лошади и т. д. Мало того перед физиологией по-новому ставятся вопросы, связанные с задачами акклиматизации, с задачами гибридизации и т. п. мероприятий, связанных с реконструкцией социалистического сельского хозяйства.

¹ К. А. Тимирязев, „Исторический метод в биологии“. 1922 г., стр. 37.

Из далеких вод Тихого океана в целях акклиматизации в наши северные моря перевозятся крабы. Развитие рыбного хозяйства Московской области в связи с известными партийными решениями ставит задачу транспорта рыбы из теплых окраин в специальные водоемы Московской или Ленинградской области. Уже первые практические мероприятия по транспорту краба с востока на север, по перевозке карпа с Украины в Москву дали непочатый край запросов для физиологического исследования, указывая на необходимость всемерной разработки научных проблем для обеспечения действительного проведения этих важных народнохозяйственных мероприятий.

Историческая задача „революционизирования лика растений и животных“ (Яковлев), широко и смело поставившая задачу выведения новых форм животных, требует от физиологии вооружений на совместные с генетикой поисковые работы. Скрещивание различных пород—различных животных—задача не только генетика-селекционера, но и физиолога. Так огромный не виданный в истории размах сельского хозяйства в социалистической стране ставит новые теоретические проблемы, создает предпосылки для действительной разработки сравнительной физиологии животных в глубоком понимании содержания этой отрасли знания.

Одной из ведущих, основных проблем в области нашего животноводства являются вопросы кормления сельскохозяйственных животных. В своей биологической части вопросы кормления тесным образом связаны с физиологическими данными о питании и обмене веществ. Совершенно понятно, что для правильной организации кормления того или другого животного является необходимым строгое понимание особенностей хода процессов обмена веществ у данного вида животных. Между тем до самого последнего времени так наз. теоретическая физиология, не связанная у нас с запросами зоотехнии, лишь в отдельных случаях связанная с зоотехническими кормленческими науками, очень мало обращает внимания на необходимость изучения особенностей хода процессов обмена веществ у различных животных.

До самого последнего времени данные о кормлении сельскохозяйственных животных черпались из практики физиологических исследований, сделанных на узко ограниченном числе лабораторных животных, и тех обобщений, которые из них делались. В практике зоотехнической науки до самого последнего времени коэффициент переваримости пищевых средств для всех почти без исключения животных

исследовался на основании показаний лишь на одном излюбленном в этом отношении лабораторном животном, именно овце. Конечно приводимый при этом аргумент, что овца с возможностью легкого привешивания к ней соответствующего калового мешка представляется удобным объектом, является соображением по меньшей мере смешным!

Уже теперь на основании огромного материала, накопившегося в физиологической литературе, можно сделать общий вывод относительно того многообразия, которое характеризует способы, типы обмена основных питательных веществ у различных групп животных. И, невзирая на это, основные пособия (Иордана, Будденброка) по сравнительной физиологии не дают нужного синтеза, бледно излагая главы об обмене веществ—этой основной главы для физиологии.

Возьмем для примера белковый обмен в организме животных. Общеизвестным является факт своеобразия тех конечных продуктов белкового обмена, которые получают-ся у некоторых позвоночных животных, а именно известно, что у птиц и рептилий продуктом белкового обмена является мочева-я кислота, в то время как у млекопитающих по преимуществу мочеви-на. Однако это лишь общие контуры, это лишь общеизвестные школьные факты. Приводимая ниже таблица со всей яркостью иллюстрирует пути и формы белкового обмена в огромном многообразии животного мира (табл. 1 на стр. 16). В этой таблице даны в сводном виде результаты исследования громадной группы разных исследователей, которые касаются типов белкового обмена в животном мире, начиная от низших беспозвоночных, кончая высшими позвоночными. Внимательное изучение этой таблицы приводит нас к выводу о наличии общих явлений, связанных с процессами белкового обмена в животном мире. Это прежде всего два типа выделений: синтетических и несинтетических продуктов, и далее это то, что как продукт переработки белков в организме животных выделяется ряд веществ, а именно: аммиак, мочевина, мочева-я кислота и аминокислоты. Та же таблица указывает на то частное, на то своеобразное, что характеризует отдельные этапы развития, выражающиеся в преобладании того или другого типа белкового распада у данной группы животных. Эта же таблица, заимствованная нами из работы крупного английского биолога Нидгема (Needham)¹, вскрывает важные закономерности в типах обмена белков в организме в зависимости от форм эмбрио-

¹ I. Needham, Protein Metabolism and organic Evolution, Science. Progress, № 92, 1929.

Количественные данные о конечных продуктах белкового распада у различных животных
(из Needham)

Название животного	Водное или наземн. яйцо	Азотистое отделен. в % к совокупности выделенного азота				Исследователь
		аммиак	мочевина	мочев. к-та	амин. к-та	
БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ (INVERTEBRATA)						
Annelida: кольчатые черви						
Aphrodite aculeata	A	80,0	0,2	0,8	—	Delaunay
Hirudo officinalis (медицинская пиявка)	A	76,4	5,4	—	3,2	"
Lumbricus agricola (дождевой червь)	T	20,4	38,1	—	15,8	"
Gephyrea: гефиреи						
Sipunculus nudus из бесщитинковых гефирей	A	50,0	9,7	—	16,6	"
Arthropoda: членистоногие						
a) Crustacea: ракообразные						
Carcinus moenas (краб)	A	67,8	2,9	0,7	8,7	"
Maia squinado (краб)	A	42,9	5,2	2,7	20,2	"
Astacus fluviatilis (речной рак)	A	59,6	11,2	0,8	10	"
b) Insecta: насекомые						
Bombix mori (тутовый шелкопряд)	T	—	—	85,8	—	Farkas
В целом	T	Мочевую к-ту необходимо рассматривать как характерный продукт обмена веществ организма насекомых (Fürth).				
Mollusca: моллюски						
a) Gastropoda: брюхоногие						
Aplisia limacina из заднежаберных	A	33,5	8,7	4,6	15,0	Delaunay

Название животного	Водное или наземн. яйцо	Азотистое отделен. в % к совокупности выделенного азота				Исследователь
		амми-ак	моче-вина	мочев.к-та	амин.к-та	
<i>Helix pomatia</i> (яблонная улитка)	T	13,7	20,0	10,7	6,0	Delaunay
<i>Limax agrestis</i> (слизень)	T	4,6	70,8	6,9	1,7	"
b) <i>Lamellibranchiata</i> : пластинчатожаберные						
<i>Mya arenaria</i>	A	21,5	4,5	—	18,0	
<i>Anodonta cygnea</i> (беззубка)	A	63,0	—	—	—	Przylecki
c) <i>Cephalopoda</i> : головоногие						
<i>Sepia officinalis</i> (карака-тица)	A	67,0	1,7	2,1	7,8	Delaunay
<i>Echinodermata</i> : иглокожие						
<i>Asterias rubens</i> (морская звезда)	A	39,3	11,7	—	23,8	"
<i>Holothuria tubulosa</i> (морской огурец)	A	40,0	6,0	—	—	.
ПОЗВОНОЧНЫЕ (VERTEBRATA)						
<i>Pisces</i> : рыбы						
<i>Lophius piscatorius</i> (морской чорт).	A	13,0	62,2	0,1	—	Denis
<i>Scylium canicula</i> (из кошачьих акул)	A	—	80,0	0,0	—	Herter
<i>Amphibia</i> : (земноводные)						
<i>Rana temporaria</i> (бурая лягушка)	A	15,0	82,0	0,0	—	Przylecki
<i>Bufo vulgaris</i> (жаба обыкновенная)	A	—	84,5	—	—	Burian

Название животного	Водное или наземн. яйцо	Азотистое отделен. в % к совокупности выделенного азота				Исследователь
		амми-ак	моче-вина	мочев. к-та	амин. к-та	
Reptilia: пресмы- кающиеся						
Alligator mississippiensis (аллигатор—крокодил)	A	75,0	3,0	14,0	—	Hopping
Chelone mydas (черепаха)	A	16,1	45,1	19,1	—	Lewis
Phyton (из змей)	T	—	—	80,0	—	Boussingault
Lacerta viridis (ящерица зеленая)	T	—	—	91,0	—	von Schreiber
Aves: птицы						
Gallus domesticus (из куриных)	T	17,3	10,4	62,9	9,4	Davis
Cygnus (лебедь)	T	15,8	2,6	68,7	—	Salaskin Kovale- skiv
Anser (гусь)	T	13,5	—	80,0	—	Paton
Mammalia: млеко- питающие						
Homo sapiens (человек) .	A	4,3	87,5	0,8	—	Folin
Canis vulgaris (собака домашняя)	A	3,0	89,0	10	—	Obsterg Wolf
Felis vulgaris (кошка) .	A	4,9	68,1	0,1	—	Hammet
Mus rattus (крыса евро- пейская)	A	—	—	5,0	—	Hunter Givens G
Equus (лошадь)	A	—	—	3,2	—	"
Ovis (баран)	A	—	—	3,3	—	"
Balaena mysticetus (грен- ландский кит)	A	3,5	91,0	0,3	1,5	Ichimi и его сотрудн.
Camelus bactrianus (вер- блюд)	A	0,5	97,1	2,4	—	Petri
Тигр	A	3,7	89,1	0,04	1,9	Fuse
Гиена	A	3,8	89,3	0,10	1,5	"
Monotreme: птице- звери						
Echidna aculeata (ехидна)	—	6,9	81,2	следы	—	Neumeister

нального (водного или наземного) развития этих животных. Об этом однако несколько ниже.

Анализ таблицы вскрывает, что у огромной группы беспозвоночных животных, и главным образом среди них у водных форм, или у тех форм, у которых имеется водная форма эмбрионального развития, преобладает в качестве продукта конечного распада белков аммиак. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить цифры выделения аммиака, касающиеся *Aphrodite aculeata* (водной) и *Lumbricus agricola* в группе кольчатых или другие цифры этой же таблицы. Аммиак как хорошо растворимый в воде продукт белкового распада легко выделяется водными животными непосредственно в окружающую их воду. Таким образом продукты белкового распада выделяются здесь из организма без следов еще синтеза этих продуктов до более сложных соединений, что мы имеем в случае выделения синтетических продуктов белкового распада у других животных. У этих форм мы встречаемся с слабо развитой или вовсе неразвитой системой морфологических структур, где могут происходить эти синтетические процессы. Выделение более сложных, чем аммиак, синтетических продуктов белкового распада могло стать возможным лишь при дальнейшем развитии, дифференциации соответствующих тканей, органов—мест синтеза (Syntesort). Однако трудно, да и не необходимо, здесь строить какую бы то ни было прямолинейную схему, ибо, как видит читатель из той же таблицы, уже у ряда низших беспозвоночных наряду с выделением аммиака мы имеем выделение в той или другой степени таких продуктов, как мочевины, мочевиная кислота. Уже среди annellida у *Lumbricus* наряду с аммиаком выделяется 38,1% мочевины. Это рядом с *Aphrodite aculeata* из той же группы, у которой преобладает выделение аммиака—80% и имеются лишь следы мочевины (0,2%). У тех же беспозвоночных среди брюхоногих, как например у широко распространенной яблонной улитки, имеется как продукт белкового распада и аммиак (13,7%), и мочевины (20%), и мочевиная кислота (10,7%), и аминокислоты (6%); или в то время как у *Limax* (наземного) мы имеем всего лишь 4% выделения аммиака и громадное количество выделения мочевины (70%), у другой водной формы—*Aplysia limacina* выделяется значительное количество аммиака (33,5%) и очень незначительное количество мочевины (8,7%). То есть иными словами, в одной и той же систематически родственной группе мы имеем резкое отличие формы белкового обмена!

