

БИОЭНЕРГЕТИКА * — ОСОБАЯ ЛИ НАУКА?

В отечественной науке всегда были сильны традиции по определению классификационного положения многочисленных подразделений биологии. Отсутствие ясности в определении научного направления в системе смежных дисциплин создает недоразумения и путаницу, непонимание существа проблемы, лишние дискуссии. Последние длятся порой годами (например, зоогеография и геозоология), а в результате недоговоренности между учеными об общих понятийных представлениях возникают дополнительные сложности в решении и без того весьма не простых биологических проблем. На эту сторону недавно обратил внимание Ю. И. Чернов (1984).

В последнее время одной из таких «горячих точек» оказалась биоэнергетика. Отстаивая самостоятельность научного направления, ученые обычно стремятся приводить аргументы в пользу повышения ранга защищаемого направления. К этому побуждают не только обычная в подобных случаях пересоценка роли той научной области, которой занимаешься сам, но и реально существующее «научное тщеславие». Я здесь буду делать все наоборот — понижать уровень ранг биоэнергетики.

Поводом к размышлениям на эту тему послужила рецензия В. Р. Дольника (1984) на мою книгу (Пантелеев, 1983). Рецензент, считая биоэнергетику самостоятельной экспериментальной наукой, решил защищать ее от вторжения экологов. По этому автору, биоэнергетика представляется монопольным уделом немногих, что в принципе неверно, а в перспективе вредно для развития териологии. В одном месте автор рецензии противопоставляет биоэнергетиков, как ученых более организованных, физиологам, медикам, животноводам. Таким образом, биоэнергетика преподносится как научная дисциплина одинакового уровня с физиологией, медициной, животноводством и, очевидно, экологией (поскольку последняя занимает тот же уровень, что и физиология) — то есть крупнейшими подразделениями биологической науки.

Каков же действительный уровень ранг биоэнергетики? Особая ли это наука класса физиологии, медицины, животноводства? Каждая претендующая на самостоятельность научная дисциплина должна иметь свой предмет, оригинальный метод познания и кадры, специально обученные заниматься этой дисциплиной.

Имеет ли биоэнергетика свой предмет? Предметом биоэнергетических исследований может быть клетка, организм, популяция или целый биоценоз. Уже 30 лет существует биоэнергетика как отдельная отрасль биохимии, изучающая трансформации энергии в клетке (Николс, 1985). Исследованием трансформации энергии в целом организме занимаются физиологи. Если эти работы проводятся на сельскохозяйственных животных, то к физиологическим исследованиям могут привлекаться ученые-животноводы, а изучение энергетики человека нередко проводят медики. В случае проведения биоэнергетических исследований на диких животных к физиологическим работам привлекаются экологи. «Энергетика животного организма занимает видное место в теоретических исследованиях как экологов, так и физиологов, создавая тем самым мост между этими двумя мощными разделами биологических наук» (Слоним, 1982, с. 105). Моя книга посвящена экологическому анализу энергетики млекопитающих на организменном уровне. Это, если угодно, по аналогии с аутэкологией, аутэнергетика млекопитающих.

Изучением отдельных популяций, а также сообществ видов в конкретном биотопе с точки зрения проходящих через них потоков энергии («синэнергетика») занимались европейские териологи под руководством польского академика К. Петрусевича. В. Р. Дольник причленяет его

* Слово «биоэнергетика» введено в науку биохимиком А. Сцент-Дьердьи в 1956 г. Им стали называть новое научное направление, исследующее молекулярные преобразования в митохондриях клетки. Но случилось так, что это слово было подхвачено общей «макробиологией».

к стану биоэнергетиков, но сам Петрусеви́ч считал себя экологом, как и многие специалисты из Польши и Чехословакии, которые выполняли указанные исследования.

Биоэнергетика не имеет и специфического метода исследований. Она пользуется определенными биохимическими и физиологическими методами и лишь результаты исследований интерпретирует под специальным углом зрения. Нет в биоэнергетике и специфически подготовленных кадров. На уровне клетки ею занимаются биохимики, а не более высоких уровнях, с одной стороны, физиологи, с другой, — экологи.

Если бы наука доказала тот энергетический эффект, о существовании которого говорят пока только экстрасенсы, можно не сомневаться, что биоэнергетика вышла бы на широкую дорогу, стали бы разрабатываться специфические методы исследования этого «предмета», появились бы не только кафедры и отделения, но, вероятно, и специальные институты. Скорее всего нам пришлось бы уточнять свою терминологию, подобно тому, как это приходится делать с экологией (Шилов, 1981; Голубец, 1985).

