

Инбридинг – угроза или естественный фактор развития

Так уж случилось, что в наше время слово «инбридинг» чаще всего звучит в негативном контексте. Якобы при этом явлении обедняется генофонд у животных, проявляются различные заболевания, вымирают популяции. Делается закономерный вывод: надо постоянно работать над генетическим разнообразием, завозить представителей иных линий, вести селекционную работу. Но неужели миллионы лет эволюции, где всегда присутствовал инбридинг, природа, обходящаяся без руководящей и направляющей роли человека, как-то сохраняла биоразнообразие, а теперь это стало угрозой, которую необходимо предотвращать? Чтобы разобраться в происходящем, мы побеседовали с ведущим научным сотрудником лаборатории молекулярной зоологии Научно-практического центра по биоресурсам Национальной академии наук Беларуси, кандидатом биологических наук Константином ГОМЕЛЕМ.

- «При численности в 50 особей глухарей в результате инбридинга вид исчезает через 100 лет», «Инбридинг на территории Беларуси привёл к тому, что зубрята неустойчивы на сегодняшний день ко многим заболеваниям. Они гибнут, и популяция сокращается», «олень с множественными копытами... причина мутации - вероятно, очень плотная популяция животных и, как следствие, - многоуровневый инбридинг» - это лишь малая часть цитат из разных статей, где первопричиной бед называют скрещивание близкородственных особей. Константин Вячеславович, действительно ли он так страшен, как его пытаются представить?

- Учитывая, что в специальной литературе употребляются различные варианты определения инбридинга, давайте для начала решим, что будем

понимать под этим явлением. Обычно подразумевается увеличение гомозиготности на уровне генома из-за скрещивания близкородственных особей. Иными словами, при данном типе размножения происходит уменьшение генетического разнообразия у потомков.

Инбридинг - скрещивание близкородственных особей в пределах одной популяции организмов.

Если суммировать информацию по влиянию инбридинга на популяции животных, то можно говорить о его отрицательном влиянии на их жизнеспособность. Последнее необязательно будет проявляться в резком сокращении популяций, скорее речь о длительных эффектах, оказывающих воздействие на выживание в будущем. Инбридинг приводит к увеличению гомозиготности у потомков. Наибольший вред при этом представляют не варианты генов (аллели), приводящие к гибели, а те, которые, не являясь смертельными, способны существенно ослаблять приспособленность особей в популяции. Это может выражаться в снижении размера помёта, плодовитости, а также продолжительности жизни взрослых животных. Более того, при увеличении уровня инбридинга вольно живущие популяции более уязвимы, так как, кроме прочего, становятся чувствительнее к стрессовым факторам и резким сменам условий окружающей среды. Например, тасманийский дьявол находится на грани исчезновения из-за поражающей его трансмиссивной злокачественной опухоли, развившейся вследствие ослабления иммунитета инбредных животных. А у европейского зубра выявлены нарушения развития черепа.

Голый землекоп - вид, длительное время служивший примером отсутствия влияния инбридинга, но именно у него инбредные особи в 2-3 раза чаще погибали при заболевании одним из видов

коронавируса.

- В дикой среде обитания основными условиями успешного развития любой популяции являются естественный отбор и адаптация, включающая генетические мутации. Слабое животное либо быстро гибнет, либо не участвует в дальнейшем размножении. Получается, что инбридинг как негативный фактор создаёт дополнительные угрозы, когда в естественные процессы вмешивается человек? Например, выстраивая систему дополнительной защиты или охраны вида.

- Правильно организованная деятельность по охране уязвимых животных должна только способствовать их выживанию. В принципе, мы это и наблюдаем в большинстве случаев. В качестве примера можно привести восстановление популяций европейского зубра, благородного оленя, евразийского бобра и др. Когда подобная работа ведётся без должного уровня осведомлённости об особенностях биологии и экологии вида, без учёта научных данных или с применением некорректной методологии, то это, конечно, может только усугубить положение животных, в том числе усилить негативные последствия инбридинга.

- В ходе генетических исследований популяций лося в двух соседних российских областях (Костромской и Ярославской), включая известную лосеферму, установлено, что коэффициент инбридинга в Ярославской области (0,167) выше, чем на лосеферме (0,165) и у костромских (0,053). Более того, выявленный поток генов ($\lambda=16,7$) указывает на генетическое своеобразие двух природных группировок и позволяет предположить, что они не являются единой популяцией. При этом уже много лет численность лосей в этих областях - одна из наиболее больших в России. Можно ли считать подобные исследования подтверждением, что в естественных условиях популяции любого размера могут вполне стабильно существовать, несмотря на фактор инбридинга, а намного более важными являются, например, внешние

условия?

