



## Глава 7

# ВОССОЗДАДИМ ЧАСТЬ ГЕНОМА

Вот вам мое предсказание: в течение следующих двух лет Джордж Чёрч и воскресители мамонта успешно перенесут по меньшей мере один ген мамонта в стволовую клетку слона. Из нее будет выращено множество клеток, в которых начнет экспрессироваться новый, недавно встроенный ген мамонта. Ученые тщательно оценят степень успеха с помощью разработанного специально для этого эксперимента, который покажет, вырабатывает ли теперь клетка белки мамонта вместо белков слона. Если результат укажет на то, что ученым действительно удалось встроить ген мамонта в клетку слона, они объявят о своем успехе, испытывая заслуженную гордость. Это будет поразительное достижение.

В процессе не пострадает ни один слон. Слоны даже не будут *участвовать* в эксперименте, у них только возьмут образцы крови, точно так же, как при плановом осмотре у ветеринара. Ни одна слониха не подвергнется каким-либо экспериментальным манипуляциям. Никто не будет производить ядерный перенос в клетках слона. Ни один

слоненок с генами мамонта не начнет свое внутриутробное развитие.

Тем не менее представители прессы не услышат ни одной из приведенных выше оговорок. Заголовки будут гласить: «Мамонт вернулся», «Теперь исчезнувшие виды уходят не навсегда», «Ученые вырастили шерстистого мамонта в лабораторной пробирке». Это будет самое крупное, восхитительное, пугающее, удивительное и ужасное событие за долгие годы. Вероятно, широко распространятся слухи об ужасающих последствиях на фоне всеобщего воодушевления и некоторой доли истерии.

Но на деле нет нужды строить необоснованные предположения о том, как отреагируют люди. Можно просто обратиться к недавней истории.

## **Мамонтослоновая стадия возрождения вымершего вида**

23 апреля 1984 года в газете *Chicago Tribune* появилась статья, бережно укрытая среди внутренних страниц. Ее заголовок гласил: «История о мохнатом слоне». С разрешения правообладателя я приведу здесь полный текст:

*Когда какой-либо вид животных уходит в небытие, мы ожидаем, что там он и останется. Ученые из США и СССР опровергли этот с виду разумный тезис, создав путем «обратной селекции» гибридное животное — наполовину слона, наполовину мамонта. Эта история началась в России, когда доктору Свербигузу Ясмилкову из Иркутского университета удалось выделить ядра*

из яйцеклеток молодой самки мамонта, чья замороженная туша была найдена в Сибири. Журнал *Technology Review* сообщает, что доктор Ясмилов отправил результаты в Массачусетский технологический институт, где доктор Джеймс Крик смешал ДНК из этих клеток с ДНК слона. У шерстистых мамонтов, бродивших по просторам Европы, пока они не вымерли 10 тысяч лет назад, было 56 хромосом. У слонов, их близких родственников, их насчитывается 58. Опираясь на успех Крика, Ясмилов решил попробовать слить ядра из яйцеклеток мамонта со сперматозоидами индийского слона. В результате эксперимента получилось восемь оплодотворенных яйцеклеток, которые затем имплантировали индийским слонихам. Шесть беременностей закончилось выкидышем, но на свет появились два гибридных животных — мужского пола и, вероятно, стерильных. Гибриды, которых иногда называют «мамонтослонами», покрыты светло-коричневой шерстью, а их челюсти по форме соответствуют челюстям мамонтов.

Эту коротенькую историю подхватила и распространила новостная служба *Chicago Tribune*, и в течение нескольких следующих дней различные ее версии были напечатаны в более чем 350 газетах. Она появилась даже в воскресном приложении к общегосударственной газете, где, без сомнения, должна была найти самую широкую аудиторию.

Ни одна из газет, которые подхватили и распространили эту историю, не потрудились проверить изложенные в ней факты. Если бы они, к примеру, связались с автором доклада, упомянутого в журнале *Technology Review*, или попыта-

лись пообщаться с кем-то из ученых, участвовавших в упомянутом исследовании, их ожидало бы удивительное открытие: вся эта история была шуткой. Таких ученых и такого проекта не существовало. История была задумана как пародия, ее написала талантливая студентка в качестве домашней работы по созданию научного текста. Журнал *Technology Review* опубликовал ее в честь Дня смеха. Статья, расположенная на 85-й странице апрельского номера *Technology Review* за 1984 год, заканчивается именем ее автора, студентки Дианы Бен-Аарон, и датой — 1 апреля 1984 года.

Возможно, сотрудники *Tribune*, а также множества других газет, решивших напечатать эту историю, были слишком воодушевлены возможностью возрождения мамонта, чтобы заметить дату или усомниться в подлинности доклада (хотя бы в том, могли ли советские и американские ученые сотрудничать в разгар холодной войны). А может быть, они просто не поняли юмора.

