

С. Э. Белова

S. E. Belova

belova.ad2016@yandex.ru

В. А. Засухин

V. A. Zasukhin

zva365@mail.ru

М. С. Иванова

M. S. Ivanova

m-ivaivanova@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный аграрный университет», г. Екатеринбург
Ural State Agrarian University, Ekaterinburg

**РОЛЬ СИНТЕТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ В СОХРАНЕНИИ ПРИРОДНОГО
БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ
THE ROLE OF SYNTHETIC BIOLOGY IN CONSERVATION OF NATURAL
BIOLOGICAL DIVERSITY**

Аннотация. Рассмотрен вопрос значимости биологического разнообразия в устойчивом развитии человечества. Приведено решение проблемы интенсивного сокращения биологического разнообразия путем развития методов синтетической биологии. Статья является аналитическим обзором примеров использования существующих методов синтетической биологии в решении многочисленных экологических проблем.

Abstract. The question of the significance of biological diversity in the sustainable development of mankind is considered. A solution to the problem of intensive reduction of biological diversity through the development of methods of synthetic biology is given. The article is an analytical review of examples of the use of existing methods of synthetic biology in solving numerous environmental problems.

Ключевые слова: синтетическая биология, биоразнообразие, экология, генетика.

Keywords: synthetic biology, biodiversity, ecology, genetics.

Эколог Томас Кроутер отмечал: «То, что вы слышите вне мегаполисов и городов, — звук природного леса. Он не случайно вызывает чувство покоя и умиротворения. Мы все развивались в таких экосистемах, где звуки птиц и насекомых означали возможность получить пищу, лекарства и всё, что нам нужно для выживания. Экосистемы и их биологическое разнообразие до сих пор очень важны для жизни на этой планете».

Учёные подсчитали, что за последние 10 лет более миллиона представителей флоры и фауны, находятся под угрозой вымирания [1] Для восстановления естественного баланса и разнообразия видов планете понадобится от 3 до 7 млн лет. С каждым годом число вымирающих видов стремительно растёт из-за антропогенного воздействия. «С 1970 г., то есть за последние пятьдесят лет, численность популяций позвоночных животных сократилась

на 68%. Из-за глобального экономического роста и экстенсивного хозяйства уничтожаются места обитания живых организмов, меняется климат, исчезают леса и загрязняются воды Мирового океана» [2].

Выделяют *прямое влияние* человека на биоразнообразие — это непосредственное уничтожение особей, популяций, видов и целых биоценозов, и *косвенное влияние* — непреднамеренное уничтожение живых организмов в результате хозяйственной деятельности. В результате уменьшается не только биоразнообразие, но и численность живых организмов.

Для сохранения природного биологического разнообразия (и численности живых организмов) в наше время используется множество методов. Половина из их числа несёт юридический и экологический характер — «красные книги», заповедники, улучшение природных условий и т.д. Оставшуюся половину занимает наука. Одним из главных естественно-научных направлений, способствующих восстановлению и приумножению биоразнообразия, является синтетическая биология.

По словам биоинженера Дж. Коллинза, **синтетическая биология** — это новое направление науки, объединяющее инженеров, физиков, молекулярных биологов и химиков с целью использования инженерных принципов для соединения биомолекулярных компонентов: генов, белков и других составных частей в новые структуры и сети [4]. Синтетическая биология — молодое направление в биологии. Ее главная задача — проектирование и создание биологических систем с заданными свойствами и функциями, в том числе и тех, которые не имеют аналогов в природе. Это направление открывает множество путей развития в самых разных сферах: экологии, геной инженерии, медицине, биотехнологии и иным направлениям научно-технического прогресса. Обратившись к природе, мы получаем не только доступ к основам всего физического мира, всей жизни на Земле, но и к тайнам всех существующих организмов. Именно поэтому каждый вид важен.

