

Рассматриваются вопросы доместикационных изменений в процессе микроэволюции свиньи.

Розглядаються питання доместикаційних змін в процесі мікроеволюції свині.

Aspects of domestication changes in the microevolutionary processes in swine have been studied.

**ЧАДОВ Б.Ф.**

*Институт цитологии и генетики СО РАН,*

*Россия, 630090, г.Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева 10, e-mail : chadov@bionet.nsc.ru*

### **КВАЗИЦИКЛ «ГЕН – ПРОГЕН» - ИММАНЕНТНОЕ СВОЙСТВО ЖИВОЙ СИСТЕМЫ**

Классическое понятие «ген» разделили на два понятия, дополняющих друг друга: «ген» и «проген». Прогенами назвали участки ДНК, а генами - информационные продукты, образующиеся на них. В акте наследования происходит наследование всего набора прогенов (прогенома) и ограниченного числа генов. Гены и прогены находятся в динамическом состоянии, названном *квазициклом*. Ген активизирует проген; последний, в свою очередь, производит ген. Онтогенез состоит из множества последовательных квазициклов. Квазицикл сохраняется и в ходе образования нового организма. Квазицикл – энергозахватный процесс. Он лежит в основе образования живой материи под действием устойчивого потока свободной энергии.

Эволюция живого – предмет эволюционной биологии, однако проблема эволюции вряд ли сможет быть решена в рамках одной дисциплины. В чем сущность жизни, каково её происхождение, какова организация индивидуума и системы живого в целом – вот вопросы, которые конкретно не рассматриваются эволюционной биологией, но без которых не решить проблемы эволюции. Не обойтись и без теории динамических систем, и термодинамики. В современной науке растёт понимание того, что для постижения сути биологической эволюции необходим «новый синтез» [1]. Сказанное означает, что подходы, предлагаемые биологами для решения проблемы эволюции вряд ли окажутся успешными, если они не будут нацелены на системные решения.

Нобелевский лауреат Манфред Ейген предложил считать, что в основе живого лежит циклическое взаимодействие нуклеиновой кислоты и белка [2, 3]. По мнению В.Н. Компаниченко, проведшего систематизацию определений жизни, идея автокатализа М. Ейгена - одна из самых представительных [4]. Автор данной статьи разделил понятие *ген* на два: *ген* и *проген* [5]. Разделение снимает ряд принципиальных трудностей внутри генетики. Кроме того, с помощью пары введенных понятий можно по новому формализовать живое. Сформулировать сущность живого – цель этой статьи.

Сущность живого предлагается свести к квазициклу «ген-проген». Квазицикл - циклическое взаимодействие между ДНК и информационными продуктами, образующимися на ней. Появление взаимодействия является моментом возникновения жизни. Формулировка заостряет внимание на фундаментальном отличии набора химических веществ, составляющих живую материю, от самой живой материи, в которой вещества находятся в постоянном энергетически целесообразном движении. Она позволяет осознать *работающую генетическую систему* конкретного организма одновременно как момент в мировом процессе биологической жизни, как момент онтогенеза конкретного вида и как момент филогенеза. В предложенной формулировке генетика выглядит связующим звеном между биологией, химией, синергетикой, информатикой и термодинамикой.

## **Четыре этапа в развитии представления об элементарной единице наследственности, или четыре этапа развития генетики**

*Первый этап* связан с именем Менделя и появлением идеи о существовании *дискретных материальных единиц наследственности, передающихся от родителей потомкам*. Идея базировалась на найденных правилах наследования признаков. Единица наследственности была названа Менделем *фактором*. Бэтсон и Иоганнсен дали ей название «ген». В термине «ген», происходящим от греческого слова «род», «происхождение», точно отражена сущность единицы наследственности – способности реализоваться в признак, «рождать» признак. Методически первый этап генетики представляет собой гибридологический анализ.

*Второй этап* в развитии генетики был попыткой «материализовать» ген. Согласно разработанной Морганом с сотрудниками хромосомной теории наследственности [6], *ген является участком хромосомы*. Методически второй этап можно назвать цитогенетическим (цитологическим изучением хромосом – носителей генетической информации).

*Третий этап* связан с открытием ДНК как химического вещества, ответственно за наследственность. Он характеризуется открытием структуры ДНК, генетического кода и многих других процессов, происходящих с молекулой ДНК. Этап заканчивается полной расшифровкой генов человека, значительного числа животных и растений. *На этом этапе ген отождествляется с участком ДНК* [7]. Генетика переходит на молекулярный химический уровень. Возникла обширная отрасль генетики, называемая молекулярной генетикой.