- Думаю, подобного рода исследования не могут однозначно показывать, что в естественной среде обитания для популяций любого размера инбридинг не будет иметь значения. Как правило, чем меньше популяция, тем выше вероятность того, что в скором времени скрещивание будет происходить между родственными особями, что в свою очередь увеличит вероятность проявления негативных эффектов вредных аллелей. В примере с лосями указывается высокая численность обеих популяций и относительно высокий уровень потока генов между ними. Последнее является основанием для поддержания приемлемого уровня генетического разнообразия и противостояния последствиям возможных случаев близкородственного скрещивания. Приведённые же уровни инбридинга для данных популяций ещё не указывают на то, что для них характерно именно близкородственное скрещивание. Такие значения коэффициента могут быть результатом формирования популяции из изначально небольшой группы особей, что ничего не говорит об их родстве, а только об изначальной численности. И это далеко не единственное возможное объяснение данных параметров.

По поводу влияния внешних условий на выживаемость популяций животных и роли в этом инбридинга также нет однозначного ответа, поскольку здесь задействовано много факторов. Можно лишь отметить, что близкородственное скрещивание, характерное для небольших популяций, будет снижать их адаптационный потенциал и способность противостоять неблагоприятным условиям среды.

- Конечно, понимая механизмы эволюционных процессов, отрицать роль генетического разнообразия нельзя. Успехи селекционной работы как в ботанике, так и зоологии известны каждому. Но какова степень проявления негативных последствий при распространённой сегодня практике вселения в уже сложившиеся группы, например, оленей благородных, особей из других регионов, а то и стран? Да, генофонд станет более разнообразным, но разве фактор генетических

отклонений при этом не возрастает?

- Да, это важное замечание. Действительно, желание обогатить местный генофонд того или иного вида животного может иметь не положительные, а скорее отрицательные последствия, если осуществлять такую деятельность без научного подхода. Локальные, сформированные в результате долгого времени популяции имеют определённый уровень адаптаций к местным условиям обитания. Если данные обстоятельства не учитываются, мы можем наблюдать в популяции аутбредную депрессию, заключающуюся в разрушении эволюционно сложившихся и приспособленных к конкретной среде обитания согласованных взаимодействий комплексов генов.

Для предотвращения данных негативных последствий заранее проводится оценка генетической уникальности местных популяций животных. По результатам делается вывод о том, стоит ли и производить обогащение генетического разнообразия за счёт особей из других популяций и из каких конкретно. Именно такая работа была проведена в рамках исследования генетического разнообразия и истории формирования реинтродуцированной популяции благородного оленя в Беларуси. Современная популяция благородного оленя в нашей стране представляет смесь из четырёх генетических линий: западноевропейской (иберийского происхождения), кавказского происхождения, тирренской и балканской популяций. Это является следствием кампаний по восстановлению вида после его практически полного исчезновения в результате человеческой деятельности, начиная с середины XIX века. Таким образом, нам в меньшей степени стоит опасаться за нарушение своеобразия популяции благородного оленя в Беларуси за счёт появления новых особей, за исключением завоза животных неизвестного, потенциально смешанного или крайне удалённого в генетическом плане, происхождения.

- Так как же сегодня стоит воспринимать инбридинг в животном мире?

- Инбридинг - это своего рода сигнал о

том, что наблюдаемая популяция животных потенциально испытывает проблемы. Например, произошло резкое сокращение численности или сильно фрагментирована, то есть особи в ней характеризуются сниженной приспособленностью и во временной перспективе не смогут адекватно противостоять возможным изменениям окружающей среды. Последнее, конечно, справедливо только для сильно изолированных и малых популяций.

Важно, что уязвимые виды животных будут проявлять инбридную депрессию независимо от того, была ли она фактически продемонстрирована в конкретном случае. Поскольку зачастую, чтобы получить статистически значимый результат, просто может не хватать данных. Последнее связано с тем, что проявление инбридной депрессии сильно варьируется в зависимости от рассматриваемого вида, популяции или линий-основателей, а также от условий окружающей среды. В то же время определённые положительные эффекты инбридинга могут давать для растений или некоторых типов животных (например, моллюсков), которые способны к самооплодотворению. В этом случае он служит механизмом удаления вредных аллелей из небольших популяций.

Данное явление требует пристального внимания учёных и тщательного мониторинга в каждом конкретном случае. Также нужно всегда иметь в виду, что последствия инбридинга могут проявляться на разных жизненных стадиях животных и иметь последствия от нежных до ярко выраженных. Поскольку сегодня антропогенное влияние на окружающую нас среду, включая животный мир, значительно и уменьшаться в будущем не будет, необходимо заранее стараться предотвратить возможные проблемы, нежели потом искать пути их решения.

Андрей КОРАБЕЛЬНИКОВ

