

С. Я. КАЛМАНСОН

ЗАВИСИМОСТЬ КОНСТАНТЫ K ОРГАНИЧЕСКОГО РОСТА В ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД ОТ КОРМОВЫХ ФАКТОРОВ

(Представлено академиком И. И. Шмальгаузенем 13 II 1947)

Анализируя свою формулу параболического роста, Шмальгаузен (1) высказал предположение, что во всех тех случаях, когда течение жизненного процесса и характер обмена резко изменяются, процесс роста должен также измениться не менее резко и внезапно. К таким случаям он относит, в частности, рождение, конец лактации, наступление половой зрелости. Вычисление K для различных видов млекопитающих и для других классов животных в общем подтверждает это положение. Однако, оставляя пока в стороне сложный вопрос о конкретной взаимосвязи между ростом и дифференциацией в отдельные периоды, укажем, что падение K у млекопитающих к концу лактации, в сущности, не имеет места или, вернее, это падение не связано с окончанием лактации.

Вычисленная Шмальгаузенем (2) величина K для жеребенка показывает соответствующее падение после 3-го месяца, в то время как подсосный период у жеребенка длится 6—7 месяцев, а лактация у кобыл нередко затягивается еще на больший период. У свиней (2, 3) первое после рождения падение K приходится на 35-й день при длительности подсосного периода в 60—70 дней. У овец это падение наступает на 3-м месяце, подсосный же период продолжается 4—5 месяцев. Следовательно, мы видим здесь закономерность, состоящую в том, что падение K не соответствует ни окончанию подсосного периода, ни, тем более, лактации. Это падение K соответствует тому периоду, когда молодняк делает решительный переход от молочной (материнской) пищи на пищу взрослого животного, или, вернее, когда он становится физиологически подготовленным (перестроенным) к этому важнейшему переходу. Таким образом, этот момент целесообразнее назвать условно „кормовой зрелостью животного“.

В период кормового созревания для молодняка широкого круга млекопитающих в природных условиях наступает такое положение, при котором он в течение некоторого времени не может проявить присущую ему потенциальную энергию роста — в конечном счете ввиду ограниченности поступления питательного материала. Ограниченность поступления питательных веществ в этот период может быть результатом разнообразных причин: а) недостаток кормов в определенные сезоны; б) трудности в добывании корма, вызывающие чрезмерные, не могущие быть компенсированными затраты энергии; в) ослабление родительских инстинктов у родителей, выхаживающих детенышей, и разрыв между потребностью растущего молодняка и доставкой корма родителями; г) недостаточное усвоение имеющегося

корма ввиду перемены кормового режима (переход от материнского молока к растительной и животной пище).

Происходящее при этом некоторое относительное и даже абсолютное торможение общего роста является могучим средством для поддержания оптимальной диспропорции в развитии отдельных органов и тканей. Известно, что при частичном и даже полном голодании отдельные органы продолжают свой рост за счет других. Общее объяснение этого примечательного явления следует искать в том, что у нормального механизма регулирующий механизм при отсутствии или ограниченности поступления питательных веществ извне действует с максимальной четкостью. Происходящая при этом перестройка организма имеет длительный характер. Некоторое торможение роста может оказаться полезным в любой период (за исключением начала лактации), но оно имеет особое значение с того момента, когда поступающий основной корм уже не обладает полноценностью материн-

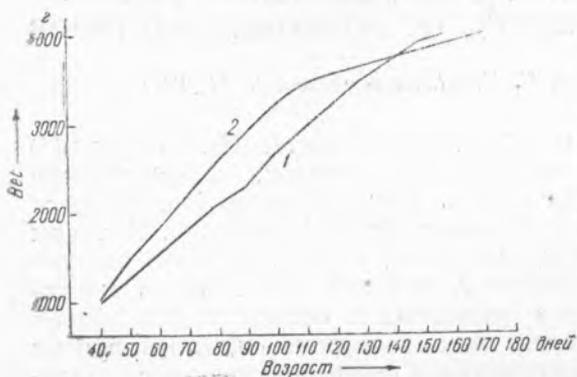


Рис. 1. 1 — ограниченное кормление, 2 — обильное кормление

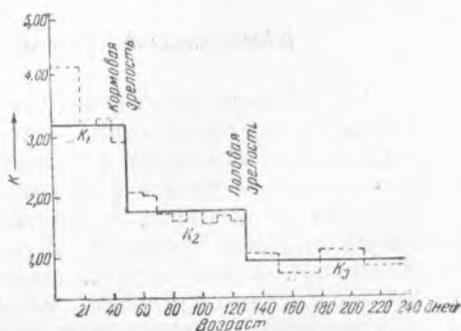


Рис. 2. Константа роста серебристо-черных лисиц. Эмбриональный рост — 51 день. $K_1=3,39$; $K_2=1,71$; $K_3=0,86$