*Четвёртый этап*. Третий этап развития генетики, повидимому, заканчивается, и она вступает в четвертый. *На этом этапе в качестве генов будут фигурировать не ДНК и ее участки, а информационные продукты, образующиеся на ДНК*.

### **Молекулу ДНК и её участки можно считать веществом наследственности, но нельзя считать генами**

Исторический процесс поиска материального субстрата гена дважды заканчивался успехом. Первый раз с привязкой к хромосоме, второй раз – к ДНК. Сами по себе достижения были настолько значительны, что до разбора некоторых «неувязок и шероховатостей» дело не доходило. Но они существуют, причем, одни и те же в обоих случаях.

Генетическая доктрина называет генами (1) *дискретные материальные единицы*, (2) *передающиеся с гаметами от родителей потомку*. Доподлинно известно, что с гаметами передаются хромосомы и молекулы ДНК, но материально они едины и называть образования дискретными, строго говоря, нельзя. Безусловно, непрерывную молекулу ДНК можно разбить на участки, как впрочем и любое материальное тело, но это не позволяет считать дискретным ни ДНК, ни это тело.

В процессе реализации генетической информации на ДНК образуются информационные продукты, к примеру, иРНК. Это, действительно, дискретные единицы. Но они не удовлетворяют второй части определения гена: они не передаются от родителей потомку (исключения будут специально рассмотрены). Таким образом, проведенный процесс «материализации» гена не столь безупречен, как кажется. Позволительно считать, что как в случае с хромосомами, так и в случае с ДНК, мы только приблизились к пониманию того, что представляет из себя ген в материальном смысле. История возникновения понятия «ген» и его изменений в течение XX столетия подробно представлена В.А. Ратнером [7].

### **Молекулярная генетика создала все предпосылки для переосмысления представления о гене**

Непосредственными ингредиентами, из которых строится живой организм, являются органические вещества: белки (структурные и ферменты), жиры, углеводы, а также структурное образование – клетка. Органические вещества являются химическим

материалом организма, а с помощью ферментов осуществляются биохимические превращения веществ. Клетка является особым образованием. Она не синтезируется из элементов, как органическое вещество, но достраивается в процессе деления. Все, о чем сказано выше, строится в результате реализации генетической информации, полученной новым организмом от родителей.

Генетическая информация находится в родительской ДНК, но она не может быть реализована без посредников. Они образуют «информационный поток». Он начинается на ДНК, а кончается образованием конечных ингредиентов. Роль элементарных единиц, реализующих перенос информации, выполняют РНК, регуляторные белки и мобильная ДНК. Их объединяют три свойства: существование в виде отдельных материальных единиц, наличие информации, независимое поведение.

В полном смысле этого слова именно эти продукты являются *генами*. Они дискретны, содержат информацию, передают её для реализации. Исходную ДНК и отдельные её участки будем далее называть соответственно *прогеном* и *прогенами*. Слово-сочетание «вещество наследственности» также подойдет для этого. Итак, *наследственность передается в виде прогенов, а реализуется с помощью генов*. Проведенное переименование делает представление о единицах наследственности более точным.

Гены в новой терминологии делятся на три категории: РНК-гены, белковые гены и ДНК-гены. Категория РНК-генов включает иРНК, рРНК, микроРНК и тРНК. Категория белковых генов включает «регуляторные белки» и «транскрипционные факторы». К ДНК-генам отнесём ДНК мобильных элементов. Гены, в новой интерпретации не универсальны по структуре, как это было ранее. Теперь это - свойство прогенов

Современная молекулярная генетика показала, что на одном участке ДНК может быть построены десятки и сотни продуктов, различающихся по своей функциональной роли. Поскольку в генетике геном называется продукт с определенной функцией, ни вся молекула ДНК, ни её отрезки не подходят под название гена. В дополнение к доводу о не дискретности молекулы ДНК это - ещё один довод в пользу того, чтобы молекулу ДНК или её участки не считать генами.

#### **Квазицикл «- ген- проген- » и сущность живого**

*Процесс активизации геном прогена, который в свою очередь продуцирует ген, назовем квазициклом.* Циклом потому, что он начинается и кончается геном, а квазициклом («почти» циклом) потому, что гены в начале цикла и в конце цикла – разные. В процессе строго детерминированной последовательности квазициклов за время онтогенеза «развёртывается» вся генетическая информация, содержащаяся в геноме данного организма.