Далее, среди тех же беспозвоночных, у насекомых, как видно из таблицы, мы имеем преобладание выделений мочевой кислоты как продукта распада белков у этой группы животных. У тутового шелкопряда мочевая кислота равняется 85,8% всего количества белкового распада и в целом у насекомых, как указывает Fürth (автор справочного руководства по вопросам сравнительной биохимии животных), „мочевую кислоту необходимо рассматривать, как характерный продукт обмена веществ организма насекомых“¹.

Таким образом таблица в этой части, в части беспозвоночных животных вскрывает перед нами наряду с общими закономерностями особенное на данном этапе развития животного мира в отношении белкового обмена, дает целый ряд указаний для наших теоретических обобщений; дает указания нашей практике в понимании обмена веществ полезных беспозвоночных животных.

Обратимся к данным, касающимся позвоночных животных. Здесь также можно повторить, что общие, основные типы выделения продуктов белкового распада—аммиак, мочевины, мочевая кислота и аминокислота—имеют место в той или другой степени. И вместе с тем, если среди беспозвоночных за исключением насекомых и отчасти мягкотелых (брюхоногих) характерным (во всяком случае для водных форм) является выделение несинтетического продукта белкового распада, а именно аммиака, то у позвоночных животных можно указать два основных характерных типа: тип с преобладанием выделения мочевины — сюда относятся рыбы, амфибии и млекопитающие—и второй тип с преобладанием выделения мочевой кислоты, куда относятся рептилии и птицы.

Обратимся снова к анализу таблицы в этой части. Таблица со всей отчетливостью вскрывает, что выделение аммиака, чрезвычайно слабо представленное у наземных форм, однако имеет место и в ряду позвоночных, не являясь очевидно характерным для этой высоко организованной группы животных. Читатель видит, что максимальное количество выделения аммиака падает однако на водные или земноводные формы. Достаточно посмотреть на цифры, относящиеся к аллигатору из рептилий, у которого 75% выделяется в виде аммиака. У другого пресмыкающегося, а именно у *Chelone mydas*, как видит читатель, несмотря на то,

1. Fürth, Vergleich. Chemisch. Physiologie d. niederen Tiere, jena, 1913.

что для пресмыкающихся в основном характерно выделение мочевой кислоты, как продукт белкового распада мы имеем и аммиак (16%) и мочевины (45%) и мочевую кислоту (19,1%). Особенно интересными являются данные, касающиеся яйцекладущих (Monotremata) из млекопитающих, у которых, как это видно по данным, полученным на ехидне, основной формой конечных продуктов является так же, как у других млекопитающих, мочевина, а не мочевая кислота, как у птиц и рептилий.

Таким образом в таблице, касающейся позвоночных, построенной по типу систематическому, мы имеем своеобразные формы процессов белкового распада, характеризующие данный вид животных, обнимающие в основном рыб, амфибий и млекопитающих, с одной стороны, и пресмыкающихся и птиц,—с другой. Но это лишь в основном, ибо мы уже показали ряд важных отклонений от этих положений, не укладывающихся в строгие формулы систематических построений. Приводимую таблицу Нидгема поэтому далеко нельзя считать вскрывающей этот вопрос во всей его глубине. Ведь вопрос идет о формах белкового обмена на разных этапах развития органического мира! Сводка дает удачную попытку заложить канву синтеза сложного процесса из отдельных разрозненных фактов. Однако при этом встает ряд крупных вопросов, на которые не дает ответа сводка Нидгема.

Прежде всего законный вопрос о происхождении, о путях образования описываемых нами конечных продуктов белкового распада у различных животных. В самом деле: имеющие место у различных животных эти конечные продукты могут быть различного происхождения, а раз так, то надо ставить вопрос о различных путях образования того или иного конечного продукта у различных групп животных.

Возьмем пример мочевины. Мы видим, что мочевина является не только основной, специфической формой белкового обмена у рыб, амфибий и млекопитающих, но она встречается уже у многих беспозвоночных, не являясь здесь ведущей формой белкового распада.

Образование мочевины, как известно, может идти и синтетическим путем и путем гидролитическим. Известно, что аргинин под влиянием аргиназы расщепляется на мочевины и орнитин. И этот путь (аналитический) образования мочевины существует наряду с синтезом его в соответствующих органах из менее сложных продуктов.

Процесс образования мочевины таким образом, напр. у беспозвоночных может идти существенно иначе, чем у позвоночных, где синтетический путь преобладает. Делонэ (Delaunay)¹ даже думает, что незначительное количество образующейся мочевины у беспозвоночных именно связано с недостатком фермента аргиназы, а стало быть слабым распадом аргинина до мочевины и орнитина. Наконец допустимо и такое положение, что наличие незначительного количества мочевины у беспозвоночных животных связано с тем, что образующаяся в процессе белкового распада мочевина в организме беспозвоночных подвергается еще более дальнейшему ферментативному расщеплению, на что указывают отчасти работы Пршилецкого (Przylezky).

Или даже возьмем вопрос о мочевой кислоте. Мочевая кислота как характерный продукт белкового распада у рептилий и птиц встречается однако не только среди этой группы животных, но широко распространена по всему животному миру.

Однако тот же вопрос о путях ее образования, как ставился он выше в отношении мочевины, может быть поставлен и здесь.

В самом деле: известно, что у млекопитающих мочевая кислота является главным продуктом пуринового обмена, образуясь из нуклеопротеидов клеточного ядра, в то время как у птиц образование мочевой кислоты идет иным химическим путем, а именно синтезом продуктов распада белка в печени этих животных. Правда, этот синтез частично возможен и у млекопитающих, но совершенно ясно, что пути образования мочевой кислоты у разных позвоночных идут в существенно различных направлениях.

Мало того, уже внутри млекопитающих частный биохимический процесс образования мочевой кислоты имеет своеобразные черты развития. Известно, что у большинства млекопитающих мочевая кислота как продукт пуринового обмена претерпевает под влиянием уриколитического фермента дальнейшее изменение и выделяется из организма в виде аллантоина. Но этот процесс у высших форм млекопитающих—у человека и антропоидов—уже отсутствует, у них отсутствует уриколитический фермент. Приводимая таблица иллюстрирует сказанное со всей ясностью.

Помимо теоретического значения, эта маленькая табличка вскрывает всю „обоснованность“ работ наших „теорети-

¹ Delaunay H., L'excrétion azotée des invertébrés, Biol. Res. Cambr. Phyl. Soc., 6, 1931.

Количество мочевой кислоты и аллантина, выделяемое различными млекопитающими

Название животных	Мочевая кислота	Аллантин
Свинья	1,8	92
Собака	1,9	97,1
Человек	90	2
Шимпанзе	—	0
Низшие обезьяны („Monkey“) . .	8	66

ков“, изучающих вопросы белкового обмена человека на лабораторных животных и механически переносящих при этом эти выводы на человека.

Тот же вопрос о мочевой кислоте должен быть поставлен особенно глубоко у беспозвоночных. Ведь на данной стадии разработки вопроса по внешнему характеру белкового обмена (мочевая кислота как конечный продукт) рептилии, птицы и насекомые составляют одну биологическую группу по типу белкового обмена. Однако вопрос нам представляется еще недостаточно разработанным. Образование мочевой кислоты у беспозвоночных может идти существенно иным путем, чем у позвоночных животных, и не доказано утверждение Нидгема, что более древние наземные формы, именно насекомые, „решили“ задачу белкового обмена так же, как рептилии и птицы позже. Сулима (Sulima) показал, что синтез мочевой кислоты у *Maia* и *Aplysia* идет за счет ациклических соединений, а цитированный выше нами Делонэ допускает возможность синтеза мочевой кислоты у беспозвоночных животных из аммиачных соединений. Наконец существенно важным является с нашей точки зрения то обстоятельство, что белковый обмен тесно связан с образованием различных покровных образований у животных (крылья насекомых, роговые образования и т. п.), что обычно не учитывается при анализе этого вопроса. Между тем разработка вопроса о формах белкового обмена на разных этапах жизни вне этого широкого охвата является недостаточной.

Далеко не полно нарисована нами картина этого глубочайшего процесса обмена белковых тел, лежащего в основе жизненных явлений в организме животных. Совершенно ясно, что перед наукой стоит еще целый ряд новых нерешенных вопросов, связанных с вскрытием характера процессов обмена белков в организме, ведущих к образованию тех или других конечных продуктов. Орга-

нически связан с этим вопрос об истории развития органов—мест синтеза.

Располагая этими последними данными, твердо зная черты общего и частного не только по конечным продуктам распада белков, но и черты общего и частного в путях образования этих конечных продуктов и путей и форм выведения, использования их, мы сможем не только описывать явления, общие и частные в характере белкового обмена в истории развития животного мира, но и вскрыть переходы в процессе развития форм белкового обмена в органическом мире. А это самое важное. Без преувеличения можно сказать, что эта глава об истории развития форм белкового обмена должна явиться одной из основных задач науки „эволюционной физиологии“.

Само собой разумеется, что эта неполная по сути дела сводка данных о типах белкового распада в животном ряду (данные эти не полные потому, что здесь не приведены простейшие животные, одноклеточные в частности, с их своеобразными формами обмена веществ) и некоторые обобщения дают значительный материал для постановки и понимания ряда проблем развития. Наконец не приведены подробно растения, у которых именно по линии белкового обмена мы имеем богатый материал и специальное обсуждение вопроса, вскрывающие черты сходства в белковом обмене животных и растений (образование аммиака по преимуществу у низших растений, образование мочевины) и черты различий в белковом обмене тех и других в образовании синтетических продуктов (аспаргии, глютамин, отчасти продукты метилирования, напр. бетаин)¹.

Собрать и синтезировать разрозненные данные о белковом обмене в органическом мире, вести дальнейшую разработку его как процесса в его развитии—это значит дать действительную главу о белковом обмене живого, а следовательно дать действительное теоретическое вооружение в деле кормления и питания сельскохозяйственных животных и растений.

Широко развернутая сеть наших исследовательских уч-

¹ См. напр. статьи: Д. Н. Прянишникова (Аммиак как альфа и омега обмена азотистых веществ в растениях), А. Кизеля („Аргинин и его ферментативное превращение в растениях“), В. С. Буткевич („Аммиак как продукт превращения белковых веществ плесневыми грибами и условия его образования“) в сборнике, посвященном К. А. Тимирязеву. Москва, 1916 г.

реждений в области животноводства и растениеводства, действительное включение в разработку вопросов обмена веществ огромной группы животных и растений, вовлеченных в арену деятельности социалистического сельского хозяйства, в работу не только по изучению, но и овладению этими формами—должны дать материал, который восполнит пробелы в существующем объеме наших знаний о чертах сходства и различий в формах белкового обмена на различных этапах развития органического мира, и этим самым поднять теорию о белковом обмене на высшую ступень. Эта же работа должна будет обеспечить правильное понимание, а стало быть и действительное овладение процессами кормления именно данного животного.

В связи с последними важными практическими задачами остановимся лишь на двух моментах, еще более конкретизирующих данные приведенной выше нами таблицы и выводы из нее.

Возьмем важный для практики вопрос о связи между белковым обменом и ростом животного. Приводимая таблица вскрывает связь между количеством белка в молоке животного и числом дней, необходимых для удвоения веса после рождения, сравнительно у различных животных.

Т а б л и ц а 3

Тип животного	Число дней до наступл. удвоенного веса	Количество белка на 100 частей молока
Человек	180	1,2
Корова	47	3,3
Коза	20	5,0
Овца	12	5,6
Свинья	8	7,5
Собака	8	9,2
Кролик	6	15,5

Таблица как известный итог сравнительного подхода к частной проблеме устанавливает глубину связи белкового обмена и роста молодняка на различных этапах развития.

