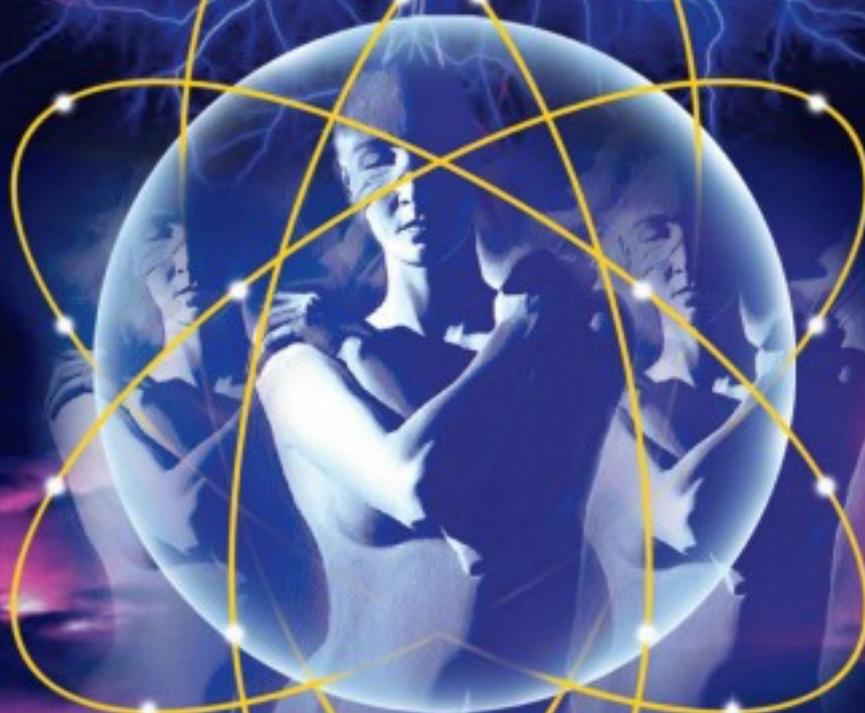


СЕКРЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

ОПЫТОВ
КЛОНИРОВАНИЯ



СКОЛЬКО ИХ СРЕДИ НАС?

Ирина Александровна Зайцева
Секретные результаты опытов
клонирования. Сколько их среди нас?

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=296042

Секретные результаты опытов клонирования. Сколько их среди нас? / ред. – сост. И. А.

Зайцева.: РИПОЛ классик; Москва; 2007

ISBN 978-5-386-00224-4

Аннотация

Возможность искусственно создать живое существо еще несколько столетий назад казалась фантастикой. Сейчас в СМИ время от времени появляются сообщения о новых опытах клонирования. Что же на самом деле представляет собой клонирование? Миф это или реальность? А может быть, клоны уже есть среди нас?

Содержание

Введение	4
История клонирования	6
Особенности клонирования	15
Партеногенез	22
Общие представления о партеногенезе	23
История партеногенеза	25
Конец ознакомительного фрагмента.	30

И. А. Зайцева

Секретные результаты опытов клонирования. Сколько их среди нас?

Введение

Тема клонирования живого существа очень интересна для большинства людей. Одним интересно наблюдать за развитием науки, другие хотят с помощью новых технологий вернуть умерших близких.

Клонирование прочно вошло и в культурную жизнь современного человека, этой теме посвящено уже множество сериалов, спектаклей и книг. Наверное, не найдется ни одного человека, который бы не слышал о подобных генетических экспериментах.

Как и у любого другого научного открытия, у клонирования нашлись как сторонники, так и противники. Бесконечные споры начались еще с первых дней проведения генетических экспериментов и ведутся по настоящее время.

Несмотря на то что многие страны в законодательном порядке запретили проводить опыты на человеке, в некоторых государствах продолжают проходить подобные эксперименты. Сейчас уже никто не может с уверенностью сказать, существуют ли клоны и сколько их среди обычных людей.

Проблема клонирования живых существ вышла на государственный уровень. Очевидно, что клонирование человека, его будущая жизнь и поведение, а также отношение к нему обычных людей требует законодательного регулирования. И оно необходимо еще до появления первого клона.

В любом случае каждый из нас должен понимать, что, несмотря на то как человек появился на свет, – обычным путем, в результате клонирования или «из пробирки» – это живое существо, которое вправе рассчитывать на уважение со стороны других людей и соблюдения всех своих прав.

Термин «клон» происходит от греческого слова «κλων», что в переводе означает «веточка, побег, черенок». Как видно из названия, этот термин относится прежде всего к вегетативному размножению.

Мало кто задумывается об этом, но сам метод клонирования известен человечеству уже более 4 тыс. лет. Используется он в сельском хозяйстве – это клонирование растений черенками, почками или клубнями. Начиная с 70-х гг. XX в. для клонирования растений ученые стали использовать небольшие группы и даже отдельные соматические клетки.

В отличие от животных у растений по мере их роста и развития происходит процесс клеточной специализации, то есть клетки не теряют своих тотипотентных свойств. Они сохраняют способность реализовывать всю генетическую информацию, изначально заложенную в их ядре.

Из этого можно сделать вывод, что практически любая растительная клетка, сохраняя свое ядро, в будущем способна дать начало новому организму.

Эта способность известна человеку уже давно, именно она лежит в основе многих методов генетики и селекции.

При половом размножении гены родителей поровну переходят к их потомку, то есть он получает в равном количестве гены как от отца, так и от матери. При вегетативном размножении такого не наблюдается, генный набор сохраняется в полном составе в течение многих поколений.

При клонировании клон имеет одинаковый набор генов с оригиналом и фенотипически оба организма не различаются между собой. Главное же отличие животных клеток от растительных в том, что они, дифференцируясь, лишаются своей тотипотентности. Именно в этом главное препятствие для клонирования взрослых позвоночных животных.

История клонирования

Еще 200 лет назад клонирование человека было недостижимой фантастической идеей. Настоящий переворот в области генетики принесла созданная Теодором Шванном в 1839 г. клеточная теория.

Основная идея новой концепции заключалась в следующем: любая клетка происходит от клетки. Именно эта теория вошла в современные учебники биологии.

Основу клеточной теории составляли два противоречащих положения – наследственность и дифференциация. Долгое время ученым не давал покоя вопрос, какие клетки образуются в процессе деления – идентичные дочерние или все же производные разные.

Наука не стоит на месте и, возможно, через несколько столетий клонирование станет таким же распространенным явлением, как сейчас так называемые «дети из пробирки».

В конце 80-х гг. XIX в. были проведены научные исследования, направленные на выяснение этого вопроса. Первым подобный эксперимент провел в 1888 г. Вильгельм Роу. Он попытался с помощью обычной иголки, раскаленной на огне, разделить эмбрион лягушки, состоящий из двух клеток. К сожалению, данный эксперимент не удался. Обе клетки погибли.

Первые неудачи не остановили ученых. Эксперименты продолжались. В 1883 г. немецким цитологом Оскаром Гертвигом была открыта яйцеклетка.

В 1892 г. Ганс Дрейш решил повторить попытки своего коллеги и провел очередной эксперимент. Сначала он разделил на две отдельные клетки двухклеточный эмбрион морского ежа, а затем на четыре – четырехклеточный. Обе попытки удались, и ученый смог вырастить каждую отдельную клетку в нормальную особь.

Впоследствии многие ученые также провели успешные эксперименты, направленные на разделение клеток эмбрионов.

Например, Гансу Спиману в 1901 г. удалось провести эксперимент с эмбрионом амфибии. Ученый также разделил его на отдельные клетки и из каждой впоследствии вырастил вполне нормальных головастика.

Также были проведены исследования развития нематод. При этом были получены противоречивые результаты. В одних случаях клетки развивались по мозаичному типу развития, но чаще всего по регулятивному, то есть после деления клетки имели разные судьбы.

Термин «регуляция» в генетике означает восполнение в развитии каждой клетки ее утерянной части. Например, у многих позвоночных организмов, включая человека, при раннем полном распаде оплодотворенной и начавшей делиться клетки на части (бластомеры) может образоваться совершенно новый организм. Происходит это потому, что бластомеры в случае определенного сбоя в развитии не по-гибают, а дают жизнь новому организму. При этом образовавшийся эмбрион не является дефективным или «половинчатым», а представляет собой полноценный организм.

Нематоды (Nematoda, или Nemathelminthes) – круглые черви, класс низших червей. Это двусторонне-симметричные, первично-полостные без настоящей сегментации животные с сильно вытянутым в длину и круглым в поперечнике телом.

Наиболее ярким примером природного регулятивного развития является рождение однойцевых близнецов, каждый из которых представляет собой самостоятельный организм, при этом близнецы имеют совершенно одинаковую наследственность.

Для относительно крупных организмов, которые дают не очень много потомков, такое положение дел, несомненно, имеет свои плюсы. Неблагоприятные последствия возникают для небольших организмов, например некоторых членистоногих. В результате деления клеток эмбриона на раннем этапе развития развиваются самостоятельные организмы, но они имеют определенные дефекты, например у них отсутствует какой-либо участок тела. Подобное развитие получило название «мозаичное».