Современная же биоэнергетика — это всего лишь научный подход, постановка специфических физиологических задач и их решение в определенном аспекте. В этом отношении примечателен следующий факт. Крупный английский биолог Дж. Эллиот в рецензии на книгу «Физиологическая экология» (1981), в которой рассматриваются аспекты получения и использования энергии животными, указывает, что в названии книги следовало бы использовать слово «энергетика» (Elliott, 1983). Из этого ясно видно, что и по мнению зарубежных ученых, понятия физиологическая экология и биоэнергетика близки. На уровне главы биоэнергетика рассматривается и в современных курсах физиологии (см., например, Основы физиологии, 1984). Такая область как нейрофизиология, вероятно, более обособлена от классической физиологии, чем биоэнергетика, тем не менее, наряду с наличием специальных организационных форм (чего нет для биоэнергетики) и специфических публикаций, обычно она рассматривается в общих курсах физиологии животных.

Но и биоэнергетика имеет свою специфику. Состоит она в том, что одна часть задач должна решаться в экспериментальных условиях, возможно более точными стандартными методами. Решают ее физиолог-экспериментаторы, ученые, так сказать, лабораторного, кабинетного (в хорошем смысле) типа. Однако поскольку объекты изучения, в частности млекопитающие, живут, потребляют и расходуют энергию далеко не в стандартных условиях, возникает вторая группа задач, решение которых является не менее интересным и важным. Эту группу задач лабораторные физиологи решают уже не в состоянии, их решают те, кто хуже чувствуют физиологические величины, но зато лучше знают само животное и тонкости его жизни в природе — экологи.

В связи со всеобщей экологизацией науки проводить экологические исследования стало модным. Поэтому изучение физиологической функции какого-нибудь органа, например, в два сезона, у классических физиологов уже считается экологической работой. Потому и собирают всесоюзные конференции по экологической физиологии сотни специалистов. Однако хорошо знать жизнь млекопитающих в природе и одновременно освоить тонкости физиологических методов исследования удастся немногим. Поэтому пока мало ученых, которых не по участию в конференциях, а по профессионализму проводимых исследований можно считать экологическими физиологами. И даже лучшие из них, пришедшие на стык наук из разных отраслей, остаются в основе верными своему образованию. Поэтому лабораторным физиологам понятнее А. Д. Слоним, а экологам ближе Н. И. Калабухов.

Вследствие явного недостатка специалистов по экологической физиологии ряд проблем названной нами второй группы задач остается нерешенным. Одну часть этих проблем берутся решать лабораторные

физиологи, другую — приходится ставить перед собой полевым экологам. Проблеме именно этой части посвящена и моя книга, о чем свидетельствует ее подзаголовок. Возможно, если бы книгу об экологической биоэнергетике млекопитающих написали специалисты обеих изучающих ее отраслей знания — физиолог и эколог, она могла бы быть лучше. Но ведь, например, у Н. И. Калабухова и А. Д. Слонима за всю их долгую жизнь в науке нет ни одной совместной работы. Что-то же мешает экологу и физиологу объединиться?

А мешают известные споры между лабораторными полевыми специалистами. Эти споры начались, по крайней мере, после возвращения Дарвина из путешествия на «Бигле». К этому типу спора относится известное выступление П. Шоландера (1955) против бергмановского правила, так что Э. Майру (1956) пришлось примирять Шоландера с правилом Бергмана. Физиологи, привыкшие работать в строгих стандартных условиях, обвиняют экологов (проникающих в физиологию), что те работают ненадежными методами, а экологи, в свою очередь, обвиняют физиологов в отрыве от среды.

Процесс усложнения физиологических экспериментов неизбежно приведет к разделению экспериментальной и теоретической мысли. И нет сомнений, что многие физиологические результаты без экологического мышления трудно будет правильно объяснить. Но, как видно из рецензии В. Р. Дольника, биологи психологически не готовы еще к этому. Между тем, в териологии накоплено огромное количество физиологических фактов, нуждающихся в теоретическом осмыслении. И можно написать не одну монографию по опубликованным данным, сделав, может быть, ограниченное число проверочных экспериментов. Обрушивать на авторов за это гнев как за вторжение со стороны, — значит заранее сдерживать нашу науку в рамках эмпиризма.