В ДНК каждого вида заложены подсказки к формированию целостной картины о мире и пути к устойчивому научно-техническому развитию человечества. *ДНК* — своеобразный чертеж жизни, сложный код, в котором заключены данные о наследственной информации всего живого мира. Генетический код универсален и содержит биологические инструкции для всех царств живой природы. Именно по этой причине он является основным компонентом синтетической биологии. Используя принципы, лежащие в основе биологических процессов, мы можем не только манипулировать реальными генами и геномами, но и создавать совершенно новые последовательности ДНК и новые, никогда не существовавшие в природе, биологические системы. В основе устойчивого и прогрессирующего развития лежит идеология гармоничных взаимоотношений с природой.

Переходя от общего к частному, ответим на вопрос: «Каким образом синтетическая биология воскрешает, сохраняет и приумножает биологическое разнообразие планеты?»

Синтетическая биология позволяет свести к минимуму возникновение генетических заболеваний человека, животных и растений, диагностировав на ранних этапах дефектные гены и исправив их. Методы синтетической биологии также применяются для создания новых свойств и усовершенствования существующих свойств посредством редактирования генома. К примеру, мы можем защитить сельскохозяйственные культуры, которым угрожают смертельные патогенные микроорганизмы. Для этого необходимо внести изменения в их геном, обеспечив устойчивость к тому или иному патогенному микроорганизму.

Также не стоит забывать о вопросах экологии как непосредственных причинах сокращения биоразнообразия. Все мы знаем об истощении невозобновимых ресурсов и о масштабном экологическом загрязнении. Синтетическая биология решает оба вопроса.

Для решения проблемы истощения природных ресурсов и уменьшения количества загрязнений от производственных предприятий был разработан уникальный аналог вредной химической промышленности — биологическая ферментация. Пример технологии, снижающей количество промышленных загрязнений окружающей среды, — брожение. Можно использовать дрожжи, водоросли и бактерии для ферментации сахара или другой биомассы и производства химических веществ, отредактировав их геном в соответствии с нашими нуждами. Эти крошечные ячейки — эквивалент исключительно эффективных производственных мощностей. Можно производить те же химические вещества, что и из нефти, и разницы между «оригиналом» и «биологическим прототипом» не будет.

Рассмотрим пример решения проблемы браконьерства. Из печени акул люди получают органическое соединение сквален, которое используется во многих областях, включая фармакологию. По подсчетам некоммерческой организации SharkAllies, для вакцинации всех людей в мире одной дозой вакцины COVID-19, содержащей сквален, потребуется убить около 250 тыс. акул [6]. Результаты многих исследований подтверждают тот факт, что для развития иммунного ответа человеку необходимы две дозы вакцины. В таком случае речь идет уже о том, что количество убитых акул может достичь полумиллиона. Акулы — важнейший компонент водных экосистем. Несмотря на запрет браконьерства, печень акулы продается на черных рынках. Особенно данное явление распространено в китайской медицине. Используя методы синтетической биологии, мы можем получать сквален и иные вещества животного происхождения природным путем и предотвращать подобные ситуации.

Более того, синтетическая биология позволяет создавать принципиально новые, более совершенные материалы, которые мы никогда не смогли бы получить от природы и которые могут изменить нашу жизнь в будущем. Например, паучий шелк — материал, который

намного прочнее стали и при этом очень легкий. Проблема в том, что мы не можем сделать паучий шелк из крахмала или выращивать пауков, так как они поедают друг друга. Но, используя синтетическую биологию, мы сможем производить паучий шелк в коммерческих масштабах без промышленных выбросов в окружающую среду. Новое исследование ученых из Центра устойчивых ресурсных исследований RIKEN (Япония) позволяет разработать систему (колонию) фотосинтезирующих генно-модифицированных бактерий *Rhodovulumulfidophilum*, которые растут в морской воде, требуют углекислый газ и азот атмосферы для производства белка MaSp1, основного компонента нити паука нефила (*Nephila*). Считается, что этот белок играет важную роль в прочности шелка паука. Меняя последовательность гена, которую вставили в геном бактерии, ученые смогли регулировать количество шелка, которое им нужно было получить. Полученную бактериями субстанцию ученые прогоняют через механическую систему, которая сжимает ее и превращает в твердые волокна (паучий шелк) [5].

В настоящее время синтетическая биология позволила вернуть численность нескольких вымирающих видов. Приведем несколько примеров.