Это открытие позволило ученым провести целый ряд исследований, направленных на изменение генетики организма. До сих пор существует мнение, что, используя принципы мозаичного развития, можно корректировать организм, создавая более усовершенствованные его формы.

В ходе экспериментов было выявлено, что носителем наследственности является ядро, несущее определенное количество хромосом.

Именно в этот период ученые переключили свое внимание с клеточного на ядерный потенциал.

Ганс Спиман продолжил свои исследования, но экспериментировал уже с пересадкой ядра. Свои опыты он проводил на амфибиях и морских ежах.

Ученый выбирал для эксперимента эмбрион из 16 клеток. Он извлекал одно из ядер и помещал его в зародышевую цитоплазму. В результате слияния образовывался вполне нормальный эмбрион.

Результаты эксперимента показали, что потенциал ядер остается неизменным, как минимум, до образования 16 клеток.

Сейчас уже нельзя с уверенностью сказать, кому первому пришла мысль клонировать живой организм. Главным остается то, что эта идея прочно засела в головах сотен или даже тысяч ученых во всем мире.

Уже в то время Ганс Спиман задумывался об эксперименте, в ходе которого ядро клетки отдельной взрослой особи можно будет пересадить в отдельную яйцеклетку. К сожалению, время подобных опытов еще не наступило, так как не было ни достаточных знаний, ни технических возможностей.

В 1943 г. в журнале «Science» появилось сообщение о первом успешном оплодотворении яйцеклетки в пробирке. К сожалению, успешно начавшийся эксперимент закончился неудачей, так как эмбрион через некоторое время погиб. Печальный опыт не остановил ученых, и во многих странах были продолжены подобные исследования.

В 40-е гг. XX в. опыты по клонированию начались в СССР. Первым начал экспериментировать советский эмбриолог Г. В. Лопашов, который провел исследования, в основе которых находился метод пересадки (трансплантации) ядер в яйцеклетку лягушки.

«Клонирование человека сейчас уже очень близко к реальности благодаря историческому научному прорыву доктора Яна Вильмута и его коллег из Великобритании. Эта возможность потенциально дает всем нам невероятные преимущества. К сожалению, на обсуждение этой темы с самого начала оказывали влияние сенсационные, но вводящие в заблуждение сообщения СМИ, и общая негативная эмоциональная реакция, порожденная ошибочной научной фантастикой» (Стивен Вир).

В 1948 г. Г. В. Лопашов отправил результаты своих исследований в «Журнал общей биологии».

В августе 1948 г. состоялась сессия ВАСХНИЛ, на которой лидерство в биологии окончательно утвердилось за борцом с генетикой Т. Д. Лысенко. Г. В. Лопашову пришлось прекратить свои исследования.

По мнению Л. И. Корочкина, российские эксперименты по клонированию совершенно не интересуют государство: «...проблемой клонирования животных заинтересовались и в России: программа «Клонирование млекопитающих» стояла в плане совместной работы двух лабораторий – моей и академика Д. К. Беляева, обратившего внимание на идею клонирования и поддержавшего исследование в этой области. В 1974 г. я даже выступал с докладом на сессии ВАСХНИЛ, опубликованным в книге «Генетическая теория отбора, подбора и методов разведения животных» и сообщавшим, что «в настоящее время ставится задача получения клона млекопитающих», и с преждевременным оптимизмом заключавшим, что задача эта очень сложная, но принципиально разрешимая. Наши начинания первоначально неплохо финансировались, но вскоре государство потеряло к ним интерес».

Несмотря на это, существует мнение, что именно российским ученым удалось разработать метод клонирования, который впоследствии применил Я. Вильмут, клонировавший овцу Долли (метод соматической гибридизации).

В 1977 г. ученые Оксфордского университета заинтересовались клонированием организмов, и под руководством профессора зоологии Дж. Гердона методом клонирования было получено более 50 лягушек. Ученый разработал следующий метод клонирования: он стал удалять из яйцеклетки собственное ядро и трансплантировать в нее разные ядра, взятые из специализированных клеток.

В более поздних экспериментах Гердон попытался пересаживать ядра из клеток взрослого организма. Некоторые опыты проходили довольно успешно вплоть до достаточно поздних стадий развития организма. Несколько экспериментов привели к тому, что особи проходили стадию метаморфозы и превращались во взрослых лягушек. Несмотря на очевидный успех, до полной победы было еще далеко, животные рождались очень слабыми и практически не приспособленными к дальнейшему существованию.

В то же время за рубежом генетические опыты стали проходить с завидной регулярностью, и уже в 1978 г. в Англии родился первый ребенок «из пробирки». Это была девочка, которую назвали Луиза Браун. Эксперимент был очень важным для человечества, с ним в прошлое ушли многие проблемы. Теперь люди, имеющие проблемы с зачатием, тоже могут иметь детей. В то же время данный эксперимент стал еще одним шагом к возможности клонирования человека.

В 1984 г. весь мир потрясло известие о том, что в лаборатории Стеена Вилладсена родился клонированный ягненок, полученный из эмбриональных клеток не созревшей овцы. Ученый не остановился на достигнутом и впоследствии в своих экспериментах использовал кролика, козу, обезьяну, свинью и корову. Основой метода было изъятие ядра и перемещение его в яйцеклетку.

Мало кто знает, что первое клонированное животное было получено Николаем Стрельченко, гражданином России, работающим в США.

4 января 1985 г. в Лондоне родился еще один ребенок «из пробирки». Это также была девочка. Ребенок родился у первой в мире суррогатной матери, которой стала некая миссис Коттон.

Женщина только выносила ребенка, зачат же он был из донорской яйцеклетки. Этот эксперимент также был успешным. Стало ясно, что ребенка может выносить и родить не только его биологическая мать.

В 1987 г. были проведены очередные генетические исследования. Ученым из университета имени Дж. Вашингтона с помощью специального фермента удалось разделить клетки человеческого зародыша, которые они сумели клонировать до стадии 32 клеток.

В 1987 г. советские ученые Б. Н. Вепренцев, Л. М. Чайлахян, В. А. Никитин и Т. А. Свиридова провели эксперимент, результаты которого были опубликованы в академическом

журнале «Биофизика». Статья называлась «Электростимулируемое слияние клеток в клеточной инженерии». Ученые рассмотрели методику экспериментов, создали микропипетки, которыми извлекали из клеток ядра, и электроды, через которые подавались импульсы тока и т. д.

В резюме к этому материалу сказано: «Статья посвящена обзору работ по реконструкции животных и растительных клеток, в которых используется новый физический метод – электростимулируемое слияние. Обсуждается влияние различных факторов среды на эффективность электрослияния. Подробно описываются собственные исследования авторов по реконструкции мышинных зигот сочетанием микрохирургии и электростимулируемого слияния клеток».

Последующие несколько лет советские ученые несколько раз пытались поставить вопрос о приоритете в исследованиях по клонированию млекопитающих. К сожалению, эти попытки оказались безрезультатными.

В 1994 г. Неаль Ферст успешно провел клонирование более зрелых эмбриональных клеток. Ему удалось клонировать эмбрион теленка, состоявший из 120 клеток. В ходе эксперимента также было изъято ядро и пересажено в яйцеклетку.

В 1996 г. ученый Ян Вильмут попробовал повторить опыт Неаля Ферста. В этот раз клонировать он стал не теленка, а овцу. Возраст животного был около 6 лет. Учитывая опыт своего коллеги, Ян Вильмут не сразу изъят ядро, а сначала дождался момента прекращения деления клеток. После этого он изъят ядра и пересадил их в яйцеклетки. В эксперименте участвовало более 270 яйцеклеток. Из них только одна дала жизнь новому организму. Впоследствии эмбрион был имплантирован в матку овцы.

Через некоторое время в институте Рослин в Эдинбурге родилось первое клонированное животное. Это была знаменитая овца Долли.

По результатам проведенного в США опроса было выявлено, что 90 % американцев выступают против клонирования человека.

27 февраля 1997 г. на обложке журнала «Nature» появилась первая фотография клонированной овцы.

В феврале 1997 г. появилось еще одно сообщение об удачно прошедшем эксперименте клонирования. На этот раз в Орегонском Центре Приматов удалось клонировать 2 обезьян.

В 1997 г. французский журналист Клод Ворион, ранее основавший уфологическую секту разлитов, создал на Багамах лабораторию Clonaid, предназначенную для проведения генетических исследований.

В декабре 1997 г. в журнале «Science» было напечатано сообщение о рождении 6 овец, полученных по методу ученых из Эдинбургского университета. Причем половина клонированных животных (в том числе и овца Полли) несли человеческий ген «фактора IX».

В декабре 1998 г. весь мир потрясло известие о создании первого клона человека, который представлял собой генетический двойник одной жительницы Южной Кореи. Шокирующий эксперимент был прерван на пренатальной стадии, то есть еще до рождения клона.

Эксперименты по клонированию человека стали проходить во многих странах мира. В 1998 г. чикагский ученый Ричард Сид заявил, что намерен создать целую лабораторию по клонированию людей. По его мнению, в будущем у него отбоя не будет от желающих иметь собственного клона.