Уровни физиологической и экологической науки в настоящее время таковы, что их следует не противопоставлять друг другу, а стремиться к их сближению. От этого выиграют обе отрасли знания. К сожалению, этому сближению мешает «груз» специального образования. Кабинетному физиологу кажется невероятным измерение температуры только что пойманного зверька прямо в руках ртутным термометром. А с точки зрения эколога, это нормально. Эколог, понимая, что условия измерений разных параметров у разных авторов не одинаковы, не станет объединять даже одни виды в общую таблицу, чтобы у читателя не возникло желаний на неправомерные сравнения. Физиолог же требует не только объединения таблиц, но и приведения всего цифрового материала к единой системе, если даже различия при этом, вследствие разных методик, сказываются на порядке величин. Экологу подобная мания унифицирования во имя «чувства величины», но в ущерб «чувству среды» и здравому смыслу, совершенно непонятна. У эколога, «чувствующего» землю, рука не поднимается писать какую-либо удельную размерность на 1 кг массы тела, поскольку чтобы набрать 1 кг землероек, их надо иметь не менее 100 особей, в то время, как обычно в биоэнергетических задачах довольствуются единицами зверьков. При столь небольших выборках представлять средние на единицу массы, во много раз превышающие массу всей выборки, по правилам статистики просто неграмотно.

Для тех, кто признает только лабораторную биоэнергетику, недопустима даже сама мысль, что есть смысл отличать состояние, в котором нам «жарко», от состояния, в котором нам «холодно» (только не нам, а зверькам, и не состояние, а реакцию). Между тем, в руководстве по **экологической** физиологии терморегуляторные адаптации к холоду и жаре рассматриваются в **разных** главах (Экол. физиол. животных. 1982). Кабинетный биоэнергетик не может оценить полезность выделения экологического показателя интенсивности химической терморегуляции в отличие от физиологического показателя. А трактуется это В. Р. Дольником как неумение находить нижнюю границу термоней-

тральности (?). Многие физиологи отвергают модель Янского, принципиальное отличие которой от принятой во всех физиологических учебниках модели Джелинео только в наличии отрицательного пика вблизи верхней критической температуры. Но ведь отрицательная флюктуация кривой действительно обнаруживается, и, с точки зрения эколога, она имеет большое значение, поскольку при этом включается так называемая вторая химическая терморегуляция. Физиологам же отрицательный пик создает помехи в стандартизации полученных данных; поэтому они договорились его сглаживать. В ранних работах А. Д. Слоним (1966) приводил эту «яму», но затем стал следовать общей договоренности физиологов.

Кабинетному экспериментатору, работающему в стандартных условиях лаборатории, сравнительно-экологический анализ физиологических данных разных авторов представляется ненадежным. Он считает, что если одни авторы работали со зверьками в замкнутых камерах, а другие в иных условиях, то уже невозможно сравнивать полученные данные. Но существующие требования к точности физиологического эксперимента нельзя переносить на требования к точности экологического анализа. Ибо с повышением уровня организации жизни от клеточного до популяционного степень точности наших исследований неизбежно понижается. Но и у экологов есть свои способы сохранения уровня «физиологической точности» полученных данных. Так, в «Биоэнергетике мелких млекопитающих» мной широко использован способ сравнений «внутри себя». Что из того, что Пирсон и Понугаева работали в замкнутых камерах. Ведь показатели сняты у зверьков в покое и при работе в одних и тех же внешних условиях, в одних и тех же камерах. Так же сравниваются данные изменения температуры тела по измерениям из одного и того же источника. То же относится к изменению показателя потребления кислорода (см. Пантелеев, 1983, табл. 26), а когда в этой таблице нужно сравнивать данные по вертикали, т. е. по разным источникам, они приводятся в процентах. Это еще один способ сохранения уровня физиологической точности при экологическом анализе. С каких пор представление данных в процентном выражении стало «нелепым»?

Можно ли полагаться на оценку надежности — ненадежности данных, не зная работ, в которых имеются эти данные. Об этом свидетельствует небрежное упоминание автором рецензии книжки «о лошадях» Карлсена как «источника совершенно не надежного». Между тем, это не книжка о лошадях, а 5-томное энциклопедическое издание «Книга о лошади», в котором Г. Г. Карлсен — автор лишь небольшого раздела. Что касается «сказочности» данных Карлсена о максимальном потреблении кислорода, в 51 раз превышающем базальный уровень, то и в классической биоэнергетической работе (Brody, 1945, с. 388) — источнике, по-видимому, надежном — приведенные цифры в 53—115 раз больше этого уровня.