В квазицикле проген всегда ДНК. Роль генов, активирующих прогены играют белковые гены, известные как регуляторные белки и транскрипционные факторы. В настоящее время ясно, что генами, запускающими прогены, могут быть т.н. микроРНК [8]. Не исключена роль и других генов в этом процессе. Весь онтогенез организма можно представить в виде спирали, состоящей из витков «-ген-проген-».

В компетенции квазицикла находится продукция всех белков. О регуляторных белках (белковых генах, в нашей терминологии) было сказано выше. Образование структурных белков, необходимых для построения и функции организма, тоже предусмотрено [5]. Представленная схема развития в виде множества квазициклов не противоречит данным генетики развития, включая и данные о позиционной информации.

В предлагаемой модели главнейшими являются три момента. Первый – присутствие на каждом этапе жизни двух компонентов: гена и прогена. Второй – практически постоянное взаимодействие между ними. Третий – наделение одного из компонентов функцией носителя полной информации.

Наличие информации в одном из компонентов ( ДНК) делает удобным хранение и тиражирование информации, однако сам компонент, обладающий всей полнотой информации, свойством живого не обладает и жизни породить не может. Жизнь возникла

в момент образования автокаталитического цикла «-ген-проген-». После инициации в историческом прошлом акта автокатализа на любом отрезке жизни отдельного организма и жизни в целом существует положение, когда конкретный жизненный акт возможен только тогда, когда для его осуществления уже созданы биологические продукты в результате ранее состоявшихся актов всё той же живой материи. При всей важности и самой информации и ДНК, как её носителя, ни то, ни другое сами по себе жизни не определяют.

В модели квазицикла жизнь предстает в качестве формы материализации устойчивого потока энергии не высокой интенсивности. Можно заметить, что в модели воплощаются некоторые из существенных черт жизненного процесса, ранее отмеченные исследователями и вошедшие в определения жизни. Так к характерным чертам живого относят наличие управляющей генетической системы [7]. Предложенная модель целиком оперирует генетическими понятиями. Конвариантная редупликация как характерная черта живого [9] в модели квазицикла является одной из форм химического превращения. Идея «информации как основы жизни» [10] просматривается в квазиформе цикла, «развёртывающего» информацию, содержащуюся в прогеноме. Идея цикла воплощает широко распространенную среди биологов мысль об обмене веществ как характерной черте живого [4]. Модель энергозахватного квазицикла позволяет рассматривать жизненные процессы с позиций термодинамики, теории динамических систем и синергетики.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 08-04-00094-а

#### **Литература**

1. *Sintonen M., S. Siren* (eds). Theory of evolution - in need of a new synthesis ? Fitty 50. Tampere. 1993.
2. *Эйген М.* Самоорганизация материи и эволюция биологических макромолекул. Москва: Мир, 1973. 216 с.
3. *Эйген М, Шустер П.* Гиперцикл, принципы самоорганизации макромолекул. Москва: Мир. 1982. 270 с.
4. *Kompanichenko V.* Systemic approach to the origin of life. Frontier Perspectives. 2004. vol. 13(1). P. 22-40.
5. *Чадов Б.Ф.* Новый этап в развитии генетики и термин “эпигенетика”. Генетика, 2006. Т.42. №9. С. 1261-1275.
6. *Morgan T.H., C.B.Bridges, A.H.Sturtevant.* The Genetics of Drosophila. Bibliographia Genetica II. ‘S-Gravenhage Martinus Nijhoff. 1925. 262 с.
7. *Ратнер В.А.* Генетика, молекулярная кибернетика: Личности и проблемы. Новосибирск: Наука, 2002. С.81-96.
8. *Гиббс У.* “Теневая” часть генома: сокровища на свалке // В мире науки. 2004. №2. С.21-27. №3. С.65 -71.
9. *Медников Б.М. Н.В. Тимофеев-Ресовский и аксиоматика теоретической биологии. Современные проблемы радиобиологии, радиоэкологии и эволюции. (под ред. В.И.Корогодина).* Дубна: ОИЯИ, 2001. С.297-312.
10. *Корогодин В.И., Корогодина В.Л.* Информация как основа жизни. Дубна: Феникс, 2000. 208 с.

#### **ЮДАКОВА О.И.**

*Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского, Россия*

*Россия, 410012, Саратов, ул.Астраханская., 83, e-mail: [yudakovaai@info.sgu.ru](mailto:yudakovaai@info.sgu.ru)*