Или возьмем другой момент—переваримость белковых веществ у различных животных. Здесь мы подходим к вопросам пищеварения, тесно связанным с вопросами кормления, питания и обмена веществ у животных.

Зоотехническая физиология отмечает факты, влияющие на переваримость тех или других питательных веществ, связанные с самим животным.

„Естественно, что имеется разница в способности переваривания белка у родственных животных различных клас-

сов“, читаем мы в новейшей капитальной сводке по питанию и обмену веществ сельскохозяйственных животных (1931 г.)¹

Возьмем пример из этой же сводки, дающей сравнение переваримости белка у свиньи и овцы (см. таблицу).

Т а б л и ц а 4

Пищевые вещества	Переваримость белка в %				Больше пере- варивается у свиньи на
	с в и н ь я		о в ц а		
	периоды	%	периоды	%	
Сырой картофель . . .	6	84	VI	43,6	40,4
Распар. картофель . . .	5	76,9	III и IV	52,4	24,5
Подвергн. действию кис- лоты картофель . . .	4	73,2	II	37,9	35,3

Число таких данных увеличивается все более и более и требует самой неотложной разработки проблем пищеварения животных в сравнительно физиологическом разрезе.

Однако до самого последнего времени богатая по своему объему и обобщениям одна из разработанных глав современной физиологии, именно—глава о пищеварении, касается по преимуществу узко ограниченной группы лабораторных животных (собаки и кролика) и человека благодаря данным клиники. Ведущие вопросы для практики, вопросы физиологии пищеварения сельскохозяйственных животных в широком смысле этого слова до сих пор находятся в тени и мало разработаны. Некритически переносятся данные о физиологии пищеварения, полученные на собаке или в лучшем случае только на овце на сельскохозяйственных животных. Физиология знает более или менее полно механизм пищеварения собаки, но не механизмы пищеварения животных, поскольку наряду с общими явлениями в процессах пищеварения у разных животных имеются свои специфические черты как в отношении собственно механизма пищеварения, так и в особенностях хода процессов переработки пищевых веществ.

Само собой разумеется, что изучение вопросов о механизмах пищеварения является актуальным с точки зрения правильной организации кормления этих животных. Вместе с тем это открывает совершенно новые перспективы для теоретических обобщений в понимании всех сторон этого процесса и развития его в связи с развитием животного

¹) Mangold E., Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der Landwirtschaftlich. Nutztiere, III B., 1931.

мира. Отрывочные данные, уже имеющиеся в литературе, уже накопленные нашей советской наукой и именно в лабораториях наркомземовской сети, указывают на огромную важность теоретических и практических моментов, которые вскрываются именно при таком подходе к вещам. Достаточно напомнить ряд работ в области физиологии пищеварения с.-х. животных, полученных в ряде лабораторий наших сельскохозяйственных вузов, а также новейшие работы лаборатории пищеварения Института животноводства Ленинской академии (работы Кратина¹), которые вскрывают в ежедневном эксперименте и ежедневных наблюдениях особые черты процессов пищеварения у с.-х. животных, подводящие фундамент для будущих построений о механизмах пищеварительного процесса различных животных, которыми мы должны овладеть.

Возьмем частный вопрос, вопрос о так наз. гумморальном возбуждении желез внешней секреции пищеварительного тракта.

Известно, что поджелудочная железа—одна из мощных пищеварительных желез,—возбуждается под влиянием вещества гормональной природы, так наз. секретина, вырабатываемого в тонких кишках.

Приводимая ниже таблица, отражающая общий итог экспериментальной работы по этому вопросу, разработанному бригадой отделения сравнительной физиологии животных Биологического института Комкадемии (Коржуев П. А., Мужеев В. А., Музыкантов В. А., Очаковская С. Г.) под руководством автора этой книги, иллюстрирует некоторые моменты при сравнительно физиологическом исследовании этого вопроса (табл. 5).

Секретин, вопреки мнению ученых, упрощающих этот вопрос (школа Попельского и др.), является веществом специфической гормональной природы, а не обычным продуктом белкового распада. Далее, вопреки попыткам последнего времени экстрагирования этого вещества из самых разнообразных органов и тканей не только животных, но и растений, обнаружено, что секретин имеет строгую топографию места выработки, т. е. образование его связано с определенными морфологическими структурами. Таблица 5, дающая материал по топографии секретина у различных видов животных в зоологическом ряду, со всей очевидностью отвечает на этот вопрос в том смысле, что имеется строгая топография расположения выработки секретина, связанная с тонким кишечником, главным образом с верхними отде-

¹ См. журнал „Проблемы животноводства“ №№ 1, 7 и 8, 1932.

Схема распределения секретины в кишечном тракте
различных животных

(+ означает присутствие, — отсутствие секретины)

Типы животных	Сегменты кишечного тракта	Пищевод, зоб	Желудок	Тонкие кишки сегменты			Толстые кишки	Прямая кишка, клоака	Примечание	
				верх.	средн.	нижн.				
А. Позвоночные										
I. Млекопитающие										
1) Собака		—	—	+	—	—	—	—	Согласно ис- следов. Bay- liss и Starling	
2) Кролик		—	—	+	—	—	—	—		
3) Свинья		—	—	+	—	—	—	—		
4) Овца		—	—	+	—	—	—	—		
II. Птицы										
1) Голубь		—	—	+	+	+	—	—		
2) Курица		—	—	+	+	+	—	—		
III. Рептилии										
1) Черепаха		—	—	+	—	—	—	—		
2) Уж		—	—	+	—	—	—	—		
IV. Амфибии										
1) Лягушка		—	—	+	—	—	—	—		
2) Саламандра		—	—	+	—	—	—	—		
V. Рыбы										
1) Карась		—	—	—	—	—	—	—		
2) Вьюн		—	—	—	—	—	—	—		
3) Акула		—	—	+	—	—	—	—		
4) Лосось		—	—	+	—	—	—	—		
В. Беспозвоночные										
I. Черви										
(дождев. червь)		секретин			отсутствует					
II. Ракообразные										
(речной рак)		секретин			отсутствует					
III. Мякотелые										
(виноградная улитка)		секретин			отсутствует					

лами его. Как видит читатель, у всех позвоночных животных другие отделы пищеварительного тракта (зоб, желудок, толстая кишка, прямая кишка, клоака) не содержат этого вещества, возбуждающего работу пищеварительного тракта. Если у всех без исключения высших позвоночных удастся экстрагировать секретин, возбуждающий работу поджелудочной железы из верхнего отрезка тонких кишок,—то у птиц мы имеем некоторое своеобразие, выражающееся в том, что весь тонкий кишечник до места впадения в толстую кишку является местом выработки этого вещества. В этом особенность механизма пищеварительного тракта исследуемых птиц.

Однако таблица вскрывает, отражая данные опыта, что секретинный механизм, являясь общим для позвоночных животных, не имеет места среди исследуемых беспозвоночных животных. У ряда пресноводных беспозвоночных, которые были исследованы, секретина не обнаружено. Естественно, что это ставит вопрос о необходимости изучения своеобразных условий возбуждения желез пищеварительного тракта животных на этой стадии развития. В этом один из путей к разработке своеобразия механизма пищеварения на разных этапах развития.

Иные формы возбуждения железистой клетки должны иметь место в своеобразном железистом аппарате низших беспозвоночных, связанных как известно, и со своеобразными физиологическими процессами (секреция, фагоцитирование, всасывание). Работы Иордана, Гирша (Jordan, Hirsch)¹ показывают, насколько качественно отличается характер, ритмика секреторнообразовательных и секреторновыделительных процессов у беспозвоночных и позвоночных животных.

Отметим некоторые подробности, имеющие прямое отношение к разбираемому вопросу. При наших исследованиях контрольной тканью, железой-индикатором служила поджелудочная железа собаки; между тем изучалось свойство экстрактов из соответствующих сегментов пищеварительного тракта различных животных. Во всех этих случаях экстракты из кишечного тракта всех животных, как видно из таблицы, возбуждали работу железистых клеток поджелудочной железы собаки. Это ставит частный физиологический вопрос о секретине на высоту общепрофизиологической проблемы о видовой неспецифичности секретина среди позвоночных животных, отмеченный еще раньше Байлисом и Старлингом (Bayliss и Starling). И второе—

¹ Hirsch G. Chr., Die Restitution des Sekretmaterials in Pankreas. Verhandl. der Deutsch. Zool. Gesellschaft., 1931, стр. 302—321, или Jordan-Hirsch, „Vergleich. Physiol. Übungen“, стр. 113—115, 1927.

этот путь анализа проблемы в значительной степени приближает нас к более верному решению частных, спорных вопросов гисто-физиологии, а именно: до сих пор гистологи без физиологического контроля, не говоря уже о необходимости сравнительного физиологического исследования, спорят вокруг вопроса о том, какие морфологические элементы вырабатывают секретин. Если спорят о том, вырабатывают ли секретин либеркюновы железы, то данные сравнительного физиологического эксперимента говорят, что у тех животных (напр. лягушки), у которых в двенадцатиперстной кишке и не удастся как будто установить наличие этих морфологических структур, обнаруживается секретин. Гораздо глубже и полней может идти исследование физиологических и гисто-физиологических вопросов при изучении общего и особенного как в структуре, так и в отправлениях животного на различных этапах его развития.

С вопросами пищеварения тесным образом связан вопрос о двигательной функции пищеварительного тракта. Последняя, как известно, связывается с особенностями гладкой мускулатуры кишечной стенки. Обычные физиологические и фармакологические представления, основанные на исследовании ограниченного числа животных, разбирая сложный вопрос о реакции этой гладкой мускулатуры на различные сильно действующие вещества, допускают возможность утверждений о строго характерном действии этих веществ на гладкую мускулатуру наблюдаемом ими, повторяю, при изучении свойств гладкой мускулатуры мышцы кишечника определенного животного, напр. кролика. Правда, в современной фармакологической и физиологической литературе мы имеем ряд работ, которые делают массу оговорок относительно зависимости реакции этой мускулатуры на те или другие сильно действующие вещества в зависимости от состояния этого органа в данный конкретный момент. Однако в основном мы не имеем во всяком случае систематизированного подхода к своеобразным особенностям гладкой мускулатуры кишечного тракта и связанной с этим двигательной функции его на разных этапах развития.

Исследования, предпринятые в той же лаборатории (Мужеев В. А., Юдина Е. Ф.) под руководством автора этой книги, приводят к заключению, что обычное представление о том, что адреналин понижает тонус гладкой мускулатуры кишечного тракта, пилокарпин же повышает его,—действительно для определенной группы животных, и имеет своеобразный ход для других, отражая таким об-

разом своеобразные черты физиологической характеристики гладкой мускулатуры кишечного тракта этих животных. Приводимые ниже кимограммы ряда позвоночных животных (кролика, свиньи, овцы, курицы, голубя, рыб, лягушки) вскрывают, во-первых, своеобразный ход нормальных ритмических реакций сегментов пищеварительной трубки этих животных (см. фотографии на таблице в конце книги). Достаточно для этого сравнить типы нормальных сокращений, хотя бы кишечника кролика, голубя и лягушки. Но мало того. По интересующему нас вопросу мы видим, что и реакция на одни и те же количества адреналина и пилокарпина протекают у разных видов животных. Прежде всего мы имеем типичную картину понижения тонуса от адреналина и повышение его от пилокарпина так, как это излагается в классической физиологии и фармакологии в опытах с кишечником кролика; мы не имеем или почти не имеем реакции ни на адреналин, ни на пилокарпин со стороны кишечника лягушки, и наконец имеем своеобразную извращенную картину птиц (голубя)¹.