Уже в конце 1998 г. Ричард Сид начинал проводить генетические опыты, в основе которых лежит один из методов развития организма после пересадки в материнскую матку эмбриона человека, изъятая из матки другой женщины. Через некоторое время в СМИ начали появляться первые высказывания противников клонирования человека. В то время

казалось, что весь ученый мир разделился на 2 противоборствующих лагеря – за и против клонирования. Обсуждался вопрос клонирования с точки зрения морали.

По мнению кандидата биологических наук Н. Стрельченко, «... человек, скорее всего, будет клонирован, и может быть, в недалеком будущем. В Америке наука очень завязана на коммерции, кто-нибудь да клонирует за хорошие деньги. Это будет сделано на частной основе, но по-настоящему бояться этого не стоит».

В 1999 г. в США издали закон о запрете экспериментов по клонированию человека. Чуть позже большинство европейских стран подписали Парижскую конвенцию о запрете генетического клонирования человека.

В мае 1999 г. появилось сообщение о том, что некая группа лабораторий, называющая себя «Технология мечты» (Dream Technologies International) расположенных в Коста-Рике, Либерии и Республике Вануату, уже несколько лет успешно клонирует людей и животных. В статье говорилось о том, что эти лаборатории принимают заказы от частных лиц, и якобы каждый желающий может клонировать себя или своих близких. Также автор статьи утверждал, что существует список клиентов лабораторий, состоящий более чем из 100 имен.

В середине 1999 г. к борьбе против клонирования человека подключилась церковь. Христиане считают, что клонирование является нарушением «уникальности человеческой жизни, которую Бог дал каждому из нас и никому больше».

В апреле 1999 г. в колумбийском городе Картахена прошла встреча представителей правительств 170 стран. На повестке дня стояло обсуждение Протокола о биологической безопасности. Большинство стран выступало за установление контроля «над межграницным перемещением генетически измененных растений и животных».

В мае 1999 г. появились сообщения о том, что в Южной Корее удалось клонировать корову. Примерно в то же время ученые из Литвы заявили о своем желании участвовать в опытах по клонированию человека. В Австралии решились на эксперимент по оживлению одного из вымерших видов тигров. Врачи нескольких стран решили объединиться и провести первую в мире операцию по трансплантации искусственной печени, а не донорской, как было раньше. Стали появляться сообщения о секретном проекте по клонированию русских писателей. Якобы некая секретная лаборатория планирует создать клонов А. Чехова, В. Набокова, Л. Толстого, Ф. Достоевского, А. Ахматовой, А. Платонова и Б. Пастернака.

Основными темами на встречах ученого мира в июне 1999 г. становятся жизнь и развитие первого клонированного животного – овцы Долли. Примерно в это время были выявлены первые серьезные нарушения в развитии животного. Были обнаружены аномалии в хромосомах, вследствие чего организм овцы уже при рождении был биологически преждевременно состарившимся.

В январе-феврале 2000 г. внимание многих ученых сосредоточено на изучении гена alpha 1–3 gal transferase, который отвечает за отторжение чужеродных тканей иммунной системой человека.

Н. Стрельченко считает, что «...массовое производство младенцев технически очень трудно и дорого и по большому счету никому не нужно. Выращивать клонированных людей, что займет годы, с какими-то далекими целями – неоправданно, слишком много сил и средств придется затратить, а результат неизвестен. Младенцы на «органы» – тоже из серии дорогих «удовольствий», от которых в современных условиях выгода неочевидна. А опасность здесь не больше, чем опасность отлова людей на улицах. Хотя, возможно, мое мнение и не вписывается в общепринятое».

В начале февраля 2000 г. в СМИ появились первые сообщения о том, что овца Долли на самом деле не клонированное животное. Под сомнение был поставлен сам метод создания клонов. Несмотря на это, ученые Великобритании планировали начать эксперименты по клонированию с целью разработки новых подходов в диагностике и лечении серьезных наследственных заболеваний человека. С помощью клонирования предполагалось избавиться от некоторых серьезных заболеваний, например от рака.

В конце февраля 2000 г. ученые стали рассматривать клон как идентичного близнеца определенного человека, отсроченного во времени. Были рассмотрены предварительные законодательные акты, по которым клоны должны «официально иметь те же юридические права и ответственность, что и любое другое человеческое существо». Люди впервые задумались о необходимости законодательного регулирования в этой области.

В конце февраля 2000 г. Европейская патентная служба по ошибке выдала патент на клонирование человека. Эта новость потрясла весь мир.

Японские ученые осуществили клонирование животного, которое также появилось на свет в результате клонирования. Это был первый в мире клон клона.

С конца февраля 2000 г. группа ученых под руководством канадских биологов Майкла Сефтона и Джона Дэвиса начинала проводить эксперименты по выращиванию органов человеческого тела.

В начале марта того же года состоялся конгресс ученых из разных стран, основной темой обсуждения была возможность клонирования мамонтов.

Март 2000 г. в США ознаменовался первым в мире клонированием примата. Также в США был выведен генно-инженерный сорт табака, в листьях которого синтезируется человеческий гормон роста. В то же время в Эдинбурге прошла международная конференция, посвященная использованию генно-инженерных методов в производстве продуктов питания.

По мнению одного известного ученого, «.. человеку свойствен страх перед новым и неизведанным. Сейчас уже забыли, что в конце 70-х гг. мир всколыхнула гораздо более жаркая дискуссия о возможности клонирования людей, возникшая после успешного клонирования лягушек».

В институте Одюбона в Новом Орлеане были проведены эксперименты, в результате которых обычная домашняя кошка выносила и родила животных, принадлежащих другому биологическому виду.

В начале марта в Италии прошла серия протестов сторонников «Гринпис», выступавших против создания новых продуктов. К ним присоединились многие политические партии, также протестующие против использования при производстве продовольственных товаров генетически модифицированного сырья.

Несмотря на массовые протесты, генетически модифицированные продукты продолжают создавать. В середине марта 2000 г. ученые приступили к созданию клона козы, которая имела бы измененные гены, содержащие специальный фермент, предназначенный для производства сыра. Раньше этот фермент искусственно добавляли в молоко животного.

В 20-х числах марта 2000 г. в прессе появились сообщения о том, что российские ученые незаконно приступили к секретным экспериментам по созданию клонов людей. В это время весь мир официально отказался от попыток клонировать человека. Но, несмотря на это, подпольные разработки все же велись.

Правительство Японии выступило против такого положения дел и предложило ввести тюремное заключение или крупные штрафы для ученых, занимающихся подобными экспериментами.

В марте 2000 г. ученые биотехнологической компании PPL Therapeutics заявили о том, что генетические опыты в их исследовательском центре прошли успешно, и в результате им удалось получить 5 клонированных поросят.

Американские компании «Медарекс» и «Абгеникс» совместно открыли несколько биотехнологических лабораторий, где приступили к разработке уникального живого производства человеческих антител.

В конце марта 2000 г. в СМИ опубликовали сообщение о смерти подростка-добровольца, погибшего после введения ему чужеродного гена. Эта новость потрясла весь мир, после чего вновь начались массовые протесты против генных экспериментов. Национальный институт здоровья США временно приостановил финансирование исследований по генной терапии.

В последних числах марта 2000 г. японские ученые сообщили об удачном завершении опытов по клонированию отдельных органов. Им удалось клонировать глаза и уши лягушки.

В апреле 2000 г. стали появляться различные секты, члены которой утверждали, что являются потомками клонированных инопланетян. В разных странах были зафиксированы первые случаи сумасшествия. Вместо привычных уже исторических личностей больные стали считать себя клонами.

По мнению одного известного генетика, «...невозможно использовать ДНК мертвых клеток, а до трансгенных людей (например, с искусственно созданной зависимостью от наркотиков) так далеко, что и рассуждать нечего. Ну может быть – лет сто. И разговоры о нарушении этических норм тоже преждевременны, ведь копия личности и генетическая копия – это вещи разные. Личность должна быть сформирована. Тем более что генетическая копия тоже не может быть на 100 % идентична».

Продолжаются эксперименты, направленные на создание генетически модифицированных продуктов. Например, в Германии ученые создали пивные дрожжи с увеличенным содержанием гена LTP1. От наличия этого гена зависит, пенится пиво или нет.

В апреле 2000 г. американские ученые сделали сенсационное открытие, заявив, что некоторые виды животных могут быть генетически неклонируемы. Подобные выводы были сделаны после экспериментов над мышами. Это перечеркнуло мечту многих ученых возродить путем клонирования некоторые виды исчезнувших животных.

В конце апреля 2000 г. в США состоялось несколько выступлений представителей православной церкви, которые считали, что «...формы евгеники, включая манипулирование с человеческим генетическим материалом вне терапевтических целей, в нравственном отношении отвратительны и угрожают человеческой жизни и благополучию».

В 20-х числах апреля 2000 г. правительство Великобритании сняло запрет на клонирование эмбрионов. По мнению ученых, это поможет создать совершенно здоровые человеческие органы, необходимые для трансплантации. Польза от этого очевидна, а вероятность отторжения таких органов ничтожно мала.