История, выдуманная Бен-Аарон, во многих отношениях оказалась пророческой. К примеру, она предсказала низкие показатели эффективности ядерного переноса, хотя эта статья была написана более чем за 12 лет до появления на свет Долли в Рослинском институте. Она также предсказала, что в качестве суррогатной матери будет использована индийская слониха, хотя мы только через 20 с лишним лет убедились, что индийский слон находится в более близком родстве с мамонтом, чем африканский. Кроме того, Бан-Аарон предчувствовала, какие страхи, связанные с возрождением вымерших видов, появятся у людей, и постаралась их немного развеять. К примеру, она предуга-

дала, что главным предметом беспокойства станет возможность контролировать этих новых созданий, не дать им сбежать и спариться с представителями дикой популяции слонов. Как и Майкл Крайтон шестью годами позднее, она придумала механизм, не позволяющий клонированным животным размножаться без вмешательства человека. Все динозавры Майкла Крайтона были самками и, следовательно, не могли размножаться, а мамонтослоны Бен-Аарон были стерильными самцами. Их бесплодие обуславливалось нечетным количеством хромосом. Имея, подобно мулам, непарное число хромосом, они не смогли бы размножаться.<sup>3</sup>

Реакция на появление в прессе выдуманной статьи Бен-Аарон была немедленной, бурной и неоднозначной. Одни люди ликовали: кого-то развеселил пример очевидно плохой журналистской работы, кто-то так и не распознал «утку» и просто радовался, что мамонта вернули к жизни. Другие злились — либо потому, что, на их вкус, пародия выглядела неуместной или нечестной, либо потому, что их по-настоящему обеспокоило то, какие ужасные вещи творят ученые.

Но примерно такой реакции я и ожидаю, когда воскресители мамонта опубликуют первые свидетельства того, что их проект в области редактирования генома увенчался успехом и что отредактированные слоновьи клетки можно будет (однажды в будущем) использовать для создания отредактированных слонов. Воображаемые будущие заголовки будут отражать настоящую научную работу, продвигающуюся в настоящей лаборатории, оснащенной по последнему слову науки и техники, в одном из наиболее уважаемых исследовательских институтов мира.

Те, кто прочел историю в *Chicago Tribune* в 1984 году и поверил в нее, почерпнули из нее одну мысль: мамонта вернуть к жизни. Но на самом деле *в статье говорилось не об этом.*

Заголовки, которые появятся, когда воскресители мамонта получат первую клетку слона с оттенком мамонта, вероятно, будут более впечатляющими, чем сдержанное название статьи в *Tribune*. Осторожные журналисты вряд ли упустят тот факт, что на самом деле ученые изменили только крошечную часть генома слона. Но его проигнорируют в пользу мелодраматических эмоциональных комментариев и основного посыла статей: мамонт вернулся к жизни.

Вот только это *все еще* не будет правдой.

### **Если что-то выглядит как мамонт и ведет себя как мамонт, то это мамонт?**

Давайте вернемся к работе, которая проводится в наши дни. Сейчас мы можем напрямую отредактировать последовательность ДНК внутри живой клетки с помощью технологий геномной инженерии. Ученые из лаборатории Джорджа Чёрча редактируют таким образом слоновьи клетки, намереваясь сделать их геномы больше похожими на геномы мамонтов, нежели слонов. Пока что работа ограничивается редактированием одного или нескольких генов соматических клеток. Однако у нас уже есть соматические клетки, геномы которых содержат отдельные гены мамонта на месте удаленных генов слона. Таково текущее положение дел в проекте возрождения мамонта.

Если создать слоненка из соматических клеток, отредактированных воскресителями мамонта, этот слоненок будет

иметь лишь очень небольшую долю ДНК мамонта. Цель воскресителей мамонта состоит в том, чтобы путем редактирования генома создать слона, который сможет лучше переносить холод. Представим, что они добились этого, заменив от 5 до 10 слоновьих генов их мамонтовыми версиями. В таком случае фенотип воображаемого слоненка изменится (хотелось бы надеяться на это), однако более 99,99% его ДНК все еще будет слоновьей.

В придуманной ситуации, описанной в статье 1984 года, новорождённые слонята были гибридами первого поколения, образовавшимися путем слияния ДНК, сохранившейся в яйцеклетке мамонта, и ДНК сперматозоида слона. Пятьдесят процентов ДНК гибридных животных принадлежало слону, а другие пятьдесят — мамонту, но Бен-Аарон не зашла так далеко, чтобы назвать их мамонтами. На самом деле приведенное в статье наименование *Elaphas pseudo-therias* — помещает гибридного мамонтослона в один род с индийским слоном, однако включает полностью новое, выдуманное название вида. Возможно, она подходила к своему творению с научной точностью. Не исключено, что это было сделано для того, чтобы избежать недоразумений. Какой бы ни была ее мотивация, эта статья дала нам отличную возможность понаблюдать реакцию публики на создание гибридного вида (пусть и выдуманное).