Эти исследования, полученные главным образом в отношении действия одной и той же дозы на различные штаммы кишечного тракта разных животных, расширяются до моментов вскрытия роли количественных факторов в этом сложном деле, что должно еще более углубить понимание физиологической характеристики данного типа. Однако одно можно сказать со всей уверенностью и определенностью, что физиологическая характеристика гладкой мышцы кишечного тракта на различных этапах развития носит черты сходства и черты различия. Исследования, проведенные голландским физиологом Тен-Кате (Ten-Cate) в отношении беспозвоночных животных, подтверждают также сказанное, ибо опыты Тен-Кате с действием тех же веществ на отрезок кишечной трубки беспозвоночных животных показали так же, как и наши опыты своеобразный ход реакции, но эти вещества, отличные от установленных в классической физиологии, на определенном лабораторном объекте данных. Конечно совершенно необходимо изучение более близкими нормальным физиологическим условиям методами

¹ Подробно данные этой работы были доложены автором на XIV международном конгрессе физиологов в Риме и подготовлены к печати в специальной статье для журнала *Zeitschr. für Vergleich. Physiologie*, где заинтересованный читатель может видеть детали работы, а также кимограммы опытов, в настоящей статье приведенных крайне неполно. Так Музыкантовым В. А. после сдачи этой книги в печать получены данные о физиологической характеристике гладкой мускулатуры кишечника некоторых рептилий, кимограммы которых отсутствуют на табл. 1.

(баллонный метод, рентген и пр.) деятельности кишечного тракта. При таком более полном подходе общая проблема физиологической характеристики гладкой мускулатуры кишечного тракта на различных этапах развития будет не только важной теоретической проблемой, связанной с разработкой истории развития функции кишечного тракта, но и руководством к действию в овладении пищеварительным трактом, поскольку с двигательной функцией кишечного тракта связаны большие вопросы интенсивности усвоения пищи, темпов переваривания и т. д.

В связи с этим опять два дополнительных замечания. Эти данные о своеобразной реакции на определенные вещества гладкой мышцы кишки различных животных (излюбленного объекта исследования фармакологов) приковывают наше внимание к совершенно новым, но уже поставленным и разрабатываемым проблемам сравнительной фармакологии. Помимо того, что эти сравнительно фармакологические данные должны расширить круг наших теоретических обобщений, — эти данные должны иметь прямое отношение к вопросу о возможности переноса данных фармакологического исследования, полученных на лабораторных животных, на огромное многообразие с.-х. животных, с одной стороны, и человека — с другой. И второе, тот факт, что мы устанавливаем физиологическую характеристику гладкой мускулатуры кишечного тракта среди позвоночных животных, особенности этой мускулатуры у беспозвоночных, должен приковывать наше внимание к разработке вопросов, ставящихся в связи с этим в другой области, а именно рядом биологов, в том, числе голландским физиологом Иорданом ставится вопрос о так наз. „hohlorganartigen tiefe“, под именем которых он объединяет огромную группу беспозвоночных животных, только на том основании, что гладкая мускулатура двигательного органа этих животных — ноги — напоминает по Иордану реакцию гладкой мускулатуры полостных органов высших животных („Животные, подобные полостным органам“).

В другом месте нами приведены в специальной статье фактические материалы, указывающие на черты сходства и различия гладкой мускулатуры кишечного тракта высших позвоночных и гладкой мускулатуры двигательного органа беспозвоночных. Естественно, что только при историческом подходе к разбираемой нами проблеме, можно показать всю несостоятельность попытки создать биологическую классификацию животных только по произвольному признаку, собственно говоря, смешения характерных черт, казалось бы, одной и той же ткани (гладкой мускулатуры), имею-

шей наряду с чертами общего и черты своеобразия на разных этапах развития. Это тем более, что классификация Иордана опирается на сравнение гладкой мышцы, связанной в сравниваемых двух случаях с разными отправлениями в одном случае (у беспозвоночных) с движениями животного, а в другом (у позвоночных)—с пищеварением.

Приведенные нами примеры характеризуют собой не только подходы к решению физиологических вопросов, но и вопросов, тесно связанных с морфологией.

Разработка общей проблемы, физиологической характеристики органов и систем организма животных в их филогенетическом и онтогенетическом развитии дает ряд новых подходов и для сравнительной морфологии.

Остановимся еще раз в связи с этим на проведенном нами сравнительном анализе вопроса о топографии расположения секретина и характеристики гладкой мышцы кишечного тракта у различных животных.

Воспроизведем полусхематически топографию распределения секретина, а стало быть в основном топографию расположения соответствующих морфологических элементов, вырабатывающих этот гормон в кишечнике представителей, хотя бы трех групп животных—амфибий, рептилий, птиц—как это сделано на рис. 1.

Рисунок 1 показывает данные при рассмотрении одного лишь звена в цепи процессов, протекающих в кишечнике, на особенности распределения секретина в кишечнике различных животных.

Обычное представление физиологов о том, что секретин вырабатывается в верхнем отделе тонких кишок по преимуществу двенадцатиперстной кишке, не вяжется с данными сравнительно-физиологического эксперимента.

Идя в этом отношении дальше, детально изучая топографию расположения тех или иных биохимических процессов в различных сегментах пищеварительного тракта, (равнозначных морфологически), глубоко проникая в особенности физиологии гладкой мускулатуры кишечного тракта и его иннервирующих приборов (центральной и периферической) на разных этапах развития (филогенетического и онтогенетического), физиолог сумеет набросать схему пищеварительного тракта различных животных, в которой будут отражены черты общего и различного в одноименных с морфологической точки зрения сегментах пищеварительного тракта; будут вскрыты элементы развития огромного комплекса физиологических процессов, связанных с кишечной трубкой в связи с развитием живот-

ного мира (биохимия, моторика); будут намечены пути к пониманию переходов от одного типа кишечной трубки к другому.

Односторонняя, втиснутая в рамки одних и тех же обозначений, для различных по существу структур на разных этапах развития морфологическая схема данной системы органов должна будет стать глубокой научной картиной, отражающей не только особенности формы одно-

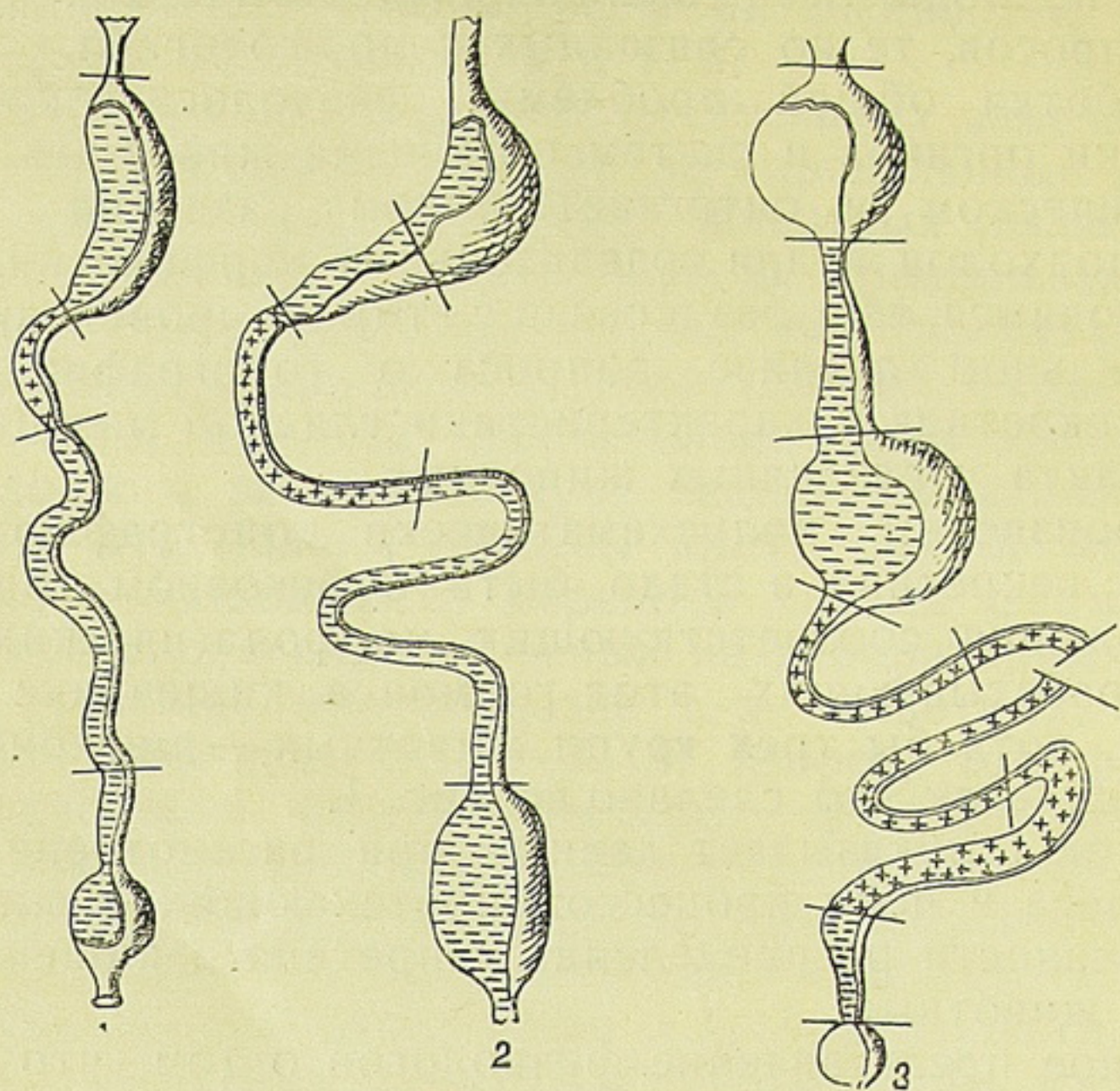


Рис. 1. Полусхематическое изображение расположения секретина в кишечном тракте амфибий (лягушка — 1), рептилий (черепаха — 2), птиц (голубь — 3);

знак + наличие секретина
знак — отсутствие его,

черточки на рисунке отделяют исследовавшиеся сегменты друг от друга.

именных органа или системы органов на данном этапе развития, но и функций его в глубокой взаимной органической связи той и другой.

Роль сравнительно физиологических исследований возрастает в анализе запутанных физиологических проблем все более. Здесь можно указать лишь на некоторые из них.

Возьмем для примера одну из интереснейших глав физиологии, главу о природе сердечного сокращения. Дискуссия до сих пор вопрос о миогенной или нейрогенной природе сердечных сокращений нашел пути для своего

наиболее правильного разрешения именно в сравнительно физиологическом подходе. Здесь стоит только указать на классические работы по сравнительной физиологии сердца, проведенные Карлсоном (Carlson)¹ на известном объекте *Limulus*, показавшие огромную роль сравнительно физиологических исследований, и пошатнувшим правомерность самой постановки вопроса „многогенная или нейрогенная теория“. Стоящие в настоящее время острые вопросы природы автоматии сердца и роли физических факторов (наполнения, напряжения, давления и т. п.) сердечной деятельности нуждаются для своего решения именно в широком сравнительно физиологическом исследовании. Останемся на этом очень коротко.

Иенская физиологическая школа Скрамлинка (Skramlink)² анализируя вопрос о природе автоматии мышцы у ряда беспозвоночных, приходит к выводу о том, что у этой группы животных сердце вне акта наполнения, вне акта напряжения от этого наполнения находится в расслабленном состоянии и ритмически не сокращается. Однако проведенные исследования в лаборатории автора этой книги совместно с д-ром Кашкай показали всю неосновательность этих взглядов, ибо изолированное из организма сердце виноградной улитки, с которой работали и в лаборатории Скрамлинка, продолжает ритмически сокращаться довольно длительный период вне акта наполнения и растяжения этого сердца. Мало того, и отдельные сегменты, чрезвычайно маленькие, как желудочка, так и предсердия сердца, обладают этой ритмической, автоматической способностью сокращения. Эти законченные, но не опубликованные еще наблюдения не только углубляют уже имевшие место единичные указания прежних авторов, но и встречают полное подтверждение в только что вышедшей в июне этого года работе Вилемса (Willems)³.