В начале мая 2000 г. появились сообщения об использовании генетически модифицированного зерна в подсластителях, применяемых при производстве некоторых газированных напитков. Акционеры компаний по их производству выступили против этого.

В Австралии группа ученых попыталась клонировать тасманского тигра, вымершего много лет назад. После нескольких неудачных попыток им это удалось.

Правительство США пыталось ввести контроль над использованием генетически модифицированных продуктов питания. Во многих странах открывали секретные лаборатории, занимавшиеся разработкой новых генных технологий.

В мае 2000 г. прошел конгресс, на котором обсуждались перспективы использования технологии создания клонов в медицине.

Научный директор канадской Корпорации волновой генетики П. Гаряев рассуждает о генных экспериментах: «Природа этот механизм давно освоила. Когда отрастает оторванная клешня у краба или хвосту ящерицы, когда затягивается порез на вашей руке или восстанавливается раненая печень. Действительно, в чем-в чем, а в чудесах нам с природой тягаться трудно».

В начале 2001 г. прошла совместная пресс-конференция, в которой приняли участие Брижит Буаселье, президент компании Clonaid, основанной сектой разлитов, и ее итальянский партнер, врач Северино Антинори. Ученые заявили о решении объединиться и создать клон человека, рождение которого они запланировали на середину 2003 г.

В начале 2002 г. ученые PPL Therapeutics сообщили о том, что им удалось создать несколько клонов свиней, органы которых идеально подходят для пересадки человеку.

Другие лаборатории также занимаются этой проблемой. Например, сотрудники компании Imutran получили несколько особей свиней, в генетическом наборе которых отсутствует ген, ответственный за отторжение чужеродных тканей. Если удастся получить здоровые мужскую и женскую особи, их можно будет использовать для получения генетически чистого потомства, органы которого можно будет использовать для трансплантации.

27 декабря 2002 г. Брижит Буаселье провела в Голливуде пресс-конференцию, на которой заявила, что первый в мире клонированный ребенок уже родился. Якобы девочку родила 30-летняя жительница США. По мнению президента компании Clonaid, девочка родилась абсолютно здоровой. Б. Буаселье заявила, что течение беременности и сами роды были сняты на видео и независимая экспертиза может засвидетельствовать генетическую идентичность матери и ребенка. Тем не менее ни женщину, ни родившегося клона общественности так и не показали, а вскоре их местонахождение вообще стало неизвестным.

В январе 2003 г. вновь появилось сообщение о рождении еще одного клонированного ребенка. На этот раз эксперимент провел доктор Северино Антинори.

14 февраля 2003 г. погибло самое известное в мире клонированное животное – овца Долли. У животного развилась опухоль легких, и вскоре оно умерло.

По некоторым данным, Долли успела стать матерью 6 овец. Ягнята, в отличие от своей матери, появились на свет естественным путем.

Принято решение сделать из умершей Долли чучело и выставить его в Национальном музее Шотландии. Ученые планируют даже после смерти изучать клонируемое животное.

В настоящее время клонирование человеческих эмбрионов запрещено в США и Японии, в России также наложен пятилетний мораторий на генетические эксперименты такого плана. Остальные европейские страны в ближайшем будущем планируют принять законопроект о запрете клонирования человека.

По мнению Л. И. Корочкина, нельзя разработать единственно правильный метод клонирования. Ученый считает, что к клонированию различных организмов должен существовать свой собственный подход: «У некоторых организмов, например у известного кишечного паразита аскариды, генетический материал в будущих зародышевых клетках остается неизменным в ходе развития, а в других соматических клетках выбрасываются целые большие фрагменты ДНК – носителя наследственной информации. В красных кровяных клетках (эритроцитах) птиц ядра сморщиваются в маленький комочек и не работают, а из эритроцитов

млекопитающих, стоящих эволюционно выше птиц, вообще выбрасываются за ненужностью».

В настоящее время такое клонирование официально разрешено в Великобритании. В 2001 г. решением суда подобные эксперименты были запрещены, но правительство страны подало апелляцию, которая была удовлетворена.

Клонирование животных не запрещено ни в какой стране.

Особенности клонирования

На протяжении многих тысячелетий разведения животных человеку, видимо, не раз приходила в голову мысль о хозяйственной ценности животных – быстроходных лошадей, коров, свиней, овец, кур-несушек. Многие, наверное, не раз задумывались о смелой идее сделать таких животных «бессмертными» способом воспроизводства их в следующих поколениях в виде совершенно идентичных копий.

В действительности животные умирали, оставив после себя потомство, причем ни один из представителей не был идентичен ни одному из своих родителей также, как и его самого не повторял ни один из потомков последующих поколений.

Воспроизводство организмов, полностью идентичных уникальной по продуктивности особи, становится возможным лишь при условии, что генетическая информация матери будет передана дочерям без каких-либо изменений. Однако при естественном половом размножении этому препятствует мейоз. В процессе мейоза незрелая яйцеклетка, характеризующаяся двойным набором хромосом (диплоидная клетка), делится дважды, в результате чего возникают четыре гаплоидные клетки с одинарным набором хромосом.

Три из этих клеток дегенерируют, а четвертая, имеющая наибольший запас питательных веществ, становится яйцеклеткой. В силу своей гаплоидности у многих животных она развивается в новый организм. Это происходит в результате ее слияния с гаплоидным сперматозоидом (оплодотворение). Разумеется, организм, развивающийся из оплодотворенной клетки, приобретет признаки, определяющиеся взаимодействием материнской и отцовской наследственности. Таким образом, при половом размножении повторение матери в потомстве не представляется возможным.

Можно ли, несмотря на данную закономерность, сделать так, чтобы клетка развивалась только с материнским диплоидным набором хромосом? Теоретически эту задачу можно решить двумя способами: хирургическим и терапевтическим.

Ученые США сообщают о растущем числе случаев ухудшения здоровья клонированных животных. Этот факт может послужить предупреждением тем, кто стремится к человеческому клонированию. В интервью газете «Нью-Йорк тайме» эксперты в области клонирования пояснили, что у многих клонированных животных наблюдаются сердечные и легочные заболевания, а также нарушения функционирования иммунной системы.

Следует отметить, что второй метод был открыт значительно раньше русскими учеными. Зоолог Московского университета А. А. Тихомиров выяснил, что яички тутового шелкопряда под химическим воздействием начинают развиваться без оплодотворения. Однако это развитие останавливалось, поскольку эмбрионы погибали еще до вылупления личинок из яиц.

В 30-х гг. XX в. Б. Л. Астауров провел ряд исследований, которые впоследствии получили мировую известность, и подобрал термическое воздействие, которое одновременно активизировало неоплодотворенное яйцо к развитию и останавливало стадию мейоза. Таким образом диплоидное ядро яйцеклетки не превращалось в гаплоидное. Развитие с ядром, оставшимся диплоидным, заканчивалось вылуплением личинок с генотипом, аналогичным материнскому, включая пол. Таким образом, в результате амейотического партеногенеза были выведены первые генетические копии, идентичные матери.

Количество вылупившихся гусениц определялось жизнеспособностью матери. По этой причине у «чистых» пород вылупление гусениц оставалось в пределах нескольких

процентов, а у более жизнеспособных гибридов оно достигало 50 %. Несмотря на успешность эксперимента, автор этого метода был разочарован, поскольку потомство отличалось пониженной жизнеспособностью на эмбриональной и постэмбриональной стадиях развития (гусеница, куколка, бабочка). Развитие гусениц было неравномерным, многие из них были уродливыми, а свитые ими коконы существенно различались по массе.

Позже метод был усовершенствован путем гибридизации между селекционными линиями. Таким образом, появилась возможность повышения жизнеспособности клонов, однако довести до нормального уровня другие характеристики не удалось. Масса партеногенетических коконов не превышала 82 % от массы нормальных коконов этого генотипа.

Несколько позже были установлены причины партеногенетической депрессии и выведены новые клоны самок, отличающиеся высокой жизнеспособностью. Вскоре с помощью методов, позволяющих накапливать гены партеногенеза, были выведены и клоны самцов с высоким уровнем жизнеспособности. Следует отметить, что депрессия у тутового шелкопряда значительно меньше, чем у млекопитающих животных. У последних яйцеклетка с диплоидным ядром, полученная в результате слияния двух женских или двух мужских гаплоидных ядер, не развивается в организм.

В результате скрещивания жизнеспособных самцов с клонами их «матерей» или склонными к партеногенезу самками других клонов было выведено потомство с большей склонностью к партеногенезу. От наиболее жизнеспособных самок получали новых клонов.

В результате многолетнего отбора в генотипе селективируемых клонов было накоплено большое число генов, обладающих высокой жизнеспособностью и склонностью к партеногенезу. Вылупление гусениц достигло 90 %, а их жизнеспособность увеличилась до 100 %. Следует отметить, что клоны опередили в этом отношении обычные породы и даже гибриды. В дальнейшем было произведено скрещивание двух генетически отличающихся клонов разных рас и от лучших гибридных самок были выведены наиболее жизнеспособные клоны.