Публике не было дела до того, что речь идет о гибриде. Пресса называла это животное мамонтом, значит, это был мамонт. Возможно, сильнее всего повлияло описание животного, но и оно в сообщениях прессы было предельно кратким: гибрид обладал светло-коричневой шерстью и челястями, как у мамонта. Очевидно, даже небольшого сход-

ства для людей оказалось вполне достаточно. Перед ними был мамонт.

Это отличная новость для сторонников возрождения вымерших видов, потому что она создает огромное пространство для маневра в определении успешности эксперимента. Мамонту не обязательно быть полноценным мамонтом, чтобы его воспринимали таковым. Это дарит некоторое облегчение. Хотя, как уже говорилось, о создании стопроцентного мамонта не может быть и речи, об однопроцентном того же сказать нельзя.

Это позволяет нам заново определить понятие восстановления вымерших животных, сместив фокус с непосредственно видов. С большой вероятностью создание генетически чистого мамонта или представителя какого-либо другого вымершего вида невозможно. Однако для того, чтобы получить пользу от технологии, нам и не требуется генетическая чистота. Если мы разумно подойдем к выбору того 1% генома, который собираемся изменить, у нас может получиться возродить признаки, отличающие мамонта от слона. Еще важнее то, что у нас может получиться восстановить те черты, которые позволяют слону жить в местах, где когда-то жил мамонт. После того как этот гибридный слон попадет в дикую природу, он начнет бродить по округе, топтать кустарники и поедать растительность в огромных количествах. Он поспособствует распространению семян растений, насекомых, а также распределению питательных веществ. Новое гибридное животное сможет воспроизвести все действия мамонта, не будучи при этом мамонтом, и в перспективе это благотворно повлияет на экосистему Арктики.

Большинство людей, всерьез рассматривающих возможность возрождения вымерших видов или искусственного одичания, уверены, что возвращение этих видов поможет в нашей текущей борьбе за сохранение биологического разнообразия и поддержание здоровья экосистем. Вымирание животных на любом уровне — будь то хищники или их добыча, животные, распространяющие семена растений или поедающие кустарники и деревья, — может оказать каскадный эффект на всю экосистему.

Проект по искусственному одичанию тура в континентальной Европе направлен на создание гигантских травоядных, которые будут пастись на широких диких просторах, не позволяя разрастаться кустарникам и деревьям. Ученые надеются, что в результате будет восстановлена природная среда, которую смогут использовать крупные и мелкие хищники, а также увеличится разнообразие растительных видов. Тур — это целевой фенотип их экспериментов по искусственному одичанию. Однако цель ученых — не вернуть к жизни тура, а воссоздать фенотип, который будет воздействовать на окружающую среду так же, как это делал тур. Они рассчитывают заменить тура животным, аналогичным в функциональном отношении, но не обязательно идентичным по форме.

На мой взгляд, истинная ценность восстановления вымерших животных заключается именно в *экологическом возрождении*, а не в *возрождении вида*. Нам следует думать о восстановлении вымерших видов не с точки зрения того, *какую форму жизни* мы вернем, а с точки зрения того, *какие экологические взаимодействия* мы хотели бы восстановить. Нам следует задать себе вопрос: чего не хватает в существующей

экосистеме? Возможно, возрождение вымерших видов лучше всего представить как детально разработанный биоинженерный проект, конечный продукт которого моделируется исходя из того, что было создано в процессе эволюции, но, к нашему несчастью, потерялось.

## **Какие части генома мы должны отредактировать?**

Именно редактирование генома, а не клонирование путем ядерного переноса и не искусственное одичание можно считать наиболее вероятным путем возрождения исчезнувших признаков, а также вымерших видов (в зависимости от того, с какой степенью точности мы будем определять понятие вида). Но с чего начать? Вероятно, ответ на этот вопрос будет зависеть от конкретного проекта по возрождению вымершего вида.

Если наша цель — создать слона, который сможет пережить сибирскую зиму, значит, нам нужно изменить это животное, приспособившееся к жизни в тропиках, таким образом, чтобы оно хорошо себя чувствовало при лютном холоде. Более длинная и густая шерсть определенно поможет в этом, равно как и гемоглобин, более эффективно переносящий кислород при низких температурах. Но какие еще признаки нам нужно создать? Существуют ли иные способы повысить эффективность, с которой слон поддерживает температуру своего тела? Существуют ли еще какие-то не учтенные нами потребности в энергии, актуальные для животных, обитающих в Арктике? Существуют ли какие-то адаптации системы пищеварения, необходимые слону для того, чтобы питаться