Сам по себе факт наличия автоматии сердца вне акта наполнения у беспозвоночных животных не только является противоречащим и отвергающим ошибочные по существу механистические установки школы Скрамлинка, но ставит вопрос о необходимости изучения роли физических факторов, в частности давления, в механизме сердечного сокращения на различных этапах развития. Надо думать,

¹ Carlson A., The nervous origin of the heart beat in *Limulus*, Amer. Journ. of Physiol., т. 12, 1904/1905.

² См. ряд работ Skramlink и его школы в журнале *Zeitschr. für Vergleich Physiol.* за 1928—1932 годы.

³ Willems H. P., Über die Herzbewegungen bei der Weinberg Schnecke (*Helix pomatia*), Akad. Procschrift, 1932.

что роль давления в деятельности сердца у различных животных разнo проявляется и, что особенно важно, должны иметь место различные формы проведения и осуществления влияния этого давления. Это наряду с наличием автоматии сердечной ткани в разнoй степени выраженной, в разнoй степени подчиненной другим моментам, возникающим в процессе развития животных (местная и центральная нервная система, гумморальные воздействия и т. д.).

Вопрос, связанный с этим о нервных элементах сердца беспозвоночных животных, также нуждается в своей специальной обработке, но отнюдь не в плоскости аналогии с состоянием нервного прибора и проводящих путей сердца более высших, в частности позвоночных животных. Сравнительно гистологические исследования нервных структур сердца различных животных, под углом зрения истории развития этих структур, физиологические наблюдения на пределы наличия автоматии у различных частей (самых незначительных), в различные сроки после изоляции из организма должны будут дать ценный материал для правильного решения спорных вопросов механизма сердечных сокращений у различных животных: развитие явлений автоматии сердца и т. д., и в этом направлении разрабатывается вопрос в лаборатории Биологического института Комакадемии под руководством автора этой книги.

Известно, что для решения этого физиологического вопроса огромное значение имеют эмбриологические наблюдения, т. е. наблюдения над сердцем развивающихся животных в различные периоды развития их.

Классические наблюдения над сердцем куриного эмбриона в ранние дни инкубации, когда еще трудно установить наличие нервных элементов, внесли много ясности в обсуждаемый вопрос и поставили еще более под сомнение правомерность самой постановки вопроса о миогенной и нейрогенной природе сердечного сокращения.

Физиологические наблюдения над зародышами или, шире говоря, физиология эмбрионов должна быть включена в систему наших заданий по разработке огромных теоретических проблем физиологии.

В ряде случаев помимо выше указанного, наблюдения над физиологическими процессами в эмбриональной жизни внесли много ясности в понимание этих процессов. Изучение физиологических процессов в их развитии, попытка построения истории развития функций неминуемо ставят вопрос об изучении явлений не только по группам животных, но и в период индивидуального развития

и х. Это даст еще более надежные пути для вскрытия общих закономерностей, для вскрытия возникновения процессов, их развития, для вскрытия особенностей явления на различных этапах развития и переходов от одного типа к другому.

Нами приведены были выше данные, касающиеся своеобразных особенностей ритмики гладкой мускулатуры кишечного тракта различных позвоночных животных.

Ряд исследований японских авторов и работы, начатые автором совместно с Музыкантовым, дают основание говорить о наличии особенностей в физиологической характеристике гладкой мускулатуры кишечного тракта у зародышей различного возраста и различных животных.

То же самое в отношении разобранного нами выше вопроса о секретине и топографии его у различных животных. В другом месте более подробно в специальной работе изложены данные автора¹, которые указывают на факт образования секретина в эмбриональной жизни. Причем был установлен определенный срок появления этого вещества. Так же как и в приведенной выше работе по сравнительно физиологическому анализу, в этой работе было показано, что и у зародышей позвоночных животных имеется строгая топография расположения этого вещества—секретина; было показано, что на ранних стадиях развития зародыша, напр. до 4-мес. возраста у зародыша человека, это вещество отсутствует (из приведенной выше табл. 5 видно, что секретин отсутствует у беспозвоночных животных).

Наконец, что касается подробно разработанного нами выше вопроса о типах белкового обмена, то здесь наряду с таблицей, характеризующей эти типы у различных видов животных, необходимо привести кривые из работ того же Нидгейма, вскрывающие ход процессов белкового обмена у зародыша курицы в разные дни инкубации (рис. 2). Приведенные кривые иллюстрируют со всей ясностью ту сложную картину особенностей белкового обмена на разных этапах, которая характерна для эмбриональной жизни данного вида животных.

В связи с рассмотренными выше типами белкового обмена в животном ряду является чрезвычайно важным, что в эмбриональной жизни птицы, для которой характерным является белковый обмен с выделением конечного продукта в виде мочевой кислоты, имеет место три типа белково-

¹ Koschtobjanz Ch. S., Beitrag zur Physiologie des Embryol., Pflüg. Arch., Bd. 227, H. 3, 1931.

го обмена. Здесь имеется в первые дни инкубации преобладание выделения аммиака в виде конечного продукта обмена; затем, постепенно нарастая наряду с аммиаком, в некоторый период (до 8 дней инкубации,) преобладающей формой является мочевина как конечный продукт; и только к 11-му дню наступает типичная для взрослой особи форма белкового распада, характеризующая все дальнейшее развитие и индивидуальное существование данной особи, т. е. выделение мочевой кислоты.

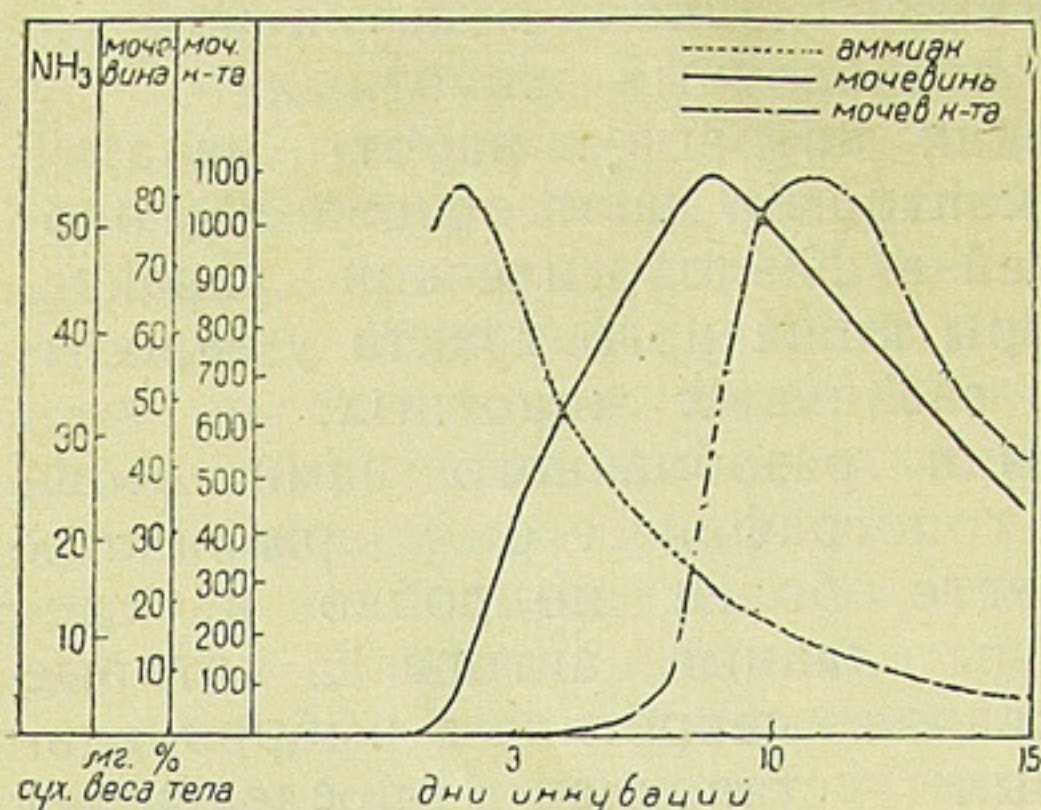


Рис. 2. Сравнительная таблица интенсивности образования различных конечных продуктов белкового распада у зародыша курицы по дням инкубации (Needham)

Кривая эта приобретает особенное значение именно при сопоставлении общей картины типов белкового обмена у различных групп животных в зоологическом ряду, которую мы анализировали несколько выше. Еще в 1913 г. проф. Штерн совместно с Бателли (Batelli)¹, работая над окислительным процессом у насекомых, установили факт сильного развития аммиака у личинок насекомых, для взрослой особи которых, как указывалось выше, конечным продуктом является мочевая кислота. Эти работы еще не углублены дальше. Детальное исследование хода белкового обмена в индивидуальном развитии насекомых (грена, личинки) должны дать важнейший материал о чертах сходства и различия в схожем по конечному продукту белковом обмене рептилий, птиц и насекомых. Таким образом разорванные единичные биохимические наблюдения по белковому обмену как над животными, так и над их зародышами становятся органической частью общебиологических выводов.

Основная группа работ по линии физиологии зародышей направлена на изучение биохимических процессов в эмбриональной жизни. В этом направлении уже имеются капитальные сводки². Достаточно полно изучены и разрабатываются в частности и у нас в СССР вопросы белкового, углеводного, жирового, солевого, водного обмена зароды-

¹ Stern Z. und Batelli, Bioch. Zeitschr., 56, стр. 35, 1913.

² Needham I, Chem. embryology, Cambridge University Press, 1931.

шей. Это имеет несомненно также крупное значение и в нашей животноводческой практике.

Однако еще очень недостаточно изучены физиологические процессы в широком смысле этого слова в зародышевом периоде. Еще только намечаются методические приемы и подступы к разработке этой сложной большой задачи. Однако уже теперь можно сказать что именно здесь заложены возможности изучения важнейших вопросов физиологии различных органов, различных систем. Совершенно ясно преимущество такого рода исследований, поскольку именно в эмбриональном развитии железы, мышцы, нервных элементов можно установить возникновение того или иного физиологического процесса, характерного для данного органа, развитие его и различных стадий этого развития. Уже сейчас имеющиеся материалы по вопросу о возникновении и развитии ферментативных процессов у различных видов животных являются надежными путями для начала исследования по вопросам физиологии секреторных клеток, а именно: процесса образования, возникновения в них секреторных элементов, ферментов и т. д. Здесь непочатый край для совместной работы гистолога, биохимика и физиолога.

Значение такого рода эмбриональных исследований отнюдь не ограничивается ролью их в деле разработки физиологических проблем в широком понимании истории развития функций.

Эти же эмбрионально-физиологические исследования имеют огромное значение с другой стороны. В таблице, приведенной нами выше, о типах обмена веществ у различных животных, указаны типы кладки яиц этих животных, способы их эмбрионального развития, водного (А) и наземного (Т) (см. таблицу 1). Конечно условия образования и выделения продуктов обмена веществ в этих обоих случаях резко отличны. При водном типе развития яйца имеются возможности выделения продуктов белкового распада непосредственно в воду и при этом не может иметь места, с одной стороны, задержка этих веществ в яйце, и с другой стороны, обеднение водой яйца за счет растворения этого вещества в воде, заключенной в самом яйце. Понятна например степень вредности аммиака, образующегося при белковом обмене, для зародыша, развивающегося в водных условиях, когда этот аммиак может растворяться в окружающей среде, а также для зародыша при наземном развитии, когда аммиак будет накапливаться в яйце.