Однако, несмотря на важное научное значение полученных результатов, для практики вышеописанные клоны были непригодны. Самки шелкопряда съедают на 20 % больше листа шелковицы, в то время, как их коконы содержат на 20 % меньше шелка. Таким образом, более выгодным с экономической точки зрения было бы разведение только самцов. А возможно ли клонирование самцов? Этот вопрос важен не только в шелководстве, но и во многих других отраслях животноводства.

Животный мир разделен на две группы. У одной группы женский пол определяется наличием в генотипе двух одинаковых половых хромосом (XX), а мужской – разных (XY). Другая группа характеризуется женскими хромосомами XY и мужскими XX. В первую группу входят человек, сельскохозяйственные животные, а также ряд других менее высокоорганизованных животных, например муха дрозофила. Ко второй группе относятся некоторые виды бабочек, в том числе и тутовый шелкопряд.

По мнению ученых, клонирования в большинстве случаев вызывает сбой случайного характера на уровне индивидуальных генов. Например, некоторые клонированные мыши сначала развивались соответственно норме, а затем резко набирали вес.

Неудивительно, что из неоплодотворенных яиц сельскохозяйственных животных нельзя получить самца, поскольку в женском ядре нет хромосомы Y. Таким образом, клонирование самца возможно только путем пересадки его диплоидного яйца, взятого из пригодной для данной цели ткани тела, в безъядерную яйцеклетку.

Что касается клонирования тутового шелкопряда, это стало возможным после того, как были получены уникальные самцы. У некоторых особей парные гены были идентичными, то есть гомозиготными. На начальном этапе такие самцы клонировались особым мужским

партеногенезом (андрогенезом). Это выполнялось следующим образом. Путем воздействия гамма-лучей и высокой температуры ядро яйца лишали способности к оплодотворению. Ядро проникшего в такое яйцо сперматозоида, не найдя жизнеспособного женского ядра, удваивалось и приступало к развитию мужского зародыша, повторяющего генотип отца.

Таким образом выводились мужские клоны в десятках поколений. Впоследствии один из таких клонов был преобразован в обоеполюю линию, включающую генетически идентичных (за исключением пола) самок и самцов. По причине того что основоположником данной линии являлся полностью гомозиготный самец, полученный в результате размножения, приравненного к самооплодотворению, он сам и линия двойников обоих полов имели пониженную жизнеспособность. В результате скрещивания двух таких линий были получены гибридные, а соответственно, высоко жизнеспособные двойники.

Данные результаты не соответствуют трудоемким методам такого же назначения у других животных. Число их двойников ограничивается единицами. Полученные двойники были очень полезны для самых точных исследований, результаты которых не завуалированы генетическим разнообразием подопытных шелкопрядов, как это происходит с обычным гетерогенным материалом. В настоящее время подобные исследования проводятся с достаточной достоверностью на гораздо меньшем числе особей, чем ранее.

Таким образом, можно сделать вывод, что выведенные клоны шелкопряда обоих полов непригодны для практического шелководства. Однако данные результаты могут быть использованы не непосредственно в шелководстве, а с целью получения потомства, обладающего большей степенью продуктивности, чем при обычном половом размножении.

Эксперимент с Долли стоил ученым около 50 тысяч долларов.

Очевидно, что, прежде чем подобные эксперименты станут менее убыточными с экономической точки зрения, нужно значительно повысить их продуктивность.

Ниже будет описана примерная схема использования клонов в промышленном шелководстве. Из большого количества коконов выбираются те, в которых развиваются самки, обладающие наибольшей степенью продуктивности, и от каждой самки выводится партено-генетическое потомство. В дальнейшем используются партеногенетические коконы, представляющие наибольшую продуктивность матерей и проявляющие высокую склонность к партеногенезу. После этого проводится скрещивание с определенными клонированными самцами, и из полученного поколения гибридов выбираются для производства клоны, дающие наиболее ценное во всех отношениях потомство.

Высокие качества потомства определяются не только предшествующей селекцией, но и тем, что в процессе отбора особей на признак высокой склонности к партеногенезу в их генотипе образуется комплекс генов жизнеспособности, компенсирующий негативное влияние искусственного размножения. В случае перевода клонов на половое размножение данный комплекс оказывается несбалансированным и в значительной степени повышает гетерозис.

Таким образом, для скрещивания в промышленных целях были взяты наиболее уникальные самцы и получен только один, более продуктивный мужской пол. Представленная схема нового типа разведения шелкопряда увенчалась 3 впервые полученными достижениями экспериментальной биологии:

- использованием генетических копий;
- массовым получением нужного пола;
- высокой степенью повышения гетерозиса.

Следует отметить, что, благодаря использованию женских партеноклонов в промышленном шелководстве полностью исчезают сложности с выведением урожайных гибридов

стоцентной чистоты. Дело в том, что в данном случае полностью исключается трудоемкое и неточное разделение по коконам племенных самок и самцов для межпородного скрещивания. Имеется огромное количество генетических копий матери, отца, сестер и братьев, и первые из них уже доведены до промышленного использования.

В настоящее время в кругах генетиков ведутся споры о том, действительно ли клонированные животные живут меньше, чем их собратья, зачатые и рожденные естественным путем.

Данная схема прошла государственные испытания в ряде стран с высоким уровнем развития шелководства и рекомендована для практического применения, поскольку дает возможность увеличения выхода шелка-сырца более чем на 30 %. Следует также отметить, что метод повышения гетерозиса является очень эффективным не только в отношении животных, но и растений. Например, данный метод был успешно использован селекционером В. Д. Наволоцким при выведении нового сорта ячменя.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что клонирование оказалось достаточно эффективным в шелководстве. Не вызывает сомнений тот факт, что следует разрабатывать совершенные методы клонирования других сельскохозяйственных животных.

Возможно, описанная схема использования не самих клонированных животных, а их потомства была бы эффективной применительно к крупным сельскохозяйственным животным. В настоящее время сперма многих племенных быков заморожена на долгие годы. Если в результате осеменения этой спермой коров получится хорошее потомство, то с целью его воспроизводства в ряде поколений следует клонировать только коров. Если их генетические копии будут неполноценными в каком-либо отношении, при хороших условиях содержания животных и использования их для гибридизации это не будет иметь принципиального значения.

Как говорилось выше, клонировать млекопитающих можно и другим – хирургическим – способом. Хирургический способ основан на замене гаплоидного ядра в яйцеклетке на диплоидное ядро, полученное из клеток эмбрионов. Эти клетки еще не являются дифференцированными, то есть закладка органов еще не началась, поэтому их ядра могут заменить функцию диплоидного ядра только что оплодотворенной яйцеклетки.

Именно таким методом У. Р. Бриггс и Т. Дж. Кинг (США, 1952 г.), Д. Б. Гордон (Англия, 1960 г.) получили генетические копии лягушки, а ученый из Швейцарии К. Ильмензее – клон мыши. Наконец, в XX в. шотландец Я. Вильмут с помощью хирургического метода создал всемирно известную овцу Долли, являющуюся генетической копией своей матери.

Успех был обусловлен тем, что вместо инъектирования нового ядра использовалось воздействие, способствующее слиянию лишней ядра яйцеклетки с обычной неполовой клеткой. После этой операции яйцеклетка с оплодотворенным ядром развивалась, как оплодотворенная. Разумеется, судить о преимуществах и недостатках клонирования по одной овце рано. Однако несомненно является важным то, что хирургический метод позволяет взять ядро клонируемой особи в зрелом возрасте, когда уже известны важнейшие для человека хозяйственные признаки.

Таким образом, проблема клонирования становится все ближе к человеку. Это насторожило общественность и спровоцировало острые противоречия о правомерности такого радикального вмешательства в природу человека. Разумеется, для решения проблемы клонирования человека предстоит пройти труднопреодолимые препятствия. Достаточно вспомнить сложности и разнообразие методов при получении жизнеспособных клонов тутового шелкопряда.

И все таки мысль клонировать гениев человечества остается весьма заманчивой. Человечество уже давно не подвержено ни естественному, ни искусственному отбору. Последний

не представляется возможным по ряду биологических и этических причин. Можно предположить, что искусственный отбор по интеллектуальным способностям привел бы к поразительным результатам. Однако нет гарантии, что индивидуумы со сверхинтеллектом не будут неполноценными в каком-либо другом отношении, как это часто происходит при клонировании животных. Дело в том, что переразвитие какого-либо одного признака практически всегда снижает другие жизненно важные показатели, например жизнеспособность.

Воспроизводство генетических копий человека стало бы в один ряд с величайшими достижениями науки, однако разработка методов клонирования на человеке должна быть запрещена до тех пор, пока на животных не будет доказано, что хирургический метод клонирования не ведет к пагубным последствиям, влияющим на здоровье генетической копии. Любые отклонения от нормы со знаком минус будут трагедией для человека-копии, которого не выбракуешь, как это делается с сельскохозяйственными животными.

Даже если будет разработан уникальный во всех отношениях метод получения идентичной копии, проблема клонирования не будет решена. В данном случае следует задуматься над вопросом: повторит ли копия гениальность оригинала. В соответствии с законами двух основных разделов генетики – наследственности и изменчивости – становление любого наследственного признака происходит под воздействием двух факторов – генов и среды. Роль данных факторов не одинакова, поскольку в развитии качественных признаков среда играет менее важную роль, чем при формировании количественных. В последнем случае процент участия среды устанавливается статистически.