ского молока, а организму еще присуща значительная пластичность. Этот момент и соответствует первому падению K у многих видов млекопитающих. Следовательно, мы имеем здесь в виду не только и не столько способность многих растущих животных переносить без всяких вредных последствий торможение роста, т. е. явления компенсации, а прямую необходимость для их нормального роста прохождения периода торможения.

Исходя из перечисленных соображений, мы поставили себе целью выяснить возможность при помощи кормового фактора изменить периоды роста животного и, соответственно, K в целом и одновременно найти подтверждение для нашего объяснения момента наступления „кормовой зрелости“. Специальным объектом наших исследований явились серебристо-черные лисицы Повенецкой зоофермы.

В ограниченно кормящуюся группу были включены свыше 500 зверей. Вторая группа — обильно кормившаяся такой же кормовой смесью — включала более 100 зверей. Новорожденных было взвешено всего 28 экземпляров. Взвешивание производилось в точно определенные промежутки и в одно и то же время дня. Всего было проведено свыше 11000 индивидуальных взвешиваний. Количественно дифференцированное кормление было введено постепенно, с 35-го дня. Вес лисят в возрасте 80—110 дней обильно кормившейся группы превышал вес ограниченно кормившихся на 24—25%. После 110-го дня рационы обеих групп были уравнены. Отставшая группа быстро догнала обильно кормившуюся, которая к этому времени резко замедлила свой рост, а после 130-го дня даже несколько обогнала

последнюю. Кривые абсолютного роста обеих групп приведены на рис. 1. Графически K ограничено питавшейся группы, с нашей точки зрения имевшей биологически нормальный рост, дано на рис. 2.

Обильное кормление в период между кормовой и половой зрелостью животных привело к тому, что K_3 началось не с 130-го дня, а несколько раньше — с 110-го дня. В этом случае оказалось: K_1 (до 50 дней) = 3,55, K_2 (50—100 дней) = 1,79 и, наконец, K_3 (110—240 дней) = 0,51. К концу истинного роста у лисиц происходит процесс интенсивного жиросообразования, благодаря которому, очевидно, в возрасте 240 дней K имеет определенную величину, а не обрывается внезапно.

Следовательно, под влиянием обильного кормления произошло смещение срока падения K_2 в сторону его сокращения. Но общий характер периодизации константы роста остался без изменения, и все периоды роста выявляются с неизменной четкостью.

Очевидно, принципиальные изменения, т. е. выпадение целиком какого-нибудь периода или возникновение нового самостоятельного периода роста, под влиянием воздействия кормовыми факторами возможно только в крайних случаях, когда процессе торможения роста приобретает необратимый характер, что должно сказаться также и на конечных размерах животного (4).

Следует упомянуть, что сокращение периода K_2 , который, согласно принятой терминологии, заканчивается во время наступления половой зрелости, не повлекло за собой более раннего проявления половых функций, что при строгой моноэстричности лисиц и системе их разведения поддается точному и автоматическому учету. Вообще, увязывание резкого падения K с каким бы то ни было единичным, хотя и очень существенным явлением можно признать только условно, потому что во время роста организма непрерывно вступают в действие новые внутренние факторы и их комбинации. В противном случае более крупные от рождения экземпляры при одинаковых внешних условиях сохраняли бы свое относительное положение до конца роста. В действительности же это не имеет места. Мы вычислили корреляцию между весом щенков в возрасте 21 дня и весом в более поздний период. Как видно из табл. 1, r падает с $0,818 \pm 0,014$

Таблица 1
Корреляции между весом щенков в возрасте 21 дня и в более позднем возрасте

Возраст в днях	r	n	Возраст в днях	r	n
30	$0,818 \pm 0,014$	556	100	$0,471 \pm 0,033$	539
40	$0,697 \pm 0,022$	551	120	$0,437 \pm 0,035$	536
50	$0,606 \pm 0,026$	556	130	$0,422 \pm 0,035$	531
60	$0,614 \pm 0,026$	554	150	$0,451 \pm 0,034$	536
70	$0,528 \pm 0,031$	529	180	$0,407 \pm 0,035$	551
80	$0,504 \pm 0,032$	544	210	$0,347 \pm 0,034$	544
90	$0,465 \pm 0,033$	543	240	$0,319 \pm 0,038$	538

в 30 дней до $0,319 \pm 0,038$ в 240 дней, причем это падение имеет в общем систематический характер. Отсюда ясно, что, вообще, предлагаемые обозначения периодов резкого изменения K имеют относительное значение и должны выразить главный ведущий фактор, но не единственный.