Обратимся теперь к вопросу об образовании мочевины и

мочевой кислоты при зародышевом развитии. Вопрос этот тесно связан с водным обменом зародыша. Этот вопрос тем более важен, что одной из самых ярко выраженных констант для клеток (на различных этапах развития животного) является постоянство в составе воды в клетках различных животных, колеблющееся в пределах около 80% (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Вид позвоночных животных	Приблизительный процент воды в тканях взрослого животного и зародышей (помимо костей)	Вид позвоночных животных	Приблизительный процент воды в тканях взрослого животного и зародышей (помимо костей)
Акула	81	Саламандра	78
Форель	84	Ящерица	72
Золотая рыбка	75	Воробей	78
Лягушка	80	Курица	83
Тритон	79		

Отсюда следует, что клетки зародышей животных вне зависимости от способа их развития (водного или наземного) содержат определенное, одинаковое количество воды. В случае наземного развития основным поставщиком воды является белковый слой яйца, вода, входящая в состав которого, используется при развитии зародыша (как видно из таблицы 7, до 10-го дня развития всегда желтка почти не изменяется). Самое незначительное количество воды, заклю-

Т а б л и ц а 7

Дни инкубации	Количество воды в г			Потери воды путем испар. при 23% влажн.	Вода, получ. при сжигании желтка
	Зародыш	Желток	Белок и аммиак		
0	0	8,5	29,0	0	0
6	0,4	8,45	27,2	2,4	0,01
8	1,1	8,4	25,4	3,5	0,05
10	2,5	8,2	23,0	4,6	0,12
12	4,6	7,8	20,4	5,6	0,27
14	7,9	6,9	16,9	6,7	0,50
16	12,0	5,3	12,6	7,8	0,80
18	18,1	2,3	9,2	8,8	1,2
20	27,4	1,0	2,2	9,8	2,0

ченное в системе яйца, должно играть огромную роль в развитии зародыша (часть воды, нормально идущей на испа-

рение, очевидно тратится на счет воды желтка). Именно поэтому имеет значение вопрос — является ли мочевины или мочева кислота конечным продуктом белкового распада при наземной форме эмбрионального развития. По подсчетам Нидгема разница в количестве употребляемой воды, которая могла бы пойти на растворение мочевины или мочево кислоты в яйце, равняется примерно 2 см³, что конечно является чрезвычайно большим количеством, учитывая общее количество воды в системе яйца курицы, по отношению которой эти подсчеты сделаны. Совершенно естественно, что именно те формы имели все условия для дальнейшего выживания и развития, у которых при зародышевом развитии преобладающей формой было выделение мочево кислоты как конечного продукта, что влекло за собой в силу физикохимических свойств этого вещества минимальную затрату воды на его растворение в сравнении с мочевиной.

Отсюда—глубокая связь между типом эмбрионального развития и типом обмена веществ у взрослой особи данной группы животных. Однако и здесь остается ряд крупных открытых вопросов. Сюда относятся вопросы о переходных формах, в частности тип обмена у однопроходных, как это мы указывали выше в отношении ехидны.

Таблица 7 показывает, что при инкубации яйца курицы заметно падает состав воды в окружающих зародышевых слоях. Причем основное количество воды теряется именно белковой оболочкой. Таким образом вопрос о снабжении водой яйца наземных животных решается внутри самого яйца.

Этот сам по себе казался бы простой факт очень глубоко ставит вопрос об эволюции не только типов кладки яиц и форм эмбрионального развития (водного и наземного), но и в отношении наземных форм ставит вопрос об эволюции яйцепроводящих путей, об эволюции морфологических структур, связанных с образованием яйца, со снабжением его достаточным количеством воды для развития зародыша.

Не без основания английский биолог Грей (Gray)¹, из работы которого мы и приводим 2 последних рисунка, указывает на возможность образования яйцепроводящих путей современных наземных форм от имеющих снабженные железистой тканью яйцепроводы рыбоводных предков их. В указываемой работе приводятся различные яркие по

¹ Gray J., The Role of water in the evolution on the terrestrial Vertebrates British Journ. of experiment. Biology, vol. VI, 1928.

краскам формы снабжения водой развивающихся яиц при наземной форме развития, начиная от выделения воды отдельно от яйца и кончая сложной системой яйца у птиц.

В этом разрезе и вопросы водного обмена из узко физиологических становятся биологическими. Сюда же надо отнести и в этой плоскости нужно рассматривать работы упомянутого нами Грея, показавшего особенности кожных покровов рыб, земноводных и наземных рептилий, под углом зрения вопроса об эволюции водного обмена у животных. Мы приводим кривые из работ Грея, которые со всей ясностью подчеркивают своеобразные черты свойств проницаемости кожи для воды земноводного тритона и ящери-

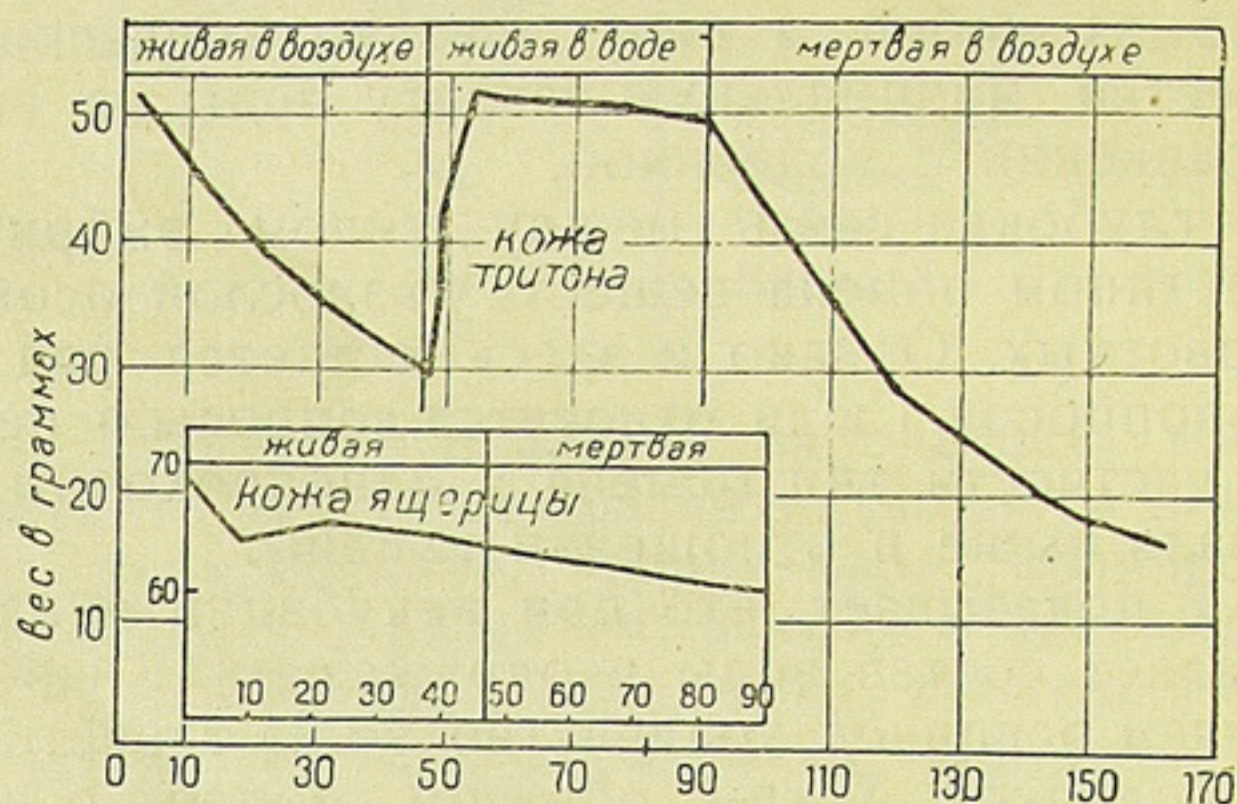


Рис. 3. Потеря в весе на воздухе и увеличение его в воде у земноводных и наземных животных сравнительно (из Gray'я).

цы (рис. 3). Опыт показывает, что потеря в весе на воздухе и увеличение в весе при опускании в воду особенно интенсивно проходит у рыб и земноводных (лягушка, тритон и саламандра) и происходит чрезвычайно медленно и незаметно выражено у сухопутной рептилии — ящерицы. Кожей ящерица очень мало теряет воды на воздухе и чрезвычайно мало абсорбирует воду ею. Очень важно, что именно эти рептилии — наиболее ранний тип позвоночных с ярко выраженным заглатыванием воды через желудочно-кишечный тракт. Известно, что амфибии не пьют воду; вода имбибируется по всей поверхности их тела. Эти данные позволяют по праву Грею сделать заключение о том, что „приобретение кожи, которая сравнительно непроницаема для воды, имело место позже, а не до происхождения первых земноводных типов“ и что „возможность возникновения земных форм вдали от воды стала возможной, как только

взрослые организмы получили кожу, сравнительно непроницаемую для воды“.

Кривые рис. 4, иллюстрирующие данные физиологического эксперимента о потере воды в граммах у животных с кожей и без кожи, сходжение кривых, касающихся тритона с кожей и ящерицы без кожи, включают физиологический эксперимент в разработку общих биологических проблем. На этом пути еще много чрезвычайно увлекательных и мало разработанных задач. Здесь пути разработки вопросов истории развития функции. Физиологический эксперимент в указанном направлении, возможно широкое сравнительно физиологическое изучение сходства и различия в физиологических процессах в богатом многообразии животного мира, наконец изучение физиологии и биохимии в зародышевом развитии должны быть тем материалом, на основе которого может быть построена сравнительная физиология в глубоком понимании этой науки, именно в том понимании, которое вкладывал в нее наш учитель Энгельс.

В одном из замечательных писем к Марксу от 14 июля 1858 г., т. е. за год до появления „Происхождения видов“, Энгельс писал: „Я сейчас занят физиологией и к ней присоединяю еще занятия сравнительной анатомией... Главное, благодаря чему произошел переворот в физиологии и благодаря чему стала возможной сравнительная физиология,—это открытие клетки, открытие, которое в растениях сделал Шлейден, а в животных организмах—Шван (приблизительно в 1836 г.)... Изучая сравнительную физиологию, начинаешь от всей души презирать идеалистическое возвеличение человека над всяким прочим зверьем. На каждом шагу носом натыкаешься на полнейшее совпадение строения человека с строением остальных млекопитающих, и в основных чертах совпадение есть у всех позвоночных и даже несколько менее резко можно проследить на насекомых, червях и т. д. Гегелевская история с качественным прыжком в количественном ряде здесь тоже очень подходит. В конце концов, доходя до самой прими-

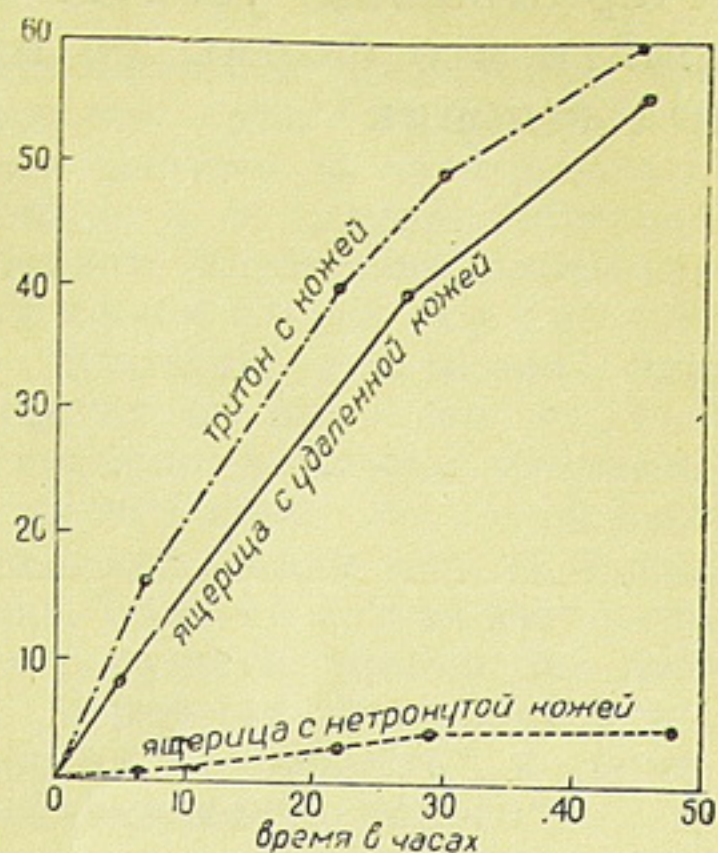


Рис. 4. Потеря воды тритоном и ящерицей сравнительно (с кожей и без кожи) (из Gray'я).

