

УДК 636.088

К АНАЛИЗУ ПОНЯТИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЖИВОТНЫХ

Г. И. Шпет

(Украинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства)

Человек все шире использует естественные производительные силы природы для своих нужд. Одной из таких производительных сил является животный мир. Естественно, что мы стремимся избрать для массового разведения, для промысла прежде всего наиболее продуктивные формы. Увеличение продуктивности организмов — актуальная проблема современности (Гиляров, 1962; Никольский, 1965; Быховский, Родин, 1967). Понятие продуктивности многообразно. Оно тесно связано с представлением о росте животного, наращивании массы тела или специальных продуктов — молока, шерсти и т. д. В настоящей статье мы ограничимся анализом потенциальной продуктивности (биопродуктивности) — свойства организма наращивать массу (биомассу) тела в себе и потомстве, не касаясь ее качества, рентабельности разведения и выращивания. Такое понимание продуктивности близко к зоотехническому.

Чтобы управлять продуктивностью, уметь выбрать лучшие формы, важно четко представлять себе, в чем она заключается, каковы ее признаки и определяющие факторы, как сравнивать и отличать по продуктивности различные формы.

Трудно сравнивать потенциальную продуктивность групп, популяций разных видов. Удобнее всего сопоставлять и оценивать потенциальную продуктивность пары родителей (для раздельнополых форм) или одной размножающейся особи (в случае гермафродитизма, партеногенеза) за равный отрезок времени. Какие факторы определяют нарастание биомассы того или иного вида? Анализ показывает, что оно зависит прежде всего от количества потомков и веса взрослой особи — W как результата ее роста за определенное время. При этом количество потомков в свою очередь зависит от числа детей (яиц) в помете (кладке) — g , частоты следования пометов (кладок), или, иначе, времени между двумя последовательными пометами (кладками) — g , длительности развития особи от появления на свет до полового созревания и первого деторождения (откладывания яиц) — G , наконец, от продолжительности половой жизни — L . Итак, потенциальная продуктивность животного определяется пятью основными факторами. Для определения продуктивности за короткое время достаточно и первых четырех.

Нами предложена методика определения потенциальной плодовитости и потенциальной продуктивности любого вида животных на основании названных факторов (Шпет, 1965). Потенциальная плодовитость определяется суммированием членов прогрессии размножения, учитывающей нарастание числа потомков от одной пары родителей (или одной размножающейся особи) и принципиально отличающейся от геометрической, которая не учитывает, что пока дети растут и созревают,

родители обычно способны давать повторные пометы. В ряде разработанных примеров потенциальное количество потомков, подсчитанное по формуле прогрессии размножения, в 4,5—14 раз больше, чем вычисленное по геометрической прогрессии. Это та ошибка, которую мы допускаем, упрощая подсчеты (Шпет, 1967).

Повседневный опыт доказывает, что нельзя определять продуктивность одним фактором, сводить ее, например, к высоким темпам индивидуального роста или к достижению крупных размеров взрослым животным. Нетрудно доказать (Шпет, 1965), что свинья и слон менее продуктивны как виды, чем мышь. Тугорослый карась как вид благодаря быстрому созреванию и частой повторяемости поколений и потомств потенциально продуктивнее быстрорастущего карпа. Но нельзя виды, взрослые особи которых имеют малые размеры, считать всегда особенно продуктивными: землеройка гораздо менее продуктивна, чем свинья.

Противоречивость факторов продуктивности заключается в том, что у того же вида животных один из них повышает продуктивность, другой малоэффективен в нарастании биомассы этого вида. Так, осетровые хорошо растут в онтогенезе и плодовиты (факторы W, r), но очень долго созревают (фактор G).

Таким образом, факторы продуктивности переплетаются и взаимодействуют, бывают противоречивыми, и истинную абсолютную потенциальную продуктивность можно определить только учитывая все факторы и притом за достаточный отрезок времени.