В нашем опыте мы исходили из соображения, что торможение роста в период K_2 должно дать положительный эффект для развития организма и, соответственно, обильное питание должно сказаться на нем неблагоприятно. В ходе опыта, как мы видели, оказалось, что „тормозившиеся“ животные впоследствии полностью компенсиро-

ровавали свое отставание и даже несколько обогнали группу, получающую обильное питание.

Основной результат заключался почти в полном отсутствии у „тормозившейся“ группы видимых признаков рахитических изменений — типичнейшего показателя неправильного роста высших животных (и человека), в то время как у обильно кормившихся животных эти изменения были выражены весьма ярко. Следовательно, прошедшее торможение животные показывают новое качество роста — гармоничность развития, повышенную устойчивость. При этом надо иметь в виду, что звери, прошедшие торможение и потом обогнавшие или только догнавшие обильно кормившихся, должны были иметь в известный период большую скорость роста. Этим представляется в совершенно ином свете широко распространенный в специальной литературе общий тезис, что быстрый рост способствует рахитическим изменениям (5, 6). Предлагаемое объяснение падения *K* в период кормовой зрелости у ряда видов млекопитающих делает понятным обширный круг явлений, которые частично могут относиться и к другим классам животных.

Во многих случаях сам характер компенсации роста подтверждает наше объяснение значения торможения (1, 7). Мантейфель (8), основываясь на большом количестве наблюдений, приходит к выводу, что для успешного выращивания молодняка диких животных в неволе необходимо ограничение питания, хотя он, правда, не связывает своих требований с определенными периодами роста. Наше объяснение делает также понятным, почему современная медицина в числе средств борьбы с рахитическими изменениями указывает на необходимость количественного ограничения питания (9, 10).

Остановимся еще на одном весьма характерном явлении, относящемся к птицам. Познанин (11) недавно установил для ряда видов птенцов закономерную потерю веса птенцов перед их вылетом из гнезда и истолковал эти примечательные факты, как подготовку птенцов к вылету из гнезда путем облегчения тела. Такое толкование делает непонятным достижение птенцами веса, значительно большего, чем это целесообразно для полета. Если бы это толкование было верно, это был бы, действительно, в конечном счете, тот необъяснимый случай, при котором происходила бы, по Дарвину (12), трата питательного материала на построение „бесполезной части“. Напротив, предположенное нами толкование дает естественное объяснение потери веса. Растущий организм при полном и частичном голодании, становясь независимым от внешних факторов кормления, распределяет и перераспределяет имеющиеся в виде отложений питательные вещества в самом выгодном для себя направлении. Можно и должно предположить, что у птенцов, переходящих непосредственно к длительному полету, предшествующее голодание должно быть в общем более глубоким, чем у птенцов, сперва переходящих к лазанию и после этого — к полету. Это предположение находит свое подтверждение для первой группы птенцов в отрицательной величине *K*.

Поступило
13 II 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. И. Шмальгаузен, Сб. Рост животных, 1935. ² J. J. Schmalhausen, Roux Arch. f. Entw.-Mech., 114, 144 (1929). ³ И. И. Шмальгаузен, Природа, № 9, 829 (1928). ⁴ Г. Штрайх и Е. Светозаров, Биол. журн., 6, 2, 293 (1937). ⁵ E. McCollum and N. Simmonds, The Newer Knowledge of Nutrition, 1929, p. 294. ⁶ А. П. Дмитроченко, Вестн. животноводства, № 4, 8 (1946). ⁷ И. С. Попов, Кормление с.-х. животных, 1940, стр. 398. ⁸ П. А. Мантейфель, Моск. зоопарк, 1932. ⁹ Е. М. Лепский, Рахит, 1945, стр. 87 и 100. ¹⁰ I. Jundell, Hygiea, 83, 753, Nov. 30 (1921). ¹¹ Л. П. Познанин, ДАН, 54, № 3 (1946). ¹² Ч. Дарвин, Происхождение видов, 1937, стр. 209.