тивной инфузории, приходишь к первобытному типу — к простой самостоятельно живущей клетке“.

Задачи восстановления генеологического развития функций в их возникновении, развитии и переходах, становятся неотложными, так как: „Для того, чтобы действительно исчерпывающе узнать, что такое жизнь, мы должны бы пройти все формы ее проявления от самых низких до самых высших“¹.

¹ Ф. Энгельс, Анти-Дюринг, Гиз., 1923, стр. 72.

....развитие как уменьшение и увеличение, как повторение и развитие, как единство противоположностей, (раздвоение единого на взаимоисключающие противоположности и взаимоотношение между ними). При первой концепции движения остается в тени, с а м о д в и ж е н и е, его д в и г а т е л ь н а я с и л а, его источник, его мотив (или сей источник переносится во вне — бог, субъект etc.). „При второй концепции главное внимание устремляется именно на познание источника самодвижения“. „Первая концепция мертва, бедна, суха. Вторая — жизненна. Только вторая дает ключ к „самодвижению“ всего сущего; только она дает ключ к „скачкам“, к „перерыву постепенности“, к „превращению в противоположность“, к уничтожению старого и возникновению нового“

Л е н и н.

Выше мы указывали на то огромное значение, которое имеет для дальнейшего развития физиологических исследований разработка проблем, входящих в этот круг под знаком теории развития, под знаком истории развития физиологических процессов. Мы старались показать это в настоящей книге. Эта задача однако теснейшим образом связана с актуальными проблемами самой теории развития. Мы хотели бы в заключение лишь поставить несколько вопросов, которые неминуемо возникают перед нами в связи с постановкой ряда конкретно физиологических вопросов и попытки анализа их в свете истории развития.

Северцев, один из крупнейших работников в области разработки эволюционного учения, перечисляя задачи исследования в области эволюционных проблем, называет третью задачу, которая им формулирована следующим образом: „Наконец третьей основной задачей представляется история эволюции физиологических и биологических особенностей организмов, что представляет быть может самую трудную сторону филогенетического исследования (разрядка моя. Х. К.). Филогенетическое исследование, понимаемое таким образом, в своем конечном результате должно дать нам по возможности полную и разностороннюю историю жизни на земле¹.“

¹ Северцев А., Современные задачи эволюц. теории, Москва, 1914.

Другой крупный современный сравнительный морфолог англичанин Уотсон (Watson)¹ в своей недавней крунианской лекции, посвященной эволюции происхождения амфибий, высказывается следующим образом: „Возможно рассматривать эту проблему как проблему чисто формальной морфологии и установление серии стадий, которые показывают промежуточные стадии между типичными структурами рыб и структурой гомологичных органов амфибий и в этом видеть разрешение вопросов. Такие исследования, хотя они образуют необходимый фундамент для дальнейших исследований, теперь удовлетворяют очень немногих; центр интересов перешел из структуры в функцию и всех привлекает проблема, сосредоточенная в попытке понять условия, при которых произошла трансформация, и понять процесс, при помощи которого механизм животного был так глубоко изменен, оставаясь в то же время работающим целым“.

Уотсон конечно не понимает глубокой важности вопроса разработки проблем истории развития функций, неразрывно наряду в органической связи с историей развития форм. В этом конечно характерное для того пути, по которому должны идти наши исследования. Однако его высказывания в значительной степени отражают реакцию на одностороннее морфологическое исследование проблем развития и приковывают внимание к необходимости построения историй организмов с выяснением важных и сложных проблем возникновения, развития и смены функций на различных этапах органического мира.

Задачи физиологии в разработке эволюционных проблем конечно не могут быть сужены до пределов вспомогательных работ к основным морфологическим исследованиям, как это пытаются представить иные, хотя конечно физиологический контроль при установлении явлений аналогии и гомологии органов при сравнительно морфологических исследованиях представляется на сегодняшний день назревшей задачей. Уже имеющиеся работы в этом отношении говорят о том огромном значении, которое приобретают физиологический подход к решению этого круга вопросов, являющихся немаловажными при разработке проблем сравнительной морфологии. Несколько выше мы указывали на огромную группу вопросов, поднимающихся именно для такого сравнительного морфо-физиологического исследования, касающегося эволюции яйцепроводящих путей в связи

¹ Watson M. D. S., The evolution and origin of the Amphibia, Philos Trans. of the Royal Soc. of London, Ser. B, V, 214, стр. 189—257.

с физиологией зародышевого развития в связи с вопросами водного обмена и водных и наземных форм животных.

Кроме того здесь достаточно указать на новые работы Бьютчера (Butcher)¹, который точными методами физиологического эксперимента и контроля дает решающий ответ на спорный до сих пор для морфологов вопрос о природе околоневральных желез асцидий, дав последовательный ответ на гомологию этого органа в свете истории развития гипофизарной железы. Но это, повторяю, только частные вопросы, которые возникают в связи с общей постановкой и для сегодняшнего дня являются важными, поскольку видимо отсюда нужно начинать при построении самой основной задачи — разработки проблем истории развития функции.

Правда, в этой плоскости стоят насущные задачи самой физиологии, ибо постановка вопросов истории развития функций должна будет выдвинуть самостоятельные проблемы об аналогии и гомологии в кругу физиологических явлений. Это те вопросы, которые должны стоять в деле дальнейшей разработки эволюционной физиологии.

Далее задачи разработки проблем истории развития функций особенно остро должны стоять перед физиологами, поскольку они упираются в общие вопросы о природе физиологического совершенства. Вопреки мнению Укскюлля (Uexküll), который считает, что биология является учением о целесообразности организмов, в то время как физиология есть наука о физиологических и химических причинах в живых телах мы должны разрабатывать физиологические проблемы именно в связи с разработкой проблем целесообразности физиологических отправления в органическом мире, вскрывая пружины этой целесообразности, лежащей в самой природе, раскрывая историю возникновения и развития их.

Тимирязев в упомянутой выше работе „Исторический метод в биологии“ достаточно ярко выставил именно эту сторону стоящих перед физиологией задач. Мы читаем у Тимирязева: „Точно так же очевидно, что и физиологическое совершенство, непонятное как непосредственно приобретенное за период индивидуального развития, может быть понятно как наследие несметных веков исторического процесса“ (разрядка моя. Х. К.).

¹ E. Butcher, The pituitary in the ascidians, Journi. of experim. Zoology, vol. 57, 1930.

Эти огромной важности вопросы прежде всего упираются в правильное понимание принципов филогенетического изменения функций организмов. Между тем в этом направлении до самого последнего времени мы не имеем достаточно последовательно проведенных попыток, мы не имеем правильно решенного вопроса. Несмотря на то, что эволюция органических форм в значительной степени в узловых моментах связана не только с изменениями структур, но совершенно естественно с крупными изменениями функций этих организмов,—оторванная от функции разработка изменения структур характеризовала в основном направление филогенетической мысли до самого последнего времени, хотя имелись огромной силы отдельные попытки дать анализ трудного вопроса о смене функций в процессе развития животных.

В числе таких попыток мы должны отметить сформулированный Дорном (Dohrn) в 1875 г. принцип смены функций (*Das Prinzip des Funktionswechsels*).

Согласно этому принципу:

„Durch Aufeinanderfolge von Funktionen, deren Träger ein und dasselbe Organ bleibt, geschieht die Umgestaltung des Organs. Jede Funktion ist eine Resultantecaus mehreren Componenten, deren Eine die Haupt-oder Primärfunktion bildet, während die Andern Neben oder Secundärfunktionen darstellen. Das Sinken der Hauptfunktion und die Steigerung einer Nebenfunktion ändert die Gesamtfunktion; die Nebenfunktion wird allmählich zur Hauptfunktion, die Gesamtfunktion wird eine andre, und die Folge des ganzen Prozesses ist die Umgestaltung des Organs.

(„Путем последовательной смены функций, носителем которых остается один и тот же орган, совершается превращение органа. Каждая функция является результирующим из нескольких слагаемых, из которых одно есть главная или первичная функция, тогда как остальные представляют собой добавочные или вторичные функции. Снижение главной функции и повышение той или другой добавочной функции изменяет общую функцию; прибавочная функция становится постепенно главной функцией, общая функция становится иной и следствие этого процесса в целом есть превращение органа“.)

Дорн пытался на ряде примеров, исходя из этого принципа, дать анализ смены функции, важных вопросов смены форм дыхания, движения и т. д. В дальнейшем поставленная Дорном проблема смены функции получила соответствующее развитие главным образом в работе школы Северцева, а также Плате и Клейненберга. Принцип Дорна, вскрывающий глубокую связь между формой и функцией

органа, учитывающий различные стороны проявления функций этого органа, их взаимоотношения, наиболее полно к сегодняшнему дню намечает пути для дальнейшего анализа. Именно из этих моментов связи между формой и функцией, различной направленности функциональных отправлений данного органа, взаимоотношение между ними, изменение отдельных сторон функций в ту или другую сторону и связанные с этим изменение в структуре органа и ряд других неразвернутых в принципе Дорна сторон должны стать в значительной степени предметом ближайших исследований.

Северцев, подводя в одной из своих работ итоги „о числе типов или признаков филогенетического изменения, строения и функций органов животных“, перечисляет следующие типы или принципы: 1) тип интенсификации функции; 2) тип расширения функций (Плате); тип сужения функции (С. А. Северцев); 4) тип смены функции (Дорн); 5) тип субституции органов (Н. Клейненберг); 6) тип физиологической субституции (В. М. Федотов); 7) тип субституции функции и 8) тип закрепления фаз.

Ряд этих подходов, а именно расширения функций (Плате) или тип сужения функций (Северцев-сын) или даже тип субституции функции, не полно, не глубоко, бедно и сухо ставит вопрос об огромных задачах понимания возникновения, развития и переходов в истории развития физиологических отправлений. На пути этом предстоит еще огромная работа. Ленинская концепция о двух путях развития конкретно вскрывает правильные пути для действительного понимания этих сложных проблем, одновременно давая оценку ряда „мертвых“, „бедных“, „сухих“ концепций развития.

Диалектико-материалистическая разработка проблем развития органического мира и в этом общем плане проблем истории развития функций делается тем более острой и необходимой потому, что уже имеются попытки откровенно-идеалистической трактовки именно этих вопросов.

Так, ученик Укскюлля—Брок (F. Brock) в своей специальной работе, озаглавленной „Die Orientierung höherer Krebse im Beutefelde als Beispiel einer idealistischen Funktions plan-typologie“ пытается, идя путями идеалиста А. Мейера (A. Meyer), развернувшего программу идеалистической типологии в биологии, дать идеалистическую концепцию понимания развития функций.