Без помощи прогрессии размножения трудно вычислить потенциальную продуктивность сравниваемых видов. При этом, согласно формуле прогрессии размножения, соотношение потенциальной плодовитости и потенциальной продуктивности у двух сравниваемых видов обычно не остается постоянным. Быстрорастущая свинья обгоняет более тугорослых кролика или курицу, если рассматривать их сравнительную продуктивность за два года, но менее продуктивна за трехлетний или больший период, так как свинья быстро растет в онтогенезе, а затем более мелкие и тугорослые кролик, курица обгоняют ее по общей продуктивности вида благодаря более частой повторяемости пометов (кладок) и поколений.

В прогрессиях размножения различных видов животных, как и в геометрических прогрессиях с различными знаменателями, соответственные по порядку члены прогрессии не остаются пропорциональными по величине. Например, в двух геометрических прогрессиях со знаменателями 2 и 3 третьи члены относятся как $\frac{9}{4}$, а шестые уже как $\frac{243}{32}$:

Порядковый номер члена прогрессии	1	2	3	4	5	6	7	
Геометрическая прогрессия со знаменателем:								
2	1	2	4	8	16	32	64	и т. д.
3	1	3	9	27	81	243	729	и т. д.

Следовательно, определяя, какой из сравниваемых видов более продуктивен и насколько, мы обязательно должны учитывать время. Единица времени (сезон, год, ряд лет) должна быть достаточной, чтобы проявились потенции вида к нарастанию биомассы.

Говоря о продуктивности животного, следует различать продуктивность в онтогенезе и продуктивность вида. Продуктивность в онтогенезе является частью видовой продуктивности. Она определяется темпом индивидуального роста. Продуктивность вида определяется на-

растанием биомассы животного и его потомков. Если быстрый рост в онтогенезе рано заканчивается половым созреванием и рождением потомства, то он, как правило, обуславливает и высокую видовую продуктивность. Если же хороший рост в онтогенезе связан только с большим весом (биомассой) взрослой особи, но созревание наступает поздно, видовая продуктивность снижается.

Так, карп растет быстрее, чем карась, т. е. продуктивность карпа в онтогенезе выше. Но как вид карась, подобно многим мелким рыбам, потенциально более продуктивен, чем карп. Пара карасей, например, за 9 лет (Шпет, Пробатов, 1968) дает большую общую потенциальную биомассу потомства, чем карп, хотя это не значит, что разведение карася выгоднее, чем разведение карпа (к этому мы еще вернемся).

Точно так же в постэмбриональном онтогенезе свинья наращивает биомассу быстрее, чем кролик или курица. Но благодаря плодовитости видовая продуктивность их выше (Шпет, 1965).

Продуктивность в онтогенезе определяется лишь факторами G и W, а продуктивность вида определяется всеми пятью факторами G, W, g, r и L. Поэтому продуктивность в онтогенезе и видовая продуктивность могут различаться. Правда, высокая продуктивность, быстрый рост в онтогенезе в большинстве случаев связаны с высокой общей видовой продуктивностью.

Быстрорастущие формы хозяйственно выгодны тем, что на их выращивание уходит меньше времени, труда, площадей; кроме того, они «экономичнее» используют пищу.

Быстрый рост в онтогенезе требует увеличенного рациона питания. Большая часть дополнительной пищи используется при этом для прироста тела (роста) и относительно меньшая — на энергетический обмен (Шпет, 1967).

Как будто ясно, что высокая продуктивность полезных животных особенно выгодна человеку. Но всегда ли? Далеко не всегда, даже при одинаковых или близких хозяйственных качествах сравниваемых видов.

Высокая видовая продуктивность чаще свойственна мелким формам. Но следует различать продуктивность (или продукцию) за определенный отрезок времени («динамическая») от той, которую можно получить на единице пространства («статическая»). В хозяйственном отношении, при прочих равных условиях, наиболее ценна та форма, которая дает максимум продукции в единицу времени на единице пространства (Шпет, 1962, 1965). Крупных форм на единице пространства может поместиться меньше по числу, но больше по общему весу, чем мелких.

Наибольшая биомасса — продукция за данное время определяется, прежде всего, плодовитостью вида — численностью детей (яиц) и частотой пометов (кладок). Наибольшая биомасса одновременно присутствующих в данном пространстве животных определяется главным образом индивидуальными размерами, характерными для особей данного вида. Мелкая форма благодаря большим темпам размножения часто дает за определенный отрезок времени больше биопродукции, чем крупная. Как правило, организмы низших трофических уровней обладают высокой динамической продуктивностью и низкой статической. С повышением трофического уровня положение изменяется.