Восстановление популяции красноногого (японского) ибиса (Nipponianippon). В дикой природе к 1981 г. осталось всего семь особей этого вида (две пары с птенцами). Их случайно обнаружили в китайской провинции Шэньси после того, как вид практически признали вымершим. Генетический материал красноногого ибиса, который был взят за основу, использовался для близкородственного скрещивания, после чего проводились корректировки генов птенцов, а также исследования генетических маркеров, что позволило учёным фактически воскресить этот вид [3].

Синтетическую биологию используют и в природоохранных целях. Первым проектом в этом направлении считают *спасение Американского каштана (Castaneadentata)*. Дерево было распространено в американских лесах. Оно предоставляло дом для множества видов животных, а его орехи служили для пропитания людей и использовались в медицине. Однако в XIX в. в США был занесен патогенный грибок, который практически истребил американские каштаны. Чтобы спасти американский каштан ученые внесли в его генетический код ген оксалотоксидазы, полученного из обычной пшеницы [3].

Спасение Флоридской пумы (Pumaconcolorcoryi). В конце XX в. осталось всего 26 особей флоридской пумы. Многие из пум имели искривленные хвосты, завихрения шерсти на спине, пониженный иммунитет и страдали от повышенного количества паразитов. Благодаря близкородственным скрещиваниям и вмешательству генетиков, устранивших генетическую уязвимость вида к большинству паразитов и инфекций, ученым удалось спасти этот вид [3].

Многие исследователи считают, что самая большая опасность для биоразнообразия за всю историю науки — это широко распространившиеся хитридиомикозы (грибковые инфекции) у амфибий. Синтетическая биология выступает средством разрешения и этой проблемы тоже. Биологи предложили две возможные стратегии:

1) генетическая модификация грибов, которая сделает их авирулентными (не способными поражать амфибий) и распространение этой модификации в их природных популяциях с помощью генного привода;

2) модификация видов амфибий, подверженных заболеванию, — например, внедрение генов антимикробных пептидов, которые защищают устойчивые виды амфибий от грибов, или модификация бактерий кожного микробиома амфибий, которая усилила бы их защитное действие (они выделяют антимикробные пептиды, в том числе против хитридиомицетов) [3].

Помимо предотвращения вымирания существующих видов, синтетическая биология способна «воскрешать» исчезнувшие виды. Для этого существует множество способов, но практически все их можно разделить на две категории — это обратное скрещивание (постепенное закрепление у существующего родственного вида признаков, которые были у его вымершего «оригинала») и клонирование.

Биоразнообразие — чудесная и бесконечная сеть, где каждый вид жизненно зависит от другого. Оно важно больше, чем может показаться на первый взгляд. Синтетическая биология — ключ к процветанию человечества в будущем. Нам не нужно выбирать между благами цивилизации и природой. Мы можем прийти к балансу и иметь всё, что нам нужно, в гармонии с окружающим миром.

Список литературы

1. Доклад ООН: миллион видов животных и растений на грани исчезновения // BBC News. Русская служба. URL: <https://www.bbc.com/russian/features-48174756>.

2. Живая планета 2020. Переломить тренд сокращения биоразнообразия : доклад WWF 2020. URL: <https://wwf.ru/upload/images/lpr/lpr2020-rus.pdf>.

3. Пинахина Д., Чекунова Е. Геномные технологии в спасении исчезающих видов // Биомолекула : сайт. URL: <https://biomolecula.ru/articles/genomnye-tehnologii-v-spasenii-ischezaiushchikh-vidov>.

4. Коллинз Дж. Синтетическая биология // ПостНаука. URL: <https://postnauka.ru/video/53298>.

5. Матвеева Т. Ученые создали паучий шелк с помощью фотосинтезирующих бактерий // Электронное периодическое издание «Научная Россия». 2020. 08 июля. URL:

<https://scientificrussia.ru/articles/uchenye-sozdali-pauchij-shelk-s-pomoshchyu-fotosinteziruyushchih-bakterij>.

6. Эксперты посчитали, сколько акул могут быть убиты ради вакцины от COVID // РИА Новости. 2020. 28 сент. URL: <https://ria.ru/20200928/vaktsina-1577869804.html>.