Интеллект является особым свойством, и в данном случае статистика и математика не помогут. Поэтому причинно-следственная зависимость уровня интеллекта до сих пор остается предметом дискуссий. Некоторые исследователи придерживаются мнения, что роль наследственности при формировании интеллекта не имеет существенного значения.

В данном случае имеет смысл вспомнить слова великого русского писателя А. П. Чехова, которые он сказал в повести «Степь» устами старика Пантелея: «Ум хорошо, а два лучше. Одному человеку Бог один ум дает, а другому два ума, а иному и три... Один ум, с каким мать родила, другой от учения, а третий от хорошей жизни».

Первый ум, о котором говорил писатель, – наследственные факторы, полностью повторяющиеся в генетической копии. Обучение является двигателем для развития интеллекта, поскольку без него даже самые гениальные задатки останутся нереализованными. Различное влияние среды на оригинал дает основание предположить, что гениальность человека не повторится в копии по причине различных условий жизни оригинала и его копии.

Разумеется, данное предположение можно опровергнуть, ведь известно, что влияние среды, напротив, оказывается положительным. Кроме того, заранее зная направленность одаренности гения, можно создать такие жизненные условия, чтобы они с раннего детства способствовали полной реализации задатков.

Европарламент планирует ввести запрет на эксперименты с полученными из человеческих эмбрионов клетками, несмотря на то, что первые результаты данных экспериментов оказались многообещающими в плане лечения сложных заболеваний. На данный момент подобные эксперименты разрешены только в Великобритании. Что касается других стран Евро-союза, эксперименты с человеческими эмбрионами либо запрещены, либо законодательство в данной области отсутствует.

На основании вышеизложенного, можно надеяться не только на полную неповторимость таланта копии, но даже на некоторую степень превосходства над оригиналом при нужном воспитании. Однако данный прогноз не был оправдан экспериментальными данными ученых.

Проводя исследования на целом ряде резко отличающихся между собой особей клонов, ученые выяснили, что, несмотря на одинаковые генотипы и условия разведения, члены одного клона сильно различаются по ряду признаков (величина, продуктивность, плодовитость). В случаях с клонами это разнообразие больше, чем при работе с генетически разнообразными популяциями.

В соответствии с анализом, эта ранее неизвестная изменчивость является следствием ошибок в построении отдельных органов и в итоге всего организма. Копии не всегда соответствуют оригиналу, то есть генотипу. Ошибки в построении органов являются случайными, но их общее число определяется жизнеспособностью организма, которая, в свою очередь, обусловлена качеством наследственности, способом размножения (естественный или искусственный) и условиями обитания. Чем эти факторы лучше, тем меньше вероятность ошибки.

В силу случайности в генетически идентичных организмах может быть найдено различное количество ошибок, и это является источником разнообразия. Данный тип изменчивости ученые называют дефекто-онтогенетической. Она существенна не только в клонируемом потомстве, но и в потомстве, полученном в результате полового размножения.

Если учитывать эту особенность в аналитических и экспериментальных исследованиях, целый ряд явлений может быть более верно истолкован. На данный момент ученые пытаются разобраться в том, насколько велико влияние этой изменчивости на повторяемость родительских свойств в их генетических копиях.

По теории вероятности у большинства родителей и их копий накапливается среднее число ошибок. По этой причине копии, как правило, являются достаточно точным повторением своих оригиналов. В том случае, если у оригинала, от которого был выведен клон, в процессе онтогенеза (развития) возникло относительно большое количество ошибок, депрессированные ими свойства у потомков окажутся лучше, чем у родителя. При этом от тех оригиналов, где наблюдается меньшее количество ошибок, получаются худшие копии.

Как и при вегетативном размножении, так и при клонировании гены не распределяются по потомкам (как это бывает при половом размножении), а сохраняются в исходном составе в течение многих поколений. Все организмы, входящие в состав определенного клона, характеризуются одинаковым набором генов и фенотически не различаются между собой.

В свою очередь, ошибками будет сопровождаться онтогенез клонированных потомков. Число этих ошибок и степень их пагубности сформируют среди копий разнообразие по тем или иным признакам. Таким образом, отдельные особи в большей или меньшей степени будут отличаться от оригинала. Сложно сказать о максимальной величине данных различий, поскольку еще не установлена степень чувствительности мозга к ошибкам в формировании как его самого, так и организма в целом.

Разумеется, ответ на этот вопрос не может быть получен опытным путем на животных. Однако оптимальным для человека решением проблемы являются сравнительные исследования однояйцевых близнецов. Для этого должны быть привлечены уже имеющиеся данные и заново определена степень интеллектуального сходства с помощью тестов.

В том случае, если разница между близнецами окажется значительной, копии гениальных людей также должны отличаться от своих оригиналов. Следует отметить, что данные исследования целесообразно проводить на близнецах-детях, когда еще не отложились отпечатки различных влияний среды.

Выдающиеся природные задатки обнаруживаются уже у маленьких детей, когда учеба и воспитание еще не успели на них сказаться. Данное утверждение подтверждается многими фактами. Например, практически все выдающиеся шахматисты добивались успеха в

данной области еще в пятилетнем возрасте, а повзрослев, только довели свой талант до совершенства.

Линии на коже на подушечках пальцев и ладоней однояйцевых близнецов одинаковы – неадаптивный признак, а в строении мозга сходство является полным – адаптивный признак. Таким образом, при рождении близнецы равны по интеллектуальным способностям. Так, не используя запрещенные эксперименты на человеке, можно получить ответ о возможности воспроизводства его в виде клонов.

Следует отметить, что пока нет опытов по клонированию млекопитающих мужского пола. Для этого подходит только хирургический метод. Для получения мужских копий необходимо подобрать ткань, ядра клеток которой, будучи пересаженными в яйцеклетку, развились бы в организм.

Можно предположить, что, если на пути клонирования не возникнет сложностей биологического характера, то проблема будет заключаться в возражениях этического и юридического характера. Однако не так давно такие же возражения высказывались против искусственного осеменения. В некоторых странах оно и сейчас запрещено, в то время как в других уже изменило жизнь множества бесплодных людей.

По своей сути и принципам клонирование мало чем отличается от искусственного осеменения. Однояйцевые близнецы являются прототипом будущих генетических копий человека с той лишь разницей, что близнецы появляются на свет один за другим, а копии – через 20 лет после оригинала.

Партеногенез

В данном разделе мы расскажем о партеногенезе у животных. Размножение растений путем партеногенеза меркнет перед их способностью регенерировать генетически идентичный растительный организм из практически любой клетки собственного тела. Это является примером соматического клонирования и бесполой репродукции (если для регенерации взята не половая клетка). В данном случае нередко возникает путаница, поскольку партеногенез часто относят к бесполому размножению.

Даже в старой русской литературе по зоологии партеногенез был отнесен к половой репродукции. И это неудивительно, поскольку развитие в данном случае происходит из яйца, являющегося специализированной женской половой клеткой. Все так же, как и в случае нормального полового размножения, с той лишь разницей, что исключается участие мужской гаметы-сперматозоида.

Общие представления о партеногенезе

Итак, чем же интересно в настоящее время партеногенетическое развитие? Должно быть тем, что данный метод предусматривает развитие яйца без оплодотворения, то есть слияния женского и мужского ядер, ведущего к образованию зиготы. Для начала рассмотрим процессы, происходящие в яйце, и определим суть партеногенеза.

Запуск процессов в яйце называется активацией. Активация может быть спровоцирована различными агентами. Один из них, наиболее привычный для нас – сперматозоид. Без активации яйца не происходит развития, без сперматозоида оно возможно как в естественных, так и в искусственно созданных условиях.

Сложность в данном вопросе возникает в основном по той причине, что мужская гамета считается неотъемлемым пусковым агентом развития. На практике участие сперматозоида в запуске развития связано со многими другими факторами. Без них сперматозоид не может выполнить свою функцию даже будучи помещенным внутрь яйца, например, с помощью микропипетки.

Активация яйца представляет собой сложный процесс со множеством нюансов и тонкостей. Он сложен не только потому, что состоит из множества биохимических процессов. Основная сложность заключается в его протекании во времени и пространстве, больше очевидном при нормальной активации посредством оплодотворения. Сперматозоид до встречи с яйцом должен пройти так называемую ступенчатую активацию. Это необходимо для того, чтобы мог произойти контакт с рецепторами плазматической мембраны яйца. Следствием данного взаимодействия является множество реакций внутри яйца, завершающихся слиянием яйца со сперматозоидом и образованием ядра зиготы.

В случае отсутствия оплодотворения сперматозоиду вместе с вышеописанной ступенчатой активацией в процессе взаимодействия с яйцом остается только его активирующая функция. В данном случае речь идет о типе партеногенеза, который называется гиногенезом. Суть процесса можно объяснить на примере серебристого карася. Его икринки могут быть осеменены самцами других видов рыб. Чужие сперматозоиды проникают в яйцо карася, активизируют его, но вскоре резорбируются, не принося в женское ядро наследственного материала. Осеменение, то есть процесс проникновения спермия в яйцо, и активация клетки имеют место, однако оплодотворение в данном случае не происходит, поскольку нет слияния женского и мужского ядер.

