

Наприкінці 90-х років минулого століття ідея клонування захопила як науковців, так і широкий загал. Вівця Долі, динозаври з «Парку Юрського періоду», спроби клонування померлих песиків, таємнича секта раелітів, що планує клонуванням врятувати людство від загибелі, — все тоді змішалось в новинах: і наука, і псевдонаука, і чиста фантастика... Але поступово ентузіазм громадськості щодо клонування згас. Що маємо наразі? Чому давно не чути про непереможні армії клонів, фабрики надлюдей, клонування мамонтів та ейнштейнів?



Клонування людей та тварин: чи є успіхи?

ЩО І НАВІЩО МОЖУТЬ КЛОНУВАТИ?

Нагадаємо, що клонування як біологічний термін, — це отримання кількох ідентичних організмів шляхом нестатевого розмноження. Так мільйони років розмножуються багато видів рослин та деякі тварини. Але в сучасній науці під клонуванням частіше мають на увазі копіювання генів, клітин, тканин та багатоклітинних організмів у лабораторних умовах. Скопійований матеріал називають клоном. Теоретично він має бути генетично ідентичним оригіналу, але коли йдеться про клоновані організми, то через випадкові мутації, а також епігенетичні зміни в клітинах розбіжності все ж неминучі.

У людей генетично ідентичними є однояйцеві близнюки, які розвиваються при розділенні однієї зиготи на дві або більше частин. Проте в реальності вони також відрізняються певною кількістю мутацій, що виникають в кожного з них в процесі індивідуального розвитку.

Якщо ви чуєте термін «клонування», важливо розрізняти, що саме та навіщо копіюють. Найчастіше в науковій літературі йдеться про клонування генів (молекулярне

клонування, ДНК-клонування) — виділення певної ділянки ДНК та створення великої кількості її копій *in vitro*. Це група методів, що широко застосовують в біотехнологіях, генній інженерії, медичній діагностиці тощо.

Клонування організмів радикально відрізняється від клонування ДНК. Воно буває як репродуктивним, маючи на меті відтворення цілої тварини, так і терапевтичним, спрямованим на створення ембріональних стовбурових клітин, з яких можна виростити тканини або органи для експериментів та терапевтичних потреб.

ЯК КЛОНУЮТЬ ТВАРИН?

При репродуктивному клонуванні дослідник вилучає із соматичної клітини того організму, який хоче клонувати, ядро (воно містить геномну ДНК) та переносить його в «порожню» (позбавлену власного ядра) незапліднену яйцеклітину самки того самого виду. Отже, в яйцеклітині замість ядра з повним набором хромосом опиняється ядро з повним набором хромосом. Після цього зародок деякий час розвивається в пробірці, а потім його імплантують в матку сурогатної матері для виношування. Народжене дитинча

є клоном тієї тварини, з клітин якої взяли ядро, тому його реальними батьками є батьки цієї тварини-донора. Крім того, клонована у такий спосіб тварина отримує мітохондрії та, відповідно, гени мітохондрій від тварини — донора яйцеклітини.

За останні 50 років було здійснено чимало спроб клонувати тварин. Ще у 1979 р. вчені отримали перших генетично ідентичних мишей шляхом розділення мишачого ембріона на початкових стадіях розвитку з подальшим перенесенням отриманих ембріонів у матки дорослих самок. Трохи згодом дослідники створили перших генетично однакових корів, овець та курчат шляхом переносу ядра, вилученого з ембріона на ранніх стадіях розвитку, в «порожню» яйцеклітину.

Проте лише в 1996 р. вдалося клонувати тварину не з ембріональної, а із соматичної клітини дорослої тварини. Це була славнозвісна овечка Долі, яку після 276 невдалих спроб шотландський вчений-ембріолог Ян Вілмут «створив», використавши ДНК шестирічної вівці. Двома роками пізніше в Японії клонували вісім телят із соматичних клітин однієї корови, але вижили лише четверо.

Окрім худоби, із соматичних клітин були клоновані кіт, олень, собака, кінь, мул, бик, криль, пацюк, коза, вовк та ще кілька видів тварин. На початку 2018 р. китайці оголосили, що клонували макак-резусів. Із технологією, за якою було створено Долі, в них нічого не виходило, клони вмирали майже одразу після народження. Після вдосконалення методики народилися дві мавпочки. Їхні творці заявили, що технологічних перепон до клонування людини вже немає, залишилися лише етичні.

НАВІЩО КЛОНУВАТИ ТВАРИН?

Теоретично репродуктивне клонування можна використати для створення ідентичних тварин із певними властивостями, отриманими шляхом генетичних модифікацій, корисними для медицини та сільського господарства. У такий спосіб можна отримувати худобу, молоко або м'ясо якої містить цінні білки, або, навпаки, не містить якихось алергенних компонентів. Також можна на клонах випробовувати лікарські засоби та нові методи лікування. Ще в 2008 р. у FDA після низки досліджень заявили, що молоко та м'ясо клонованих тварин щодо безпеки не відрізняється від такого звичайних. Але поки що технологія клонування залишається надто дорогою, і міне багато років перш ніж такі продукти з'являться на полицях супермаркетів.