Практически важно то, что крупные формы предъявляют меньше требований к среде на единицу своего объема и, при прочих равных условиях, могут дать на единицу пространства больше единовремен-

ной биопродукции. Вот почему быстрый рост, большие размеры, то есть повышенная продуктивность в онтогенезе (факторы G, W), хозяйственно обычно более выгодны, чем высокая общая видовая продуктивность.

Кроме дополнительных площадей, такие мелкие виды, как кролик или курица, требуют на разведение и обработку больших затрат труда, чем, например, рогатый скот. И следовательно, свинья, карп, как правило, выгоднее курицы, кролика, караса. Однако, если удастся значительно удешевить и механизировать разведение, содержание и обработку продукции мелких форм, то хозяйственная экономичность их резко возрастет благодаря большой видовой продуктивности таких организмов и способности лучше использовать корма.

Правило взаимосвязи размеров, занимаемого пространства и биопродуктивности, по которому в оптимальных условиях развития крупные формы дают на единицу пространства меньше индивидов, но большую общую единовременную биомассу, чем мелкие, вскрывает существенные закономерности, управляющие биологической продуктивностью, и полезно в практике.

Потенциальная прогрессия размножения, как и потенциальная продуктивность, в природе, как правило, не осуществляется. Но в практике с ними все же приходится часто сталкиваться при массовом размножении вредителей сельского хозяйства, рыбозаведении, производстве живых кормов, в животноводстве, при цветении водоемов, в производстве дрожжей и т. д.

Итак, продуктивность не только видовое, наследственное свойство. Это также свойство онтогенетического развития. Наконец, и общая видовая, и продуктивность в онтогенезе проявляются во взаимодействии с условиями среды. Отдельные ее факторы и продуктивность в целом не являются чем-то стабильным для вида, формы; они изменяются во времени, пространстве, в эволюции, под влиянием среды, человека. Сравнивать разные формы следует в сопоставимых или заданных условиях, предварительно необходимо изучить факторы, определяющие продуктивность. При этом надо помнить, что определение продуктивности по общей биомассе тела не может быть решающим в суждении о хозяйственной ценности данной формы. Оно только облегчит дальнейшую ее оценку по качеству продукции, содержанию сухого вещества, протеинов, рентабельности выращивания (оплата кормов, затраты труда, спрос и сбыт) и другим признакам.

Факторы, определяющие продуктивность, играют большую роль в жизни животных и существенно влияют на их эволюцию. Группы менее продуктивных, медленно растущих животных постепенно вытесняются группами быстрее растущих, более продуктивных. Этот процесс длился тысячелетиями и продолжается в настоящее время (Шпет, 1964, 1969; Шпет, Бродский, 1967; Шпет, Пидгайко, 1967; Шпет, Пробатов, 1968).

Скорость роста, повышенная продуктивность, очевидно, являются важнейшими проявлениями действия дарвиновского закона естественного отбора и повышения ассимиляционной способности у быстрорастущих и геологически более молодых форм.

Разумеется, выдвинутый нами принцип ускорения роста и увеличения продуктивности в эволюции животных, как и любой эволюционный принцип (например, усложнения организации, разделения функций и органов и т. д.) не универсален и окажется несостоятельным, если попытаться применять его во всех случаях.

Этот принцип помогает прогнозировать полезные и вредные формы, выбирать объекты для акклиматизации, определяет пути селекций, перспективы экспериментального изменения скорости роста, увеличения продуктивности и помогает использовать их преимущества.

ВЫВОДЫ

1. Автор ограничивает изучение продуктивности животных анализом потенциальной продуктивности (биопродуктивности) различных видов, понимая под ней свойство организма наращивать массу (биомассу) тела в себе и своих потомках. Качественные различия этой биомассы не учитываются.

2. Основными факторами, определяющими потенциальную продуктивность вида животных, являются вес взрослой особи, как результат ее роста, и количество потомков, в свою очередь зависящее от числа детей (яиц) в помете (кладке), частоты следования пометов (кладок), времени развития особи до половой зрелости, продолжительности половой жизни.