Его нет и при другом варианте партеногенетического осеменения – андрогенезе. Его можно наблюдать в тех случаях, когда развитие протекает на основе ядра сперматозоида, а женское ядро выведено из развития тем или иным образом. Если та же операция выполняется с фрагментом яйца, развитие называется мерогенезом (мерогонией).

Всемирно известные создатели овцы Долли первыми в Великобритании получили официальное разрешение на создание стволовых клеток из оплодотворенных яйцеклеток человека. Созданные исследователями клетки планируется использовать для изучения врожденных заболеваний и испытаний новых лекарственных препаратов. Метод получения стволовых клеток теоретически может быть использован для клонирования человека, однако это запрещено законами Великобритании.

Следует затронуть вопрос о том, что происходит в случае перехода какого-либо вида животных от обоеполого к однополному размножению в отсутствие осеменения. Не вызывает сомнений, что потомство оставят лишь одиночные женские особи, у которых имеется в

силу изменчивости способность к полному партеногенезу. Неотъемлемым моментом нового способа полового размножения станет активация яйца отличным от сперматозоида фактором. Это может быть один из компонентов преактивационного процесса, который обеспечивает эффективность активации яйца сперматозоидом до внезапного исчезновения самцов из окружающей среды.

Однако перечисленных моментов недостаточно для дальнейшего развития. В активированной яйцеклетке с ядерного аппарата снимается блок, который устанавливается на заключительном этапе оогенеза в процессе созревания. В большинстве случаев деблокирование ядерного аппарата отождествляют с процессом активации.

Однако оно составляет только малую часть всех изменений, происходящих в процессе активации. Происходит возобновление процесса мейоза, остановленного в результате блокирования на определенной, характерной для данного вида стадии. Мейоз приводит к образованию женского пронуклеуса, вмещающего половину хромосомного набора генетического материала матери.

В случае нормального оплодотворения сразу после этого начинается сближение женского и мужского пронуклеусов, которое возможно только в активированном яйце. Оно завершается их слиянием и образованием ядра зиготы.

В случае отсутствия сперматозоида активация яйца может произойти с помощью другого агента. Активационные процессы в яйце, скорее всего, будут отличаться от тех, которые были вызваны мужской гаметой своего вида. Однако развитие может дойти до формирования женского пронуклеуса, который без участия мужского пронуклеуса не способен обеспечить нормальное развитие. В силу этого партеногенетический эмбрион обречен на гибель.

В результате у одних форм женский пронуклеус оказался способным поддерживать все морфогенетические процессы развития с половинным количеством наследственно материнского материала, а в других случаях (они более многочисленны) были обнаружены отклонения в ходе мейоза, приводящие к восстановлению нормального количества хромосом в ядре, с которого начинается дробление, например слияние женского пронуклеуса с одним из полярных телец, образующихся в ходе мейоза.

Следует учитывать функции сперматозоида в естественном варианте оплодотворения. Кроме того, проникая в зрелое яйцо, сперматозоид запускает в нем процесс активации.

Сперматозоид доставляет в яйцо материал, из которого он построен, точнее, его плазматическая мембрана включается в плазматическую мембрану яйца, его ядро преобразуется в мужской пронуклеус. Следует отметить, что центриольно-аксонемный аппарат и митохондрии могут принимать активное участие в процессе активации.

Таким образом, первая функция сперматозоида независима от второй, в то время как вторая не может начаться и завершиться в случае отсутствия первой. По этой причине развитие может осуществляться без оплодотворения, однако никакое развитие не представляется возможным без активации живой системы.

В настоящее время партеногенез можно рассматривать как стимулируемую способность к развитию любых живых систем, независимо от того, связана ли данная способность с осеменением.

История партеногенеза

Термин «партеногенез» был введен в 1849 г. известным зоологом Ричардом Оуэном. Под партеногенезом Оуэн понимал способность части клеточного потомства первичной оплодотворенной зародышевой клетки (яйца) сохранять достаточную силу для воспроизведения индивидуумов при отсутствии повторения акта оплодотворения. Под это определение подпадало возобновление листьев из почек, явления регенерации (например, восстановление хвоста у ящерицы), а также все варианты бесполого размножения.

Еще до появления термина «партеногенез» в 1737 г. французские естествоиспытатели Реомюр и Бонэ выявили и доказали способность тли к бесполому размножению. В данном случае развитие происходило без участия особей мужского пола. Однако в течение 100 лет после этого открытия ведущей была точка зрения Трамбле, который считал, что в случае девственного размножения осеменение все же однажды произошло. По его мнению, случившегося спаривания было достаточно на несколько поколений вперед. В 1839 г. было доказано, что у живородящей тли, в отличие от яйцекладущих, отсутствует семяприемник. Что касается Реомюра и Бонэ, то они относили данное явление к гермафродитизму без спаривания.

Исследователи рассматривали живородящую тлю как бесполою стадию, обладающую способностью к размножению путем внутреннего зародышеобразования, подобно почкованию у растений. Чтобы подчеркнуть предположительное развитие не из яйца, яичники тли называли зародышниками и утверждали чередование в их жизненном цикле полового и бесполого размножения.

Основная заслуга в определении партеногенеза принадлежит Теодору Эрнсту фон Зибольду. о партеногенезе он писал следующее: «Я понимаю под партеногенезом не размножение посредством кормилицеподобных и личиночных существ, но размножение через действительных самок, то есть особей, обладающих функционирующими женскими половыми органами и могущих без предшествующего спаривания производить неоплодотворенные, способные к развитию яйца». После этого бесполое размножение, чередование поколений и регенерация перестали входить в число явлений, определенных как партеногенез Оуэном.

Следует отметить, что в определении Зибольда говорится о способных к развитию неоплодотворенных яйцах, что предполагает их стимуляцию к развитию каким-либо агентом и побуждает исследователей к поиску универсальных механизмов данной способности к развитию методами экспериментальной биологии. Поиски привели к развитию искусственного партеногенеза сначала у тутового шелкопряда, а позже у других животных.

В течение долгого времени ученые, занимающиеся тутовым шелкопрядом, не раз сталкивались с вылуплением личинок из яиц, отложенных заведомо неосемененными самками. Следует отметить, что данные наблюдения никогда не принимались во внимание учеными, работавшими с тутовым шелкопрядом. Дело в том, что это явление было настолько редким, что проще было предположить погрешности в наблюдении.

Профессионалы до середины прошлого века проводили объемные исследования разных пород, рас и линий, что позволило сделать вывод о том, что партеногенетическое развитие яиц без видимых причин (спонтанное развитие) происходит крайне редко. В данном случае имеется в виду полное развитие, завершающееся вылуплением личинки (под полным развитием понимается развитие до стадии репродуктивно полноценной бабочки). Если принимать во внимание данное утверждение, частота полного партеногенеза снизится примерно в 2 раза.

У моноvoltных шелковичных червей цвет развивающихся яиц уже через сутки начинает изменяться с желтого на розовый, а затем темно-серый. Такая окраска яиц характерна для диапаузы. Для возобновления развития в следующем году яйцам необходимо пройти

охлаждение при температуре домашнего холодильника в течение 4 и более месяцев. Изменение окраски объясняется тем, что в ходе развития зародыша под поверхностью яйца образуется однослойная серозная оболочка. Ее клетки постепенно заполняются гранулами пигмента меланина, которые все больше закрывают наполняющий яйцо желток.

Если учитывать величину кладки и процент имеющихся в ней пигментированных яиц, можно с достаточной точностью оценить качество большого количества кладок. Благодаря этому можно отобрать самые лучшие кладки, в которых только единичные яйца по каким-либо причинам не развиваются и остаются желтыми.

Учеными было замечено, что самки, оставленные без самцов, плохо откладывают неосемененную грену. Данный процесс, как правило, растягивается на неделю и более, часть яиц обнаруживается в овариолах погибших бабочек.

Частичная пигментация яиц, не соответствующая норме, не могла остаться незамеченной в течение многих веков. Следует отметить, что такая пигментация приближается к нормальной крайне редко. Именно из таких яиц могут появиться личинки с указанной выше частотой.

Таким образом, любая степень пигментации яйца тутового шелкопряда является признаком начавшегося развития, даже если причины, вызвавшие его, остаются неизвестными. Данный вывод использовал в своих опытах с шелковичными червями в 1886 г. русский зоолог А. А. Тихомиров. Именно он открыл у животных искусственный партеногенез, то есть развитие неоплодотворенного яйца под воздействием искусственного раздражителя.

В своих опытах ученый доказал активирующее действие на неоплодотворенные яйца сильной серной кислоты, электризации посредством трения и горячей воды. Следует отметить, что найденные Тихомировым активаторы во многих случаях существенно повышали процент пигментированных яиц в обработанных пробах. Однако пигментация в большинстве случаев была неполноценной и имела отклонения от нормы. Это соответствовало уродливому развитию зародыша внутри яйца и отсутствию вылупившихся гусениц в обработанной грене.