Можлива сфера застосування клонування — відродження видів тварин, що зникають або вже зникли. Так, у 2001 р. було клоновано азійського бика гаура, але, на жаль, дитинча померло через кілька днів після народження. В 2004 р. в США успішно клонували іншого бика, що перебуває на межі зникнення, — бантенга. Два бантенги були клоновані з використанням клітин тварин, які померли 20 років тому і були заморожені. Генетичний матеріал бантенгів перенесли в «порожні» яйцеклітини домашніх корів; із 16 зародків до народження дожили лише два. В Іспанії в 2009 р. народилося клоноване дитинча вимерлого підвиду піренейського гірського козла букарко. Це був єдиний з 439 ембріонів, який дожив до народження, але, на жаль, тварина через 7 міс померла. Незважаючи на проблеми та невдачі, вчені не полишають спроб повернути зниклих представників світової фауни.

Значно оптимістичнішу ситуацію маємо з домашніми улюбленицями. В 2004 р. вдало пройшло перше комерційне клонування — американка з Техасу замовила біотехнологічній компанії в Каліфорнії зробити клон її померлої кішки; тоді це коштувало жінці 50 тис. доларів. Наразі котів та собак клонують на замовлення в США та Південній

Кореї. В останній ця послуга вельми популярна — компанія Sooam Biotech Research Foundation загалом клонувала вже понад 1000 собак. Ціна процедури становить в середньому 100 тис. доларів, у США — дешевше: компанія ViagenPets за клонування котика бере 25, собаки — 50 тис. доларів.

Чи є клоновані чотирилапі улюбленці повними копіями своїх оригіналів? Ні. Вони дійсно дуже схожі, але різниця існує — і в зовнішності (особливо для певних типів окрасу), і в характері, який, як відомо, визначають не тільки гени.

ЧИ ВСЕ ГАРАЗД З КЛОНОВАНИМИ ТВАРИНАМИ?

Репродуктивне клонування — це досі дуже неефективна технологія, і переважна більшість клонованих ембріонів не розвивається в дорослу тварину. Крім того, у клонованих тварин спостерігаються проблеми зі здоров'ям. Вони часто народжуються надто великими, в них можуть спостерігатися дефекти життєво важливих органів та імунної системи.

Ще одна проблема — вкорочені теломери. Як відомо, в хромосомах з кожним циклом реплікації відбувається поступове вкорочення кінцевих ділянок (теломерів), з яким пов'язують старіння клітин. Отже,



Клонувати тварин, які давно вимерли, наприклад мамонтів, теоретично можливо. Треба тільки знайти клітину з непошкодженою ДНК або скласти «пазл» з безлічі шматків зруйнованої ДНК у викопних рештках. Обидва варіанти — це дуже важливо — є фантастично дорогими та безкінечно довгими. Так що поки не чекайте. І динозаврів теж

якщо для клонування брати клітини дорослих організмів, то в них будуть вже вкорочені теломери (порівняно з такими в звичайній зиготі). Це загрожує клонам зменшенням тривалості життя. Вівця Долі, яка розвилася з хромосом шестирічної вівці, прожила всього шість років — вдвічі менше, ніж в середньому живуть вівці.

ТАК ЩО Ж ІЗ КЛОНУВАННЯМ ЛЮДИНИ?

Хоча періодично хтось оголошує про клонування людини, докази цього досі відсутні.

У 1998 р. вчені з Південної Кореї заявили, що успішно клонували людину: вони отримали ембріон, але зупинили його розвиток вже на стадії чотирьох клітин.

У 2002 р. багато галасу наробила компанія Clonaid, що є частиною канадської езотеричної секти раелітів, які вважають, що життя на Землі є результатом експериментів представників позаземних цивілізацій, та сподіваються з допомогою клонування досягти безсмертя. Представники Clonaid заявили про народження дівчинки Єви, яка начебто є клоном. Проте, незважаючи на численні запити наукової спільноти, компанія так і не надала жодних доказів існування ані клонованої дівчинки, ані інших 12 заявлених ними клонів.

Ще одна «заявка на успіх» прозвучала в 2004 р. знов у Південній Кореї. Але незалежний науковий комітет після експертизи результатів звинуватив авторів у недбалості, статтю відкликали, а головний автор роботи подався клонувати песиків у вже згадану компанію Sooam Biotech Research Foundation.

Наразі технологія репродуктивного клонування ставить багато питань щодо безпеки для клону, тому її використання є неприпустимим. Отже, репродуктивне клонування людини заборонене майже в усьому світі.

Очевидно неприйнятним виглядає вирощування клонів як джерела «запчастин» — для забезпечення людини, яку було клоновано, тканинами та органами для трансплантації.

Будь-яка людина — продукт не тільки генів, а й численних зовнішніх впливів, відтворити які повністю нереально. Тому очевидно безглуздом виглядає вирощування копій людей для використання їхніх талантів або фізичних переваг (сили, витривалості тощо): клони людини ніколи не будуть її точними копіями, тим більше, ніхто не гарантує, що клон спрямує свої таланти туди, куди треба його творцю.

Тетяна Ткаченко, канд. біол. наук