Физиология, ставя эти задачи перед собой, должна в корне изменить подходы к решению физиологических проблем. Трудности на этом пути большие. Должны быть расширены и углублены подходы к решению физиологических про-

блем во всем комплексе стоящих вопросов в филогенетическом и онтогенетическом развитии животных, как это отчасти намечено нами выше. Перестроиться нужно не только методически (правда, и в этой области в частности изучение вопросов физиологии зародышей, как указывали мы выше, требуется длительная, глубокая работа). Перестройка должна идти по линии направления самой тематики. Мало того, перед физиологией в плоскости решения поставленных выше задач стоит безотлагательно задача более тесной органической связи с морфологией (с сравнительной анатомией, с эмбриологией и сравнительной гистологией). Наконец новые задачи ставят вопрос о связи с такими, казалось бы, далекими областями, как палеонтология и в особенности геохимия. Ряд палеохимических проблем тесным образом связаны с насущными вопросами, спорными вопросами физиологии. Возьмем например вопросы о смене дыхательного пигмента у животных (содержащих медь или железо) или еще ярче вопрос об осмотическом давлении жидкостей тела, солевого состава их, и связанная со всем этим проблема осморегуляции животных. Эти вопросы конечно могут найти правильное объяснение при таком глубоком подходе. Ибо широко распространенное сравнение солевого состава крови животных с морской водой грешит именно тем, что прежде всего не ставит вопроса об истории организмов и истории самой морской воды. На этом следует впрочем остановиться отдельно и подробно. Уже ряд работ в этом направлении (Massallum¹, Самойлов Я. В.²) дал важнейшие указания о большом значении связи физиологии, казалось бы, с такими отдаленными областями, как область геохимических наук. Но на этот путь неминуемо должен стать всякий, кто ставит перед собой задачу изучения истории развития функций в животном мире. Богатейшие залежи палеохимических фактов должны быть немаловажным аргументом в руках исследователя вопросов возникновения, развития и переходов различных типов физиологических процессов в органической природе. Особенно разработка физиологических проблем нуждается в этих связях, ибо исследования об узловых моментах появления новых типов функциональных отправления (осморегуляция, дыхание, пищеварение, водный обмен и т. д.) тесным образом связаны с глубоким пониманием истории земли.

¹ Massallum A. B., The Paleochemistry of the Fluids and Tissues. *Physiol. Reviews*, vol. VI, 1926.

² Самойлов Я. В., „Биолиты“, сборник статей, изд. НТУ ВСНХ, 1929, Ленинград.

Наконец физиологи, ставя перед собой все эти ответственные задачи, должны суметь суммировать огромные достижения в деле изучения и овладения физиологическими процессами в животном мире, ежедневно и ежечасно накапливающиеся в практике поисковых работ по линии социалистического сельского хозяйства.

В этой перестройке залог дальнейшего развития самой физиологической науки в деле действительно научной разработки ее проблем; залог действительного обслуживания физиологической наукой крупнейших задач нашего строительства и нашей идеологической борьбы.

Редактор Б. Д. Морозов

Техредактор С. И. Безлопатов

Сдано в набор 4/VIII 1932 г.

Подписано к печати 4/XII 1932 г.

Медгиз 415 МД 14

Печ. листов $3\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$

Формат $82 \times 110/32$

Печ. зн. в 1 л. 41.216

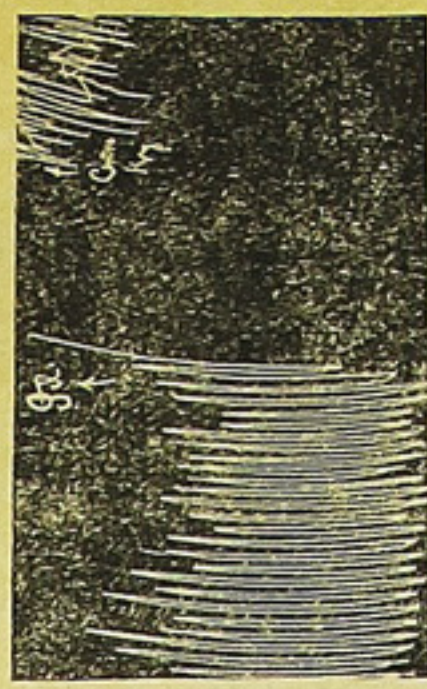
Уполномоченный Главлита Б—24.776

Заказ 160

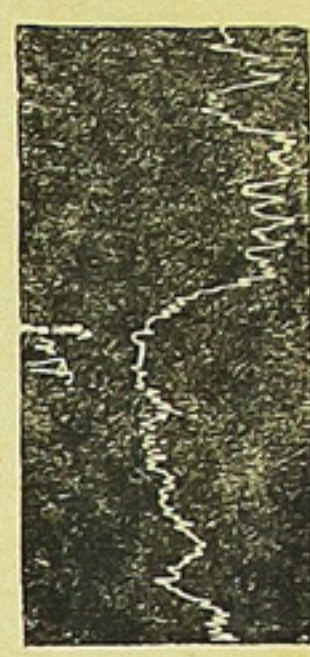
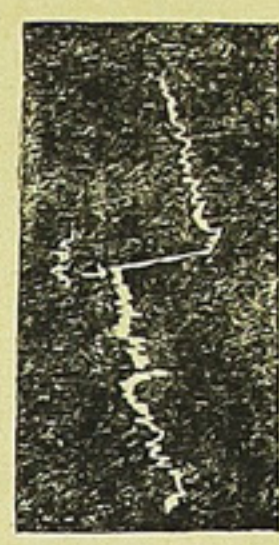
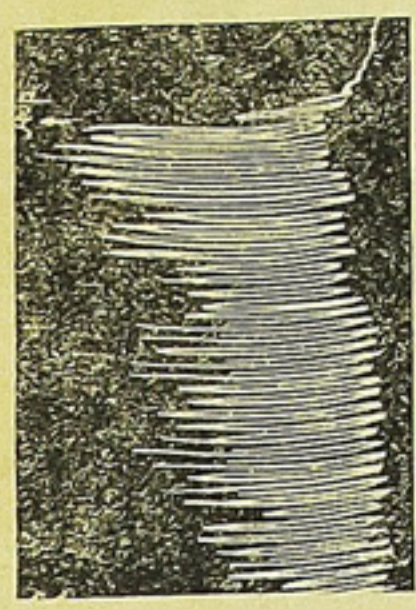
Тираж 1.500

Тип. Госиздата ССР Армении. Москва, Армянский, 2.

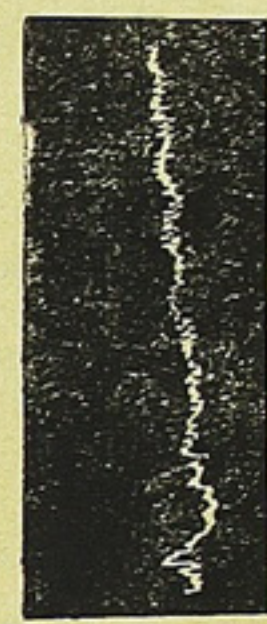
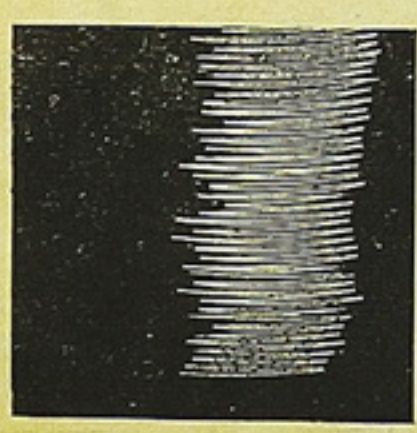
Пилокарпин



Адреналин



Нормальное сокращение



КРОЛИК

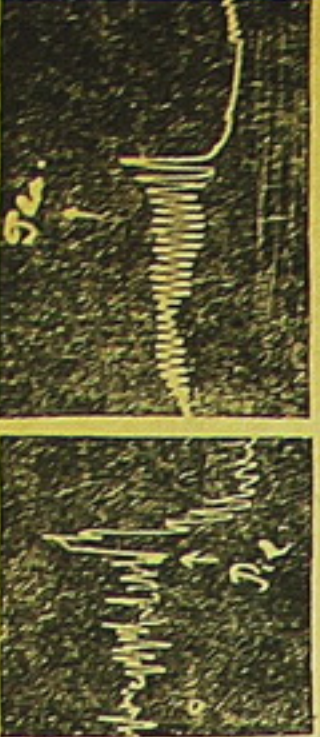
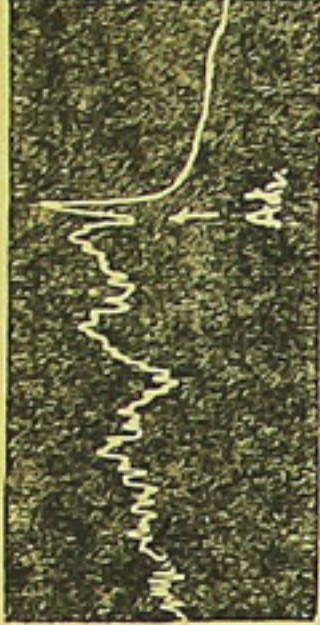
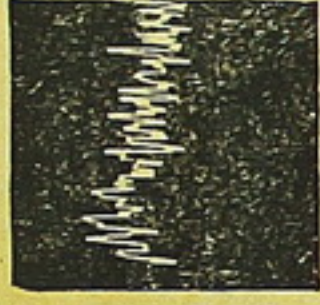
СВИНЬЯ

ОВЦА

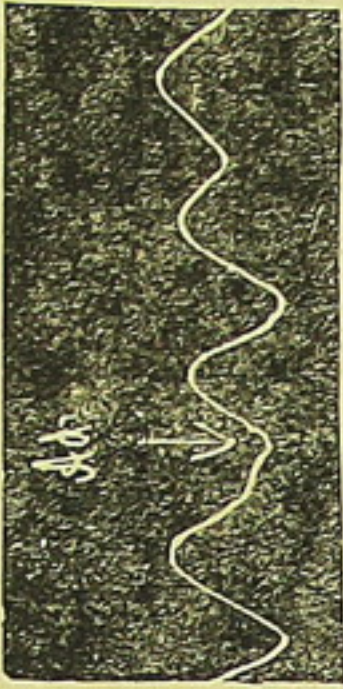
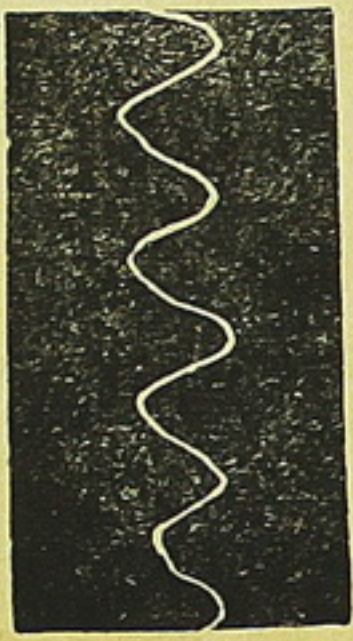
КУР



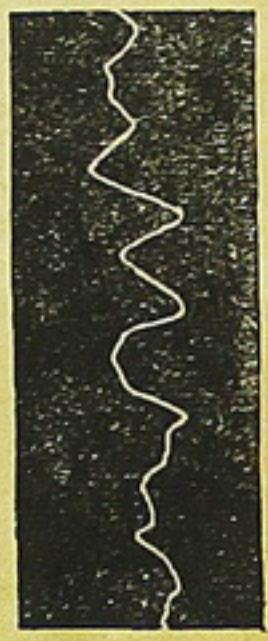
ГОЛУБЬ



ЛЯГУШКА



КАРАСЬ



Фотографии кривых гладкой мускулатуры кишечника различных животных и реакции на адреналин и пилокарпин у них (из работы Х. Коштоянца, В. Мужеева, Е. Юдиной).

[50p.]

$\frac{P}{1638690}$