С целью ограждения биоэнергетики от экологического вторжения рецензент не стесняется использовать недозволённые приемы. Так, в рецензии указано: «Автор утверждает, что мелкие животные тратят на жизнеобеспечение относительно меньше энергии, чем крупные (такой закономерности нет в природе), и в качестве подтверждения цитируем Шварца...». Подобной закономерности в природе действительно нет. Но рецензент все поставил с ног на голову (сознательно или случайно — это на его совести). И из приведенной цитаты Шварца ясно (см. Пантелеев, 1983, с. 11), и на протяжении всей книги утверждается прямо противоположное: мелкие млекопитающие тратят относительно **больше** энергии. Далее, на с. 49 моей книги написано: «Поглощением кислорода наряду с «калорийным показателем» оценивается интенсивность обмена (метаболизм)». В рецензии это процитировано так: «Поглощение кислорода наряду с «калорийным показателем» оценивается интенсивностью обмена» (?!). Далее противопоставляется «самостоятельно составленные» мною табл. 25 и 26 как «нелепые и неинформативные» заимствованной (значит, правильной) табл. 19. А в табл. 26 из 10 граф

восемь представлены «в общепринятой форме», и лишь две последние графы добавлены в процентах. В табл. 40 коэффициенты усвоения корма даются в процентах, поэтому не важно усвоение по массе или по энергии. Рецензент не пожелал сделать вывод, что масса и энергия перепутаны. Тут же отмечается, что клетчатка у жвачных переваривается с помощью низших организмов, правда не поясняется, как обстоит дело у полевок и свиньи (мы не допускаем мысли, что их посчитали жвачными). В правильной цитате рецензии не ясна только последняя фраза, специально вносящая недоверие к приведенным данным. Что собственно должно смущать? Уж не хотел ли рецензент, чтобы в таблицах об усвоении клетчатки травоядными делались реверансы в сторону микроорганизмов? Кстати, биоэнергетики измеряют потребление воздуха, а пишут кислорода. Это никого не смущает.

Далее в рецензии при аргументации некомпетентности эколога в вопросах биоэнергетики отмечается, что «в биоэнергетике важна терминологическая ясность» (мы полагаем, что она важна во всех научных дисциплинах), и перечисляется 17 различных размерностей как показатель «ералаша». Прежде всего здесь сознательно нарушается «терминологическая ясность», т. к. все 17 размерностей называются «мощностью». Между тем, в этом ряду есть и показатели интенсивности метаболизма, и теплопроводности, и другие. Но если бы размерности относились к разным показателям, то «критикующий» ряд не стал бы столь эффективным. Как биоэнергетик автор рецензии не может не понимать, что объединить разные размерности из различных источников далеко не всегда возможно. Например, один автор дает Ккал на единицу массы животного, другой на особь, но не сообщает ее массу, третий на сутки. Сообщать непосвященному читателю, что такие размерности можно объединить, значит вводить его в заблуждение.

Чтобы вызвать у читателя подозрительность к используемым данным, рецензент бросает тень на выбор 32 видов из 60 (Пантелеев, 1983, табл. 4). Предвзятости у меня не было никакой, и половину данных из мировой литературы собрать было не просто. По меньшей мере, некорректно указывать на источник 1983 г., из которого рецензент, очевидно, сам узнал о 60 видах, когда книга 1 марта 1983 г. появилась в магазинах. Для демонстрации некомпетентности эколога в области биоэнергетики идут в ход все средства. Например, противопоставление цены и стоимости. Шмидт-Нильсен употребил слово *cost*, а не *price*, англо-русский словарь переводит его как стоимость. Далее: теплоотдача с массы; но она все-таки с поверхности, если даже оценивается у животных разной массы. У всех мелких зверьков в табл. 4 отношения колеблются случайно. Но также считаю и я, поэтому сравнение ведется между зверьками вкупе, человеком и лошастью.

Не будучи териологом, трудно понять и проблему главного тезиса книги. Териологам известно, что в экологических исследованиях можно исходить как из концепции питания, так и из концепции теплообмена. Объединив теплообмен и питание под общим понятием экологической биоэнергетики, я стремился лишь показать те преимущества, которые может дать такой комплексный подход. Впрочем, лабораторная физиология от решения этой проблемы действительно весьма далека. Трудно ставить в упрек рецензенту некомпетентность и в вопросах териологической физиологии. Так, он не обязан знать, что принцип Броди приложим лишь ко внутривидовым сравнениям, и никто не показал возможности использования его в межвидовом аспекте. Кроме того, даже териологам неизвестно насколько широко этот принцип «работает» в видовых пределах, например, у микромаммалий. Аналогичный вопрос касается относительного развития мускульной системы у крупных и мелких млекопитающих. Здесь воспользуемся способом доказательства рецензента с использованием аргумента «как известно». Поскольку этот аргумент не однажды дает осечку, позволим заметить, что физиологические исследования Галилея, «как известно», мало известны, поэтому простая ссылка на древний авторитет неубедительна. Что касается Броди, которого рецензент по этому поводу цитирует, то он говорит о пропорциональном приросте мускульной массы в период возрастного роста животного. У меня же в книге речь совсем о другом. Нет возможности проанализировать «множество» других голословных замечаний «во всех абзацах», не подкрепленных примерами, приходится оставить их на автора рецензии.