Заключение Тихомирова сводилось к тому, что практическое применение искусственного партеногенеза не представляется возможным. Само явление он объяснял тем, что искусственный раздражитель заменяет собой раздражение, которое вызывает сперматозоид после проникновения в яйцо. Согласно теории Тихомирова, искусственный партеногенез представляет собой проявление раздражимости – внутреннего свойства всего живого.

Мы уже говорили о двойной функции сперматозоида в процессе оплодотворения. Четкое представление об этой функции было и у Тихомирова, поэтому уродливое развитие искусственно активированного яйца без материала сперматозоида не было для него удивительным. Оно, напротив, подчеркивало необходимость материала мужской гаметы для развития яйца и делало работу с искусственными раздражителями бесперспективной.

Если активирующие агенты способствуют увеличению процента развивающихся яиц по сравнению с контролем, чем же тогда вызвана их активация в самом контроле? Скорее всего, в данном случае играют роль какие-либо неизвестные внешние факторы. Эта точка зрения согласуется с мнением Тихомирова о влиянии на способность яиц к партеногенетическому развитию. Она соответствует и мнению других исследователей о влиянии условий среды, сезона выкормки, качества скармливаемого гусеницам листа шелковицы на уровень спонтанного партеногенеза.

Тихомиров выявил методический прием, который определил успех всех последующих исследований, связанных с партеногенезом тутового шелкопряда. С целью последующей обработки он извлек зрелые яйца из яйцевых трубок девственных бабочек. Таким образом ученый решил 2 проблемы. Во-первых, отпала необходимость ждать, пока неосемененные самки отложат необходимое для опытов количество неоплодотворенной грены. Кроме того,

пробы синхронизированных яиц можно отбирать подходящей меркой. Во-вторых, ликвидировались внешние факторы, оказывающие воздействие на яйцо при откладке. Появилась возможность контролировать саму процедуру извлечения.

В 1903 г. Тихомиров прекратил опыты по искусственному партеногенезу. К тому времени они уже широко проводились на других животных объектах, в частности на морских беспозвоночных. Открытие искусственного партеногенеза дало исследователям возможность предположить, что может быть найден способ замены живого сперматозоида хорошо известными физико-химическими факторами.

Это помогло бы выяснить причины, вызывающие развитие яйца при условии его естественного взаимодействия со спермием.

Данный вид взаимодействия приводит в первую очередь к активации яйца. Этот процесс более доступен для наблюдения у морских беспозвоночных, чем на яйцах тутового шелкопряда. По этой причине исследования механизмов естественной и искусственной активации яйца были перенесены с тутового шелкопряда на морского ежа, а затем на земноводных и млекопитающих.

Впоследствии сторонниками физико-химического направления проводились опыты по поиску заменителей действия сперматозоида на яйцо. Например, Жак Леб полагал, что причиной деления клеток является несоответствие между запасными веществами цитоплазмы и хроматиновым веществом ядра. Действие сперматозоида заключается в запуске и ускорении синтеза хроматина ядра из веществ цитоплазмы. Положительный катализатор, привносимый спермием в яйцо, не был обнаружен, поэтому ученые предположили возможность наличия отрицательного катализатора в самом яйце. Этот блок устраняется сперматозоидом в процессе оплодотворения. При естественном партеногенезе этот блок отсутствует, а при искусственном нейтрализуется в результате действия подобранного агента.

Леб постепенно усложнил процедуру активации яиц морского ежа и вывел двухступенчатый метод искусственного партеногенеза. Первый этап состоял в выделении оболочки оплодотворения под действием цитологического агента, в качестве которого использовалась валериановая или масляная кислота. После этого начавшееся развитие доводили до нормы путем непродолжительного действия гипертонического раствора морской соли, вызывающего образование дополнительного центриольного аппарата (астросферы). Это необходимо для нормального деления яйцеклетки. Используя данный метод, Леб получил большое количество партеногенетических личинок и пришел к выводу, что метод воспроизводит действие сперматозоида.

По мнению Леба, сперматозоид вносит в яйцо как литический, так и корректирующий фактор. Однако нередко результаты исследований не соответствовали представлениям ученого. Помимо этого, литические и корректирующие явления внутри яйца не подлежали толкованию в физико-химических понятиях.

Ученые считали, что основой деления клеток является процесс периодического желатинирования и разжижения цитоплазмы. На этом основании исследователь партеногенеза Ив Деляж решил запустить развитие яйца, вызвав данные изменения искусственным путем, и добился положительных результатов при использовании в качестве раздражающих агентов таннина и аммиака. В результате эксперимента практически все яйца начали развиваться, многие достигли стадии личинки, а некоторые и взрослого состояния.

Известный исследователь процесса оплодотворения Лили полагал, что опыты Деляжа основаны не на теории активации, так как процессы, лежащие в основе явления, только сопровождают активацию, но не являются ее причиной. О теории активации действительно говорить не приходилось, а свойство механизма активации – освобождение от блокирования под действием чередующихся обработок танином и аммиаком – имело место.

Взрослые партеногенетические особи могли быть получены у амфибий путем травматического партеногенеза, при котором яйцо укалывали иглой. Этот метод, открытый Ю. Батайоном, успешно используется и в настоящее время. Автор метода считал, что активация в данном случае состоит из двух этапов. Сначала с помощью укола вызывается сокращение оболочки яйца, что приводит к выделению из него вместе с жидкостью веществ, блокирующих развитие. Затем из клеточных фрагментов, вносимых в цитоплазму в области укола, образуется центриольный аппарат, осуществляющий первое деление дробления.

Немецкий биолог Теодор Бовери полагал, что активация в данном случае обусловлена тем, что сперматозоид приносит в яйцо необходимый клеточный орган – центросому. Что касается травматического партеногенеза, он может быть рассмотрен как подтверждение центросомной теории Бовери, однако в других случаях партеногенеза привнесение центросомы извне не имеет места. Поэтому считается, что партеногенез доказывает ошибочность теории Бовери.

С течением времени исследования процессов активации ядра распространились и на другие более высокоорганизованные объекты и приобрели характер качественного анализа. Например, на яйцах морской звезды было доказано, что образование оболочки оплодотворения и развитие личинки происходят в различной степени в соответствии с дозой и схемой приложения температурного воздействия. Исследователи заключили, что процесс активации яйца с помощью прогревания зависит от определенного критического изменения в яйце, начинающегося при температуре 29 °С. Данное изменение, ускоряющееся при более высокой температуре, может быть вызвано как разовым, так и множественным приложением температурной дозы.

Часть дозы может быть заменена воздействием других агентов, например слабых кислот. Процесс активации с помощью прогревания изучался в соответствии со степенью зрелости яйца, содержанием в нем кислорода и цианидов. Ученые заключили, что основой активирующего компонента является образование кислоты внутри яйца.

Рядом исследований было доказано, что неидентифицированная кислота образуется в яйце в процессе оплодотворения и при воздействии активаторов искусственного партеногенеза или при хранении в анаэробных условиях. Исследования в области искусственной активации морских беспозвоночных привели к установлению важной роли кальция в активационных процессах. В процессе активации кальций имеет значение как вне яйца, так и внутри него.

Позднее, опираясь на накопленные данные, Пастельс предположил теорию активации, основанную на центральной роли кальция. Согласно данной теории, активация заключается либо в увеличении проницаемости яйца для ионов кальция, либо в изменении равновесия свободного и связанного кальция внутри яйца. После этого Л. Гейльбруном была представлена теория реактивности клетки. Ученый предполагал, что реактивность клетки и активация яйца объясняются переходом кальция из кортекса, где он был связан с протеиновым гелем, внутрь клетки под воздействием различных активаторов, включая сперматозоид, в случае с яйцеклеткой. В результате перемещения кальция происходит уменьшение плотности кортикального слоя (разжижение) и желатинизация нужного слоя ооплазмы. Описанный процесс является важнейшей характеристикой активации.

Доктор Панайотис Завос сообщил о том, что готов вырастить ребенка из замороженного десятиклеточного клонированного эмбриона. Как сообщили источники СМИ, через несколько недель будет проведена имплантация эмбриона суррогатной матери. Для создания клона была использована ДНК 46-летней американки. Манипуляции будет позволено

снимать британскому кинематографисту Питеру Уильямсу, который в 1978 г. зафиксировал весь процесс создания первого ребенка «из пробирки».

Было также показано, что лишенное кортекса яйцо не способно к оплодотворению. После этого на внутренней границе кортикального слоя были обнаружены расположенные в виде монослоя кортикальные гранулы. В процессе оплодотворения эти гранулы исчезают за 15–20 секунд. Этот процесс начинается в точке вхождения спермия в яйцо и распространяется под поверхностью яйца. Кортикальную реакцию вызывают следующие партеногенетические агенты: сапонин, толуол, ультрафиолет, укалывание, электрическое воздействие и т. д. Однако перечисленные агенты действуют лишь при условии, что яйцо не было обработано оксалатом и цитратом, связывающими кальций.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.