3. Продуктивность вида определяется с учетом всей суммы названных факторов. Отдельные факторы продуктивности у одного вида бывают противоречивыми, то есть одни из них могут ускорять нарастание биомассы, другие — относительно замедлять.

4. Можно рассматривать продуктивность животного в онтогенезе, определяемую темпом роста; она входит как составная часть в общую видовую продуктивность.

5. Быстрый рост, вызван ли он наследственными или внешними факторами, связан с более эффективным использованием пищи, более «экономичен».

6. Потенциальная продуктивность вида определяется в абсолютных величинах (например, в килограммах) суммированием членов ряда прогрессии размножения с последующим умножением на средний вес особи.

7. Соотношение величин продуктивности двух сравниваемых форм обычно не остается постоянным, оно изменяется со временем. Отвечая на вопрос, какая форма более продуктивна и насколько, надо указывать, за какой период.

8. Высокая продуктивность вида далеко не всегда более выгодна в хозяйственном отношении, даже при одинаковом качестве продукции. Мелкие формы нередко очень продуктивны, но требуют больших площадей для разведения. В оценке сравнительных преимуществ видов следует учитывать продуктивность в единицу времени на единице пространства.

9. Продуктивность вида не есть что-то стабильное, оно изменяется под влиянием среды, человека, во времени, в ходе эволюции.

10. Изучение современных групп животных и их геологической смены позволяет выдвинуть принцип ускорения роста и увеличения продуктивности в ходе эволюции животных.

ЛИТЕРАТУРА

- Быховский Б., Родин Л. 1967. О международной биологической программе. Газ. «Известия», № 21.
- Гиляров М. С. 1962. XIV Генеральная ассамблея Международного союза биологических наук. Зоол. журн., т. XLI, в. 2.
- Никольский Г. В. 1965. О теории динамики численности популяций водных животных. Тез. 1-го съезда Всес. гидробиол. о-ва. М.

- Шпет Г. И. 1962. О зависимости между размерами, занимаемым пространством и биопродуктивностью некоторых водных организмов. Журн. общ. биол., т. 23, № 4.
- Его же. 1964. Об ускорении роста в эволюции некоторых групп животных. Тез. докл. зоол. совещ. Томск.
- Его же. 1965. К сравнительной продуктивности водных (и других) животных. Журн. общ. биол., т. 26, № 2.
- Его же. 1967. Соответствует ли потенциальная способность к размножению у животных геометрической прогрессии? Вестник зоологии, № 5. К.
- Его же. 1967а. Наиболее эффективное использование пищи на рост у рыб и теплокровных животных. Рыбное х-во, № 5.
- Его же. 1968. Об ускорении роста в эволюции некоторых групп животных. В сб.: «Темп индивидуального развития и его изменения в ходе эволюции». М.
- Шпет Г. И., Бродский С. Я. 1967. Речные раки и их продуктивность. Гидробиол. журн., № 1. К.
- Шпет Г. И., Пидгайко М. Л. 1967. К сравнительной продуктивности водных беспозвоночных. Гидробиол. журн., № 6. К.
- Шпет Г. И., Пробатов С. Н. 1968. Потенциальная продуктивность и эволюционное процветание видов рыб. В сб.: «Биология и продуктивность водных организмов». Свердловск.

Поступила 3.I 1968 г.

ON THE ANALYSIS OF THE IDEA OF BIOLOGICAL PRODUCTIVITY IN ANIMALS

G. I. Shpet

(Research Institute of Fish Industry, Ukrainian SSR)

Summary

A comparative potential productivity of animal species is considered as their property for increasing the biomass of the body in themselves and in their offsprings. Productivity is determined in absolute values (e. g. kg) the progression of reproduction and weight of an adult individual being taken into account. The factors of general productivity of the species is given; its productivity in ontogeny is marked out. Examples are presented of contradictory significance of some productivity factors (growth rate, fertility etc.) even in one species. A comparative productivity of two species can change in the course of time. Estimating the advantages of the compared species, it is necessary to take into consideration the productivity in time unit per space unit because small species are often very productive, but require great areas for settling. Acceleration of growth and productivity increase play a great part in life, natural selection and evolutionary development of animals.