В заключение следует отметить, что существующее положение с изучением биоэнергетики различных уровней организации живого

показывает, что биоэнергетика, по крайней мере на современном этапе, не может быть признана особым научным подразделением биологической науки ранга физиологии и экологии. Биоэнергетические исследования представляют собой лишь отдельные направления биохимии, физиологии, экологии, призванные решать специфические задачи этих наук их собственными методами. Проведенный нами анализ предвзятой защиты монопольности биоэнергетики, надеемся, поможет объективно оценить необходимость расширения исследований в области экологической биоэнергетики млекопитающих.

- Голубец М. А. Об объеме и содержании экологии // Экология.— 1985.— № 1.— С. 42—49.
- Дольник В. Р. Рец.: П. А. Пантелеев «Биоэнергетика мелких млекопитающих...» // Зоол. журн.— 1984.— 63, вып. 11.— С. 1757—1759.
- Николс Д. Д. Биоэнергетика. Введение в хемиосмотическую теорию.— М.: Мир, 1985.— 190 с.
- Основы физиологии.— М.: Мир, 1984.— 556 с.
- Пантелеев П. А. Биоэнергетика мелких млекопитающих. Адаптация грызунов и насекомых к температурным условиям среды.— М.: Наука, 1983.— 271 с.
- Слоним А. Д. Физиология терморегуляции и температурной адаптации у сельскохозяйственных животных.— М.; Л.: Наука, 1966.— 145 с.
- Слоним А. Д. Энергетические основы адаптации организма животных к горным условиям: устойчивость к холоду и гипоксии // Экология горных млекопитающих.— Свердловск: УНЦ АН СССР, 1982.— С. 105.
- Чернов Ю. И. Флора и фауна, растительность и животное население // Журн. общей биологии.— 1984.— 45, № 6.— С. 732—748.
- Шилов И. А. Биосфера, уровни организации жизни и проблемы экологии // Экология.— 1981.— № 1.— С. 5—11.
- Экологическая физиология животных. Ч. 3. Физиология животных в различных физико-географических зонах.— Л.: Наука, 1982.— 504 с.
- Brody S. Bioenergetics and growth.— N.Y.: McGrawi, 1945.— 1023 p.
- Elliott J. M. Physiological ecology // J. anim. Ecol.— 1983.— 52.— P. 337—338.
- Mayr E. Geographical character gradients and climatic adaptation.— Evolution.— 1956.— 10.— P. 105—108.
- Scholander P. F. Evolution of climatic adaptation in homeotherms // Ibid.— 1955.— 10.— P. 15—26.

Институт эволюционной морфологии
и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР

Получено 02.02.85

РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ СТАТЬИ

Тканевые особенности стенки дуги аорты представителей отряда хищных / Коршунова Л. А.: Ред. журн. Вестн. зоологии АН УССР.— Киев, 1985.— 20 с.: 20 — Библиогр.: 8 назв.— Деп. в ВИНТИ 15.01.86 № 352 — В 86.

Тканевые особенности стенки дуги аорты изучались у 78 представителей 29 видов 6 семейств отряда хищных. Из исследованного материала отобраны представители, разнообразные по образу жизни, степени физической активности, конституционным особенностям. Обнаружены изменения в гистоструктуре меди дуги аорты. Установлено, что тканевое строение стенки сосуда не зависит от систематического положения животных, а также от характера пищи. Явная зависимость наблюдается от конституционных особенностей и степени подвижности животного. У хищных, ведущих более подвижный образ жизни (собачьи, куны, кошачьи), наблюдаются относительная бедность гладкомышечными клетками в меди и преобладание в ней эластических элементов, расположенных циркулярно, что способствует легкой растяжимости сосуда. У менее подвижных представителей (медведи, еноты) стенка сосуда уплотняется пучками гладкомышечных клеток, эластические мембраны разветвленные, анастомозирующие, много слоев рыхлой неоформленной соединительной ткани. Одомашнивание оказало заметное влияние на структурные особенности аорты.

Мелитопольский педагогический институт, Мелитополь