

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОХРАНЕНИЯ ГЕНОФОНДА ЖИВОТНЫХ

В большинстве случаев потеря генофонда пород сельскохозяйственных животных и вымирание диких животных являются результатом безрассудной деятельности человека. Однако, в естественной природе также происходит вымирание (или сокращение численности поголовья до критического уровня) отдельных видов животных вследствие необратимых изменений в экосистемах среды обитания популяций. Этот процесс, к сожалению, приобрёл неуправляемый, ускоренный характер, что побудило даже на уровне международных организаций (например, ФАО) разработать рекомендации по изучению и сохранению генофонда животных [1-6].

Под генофондом классическая генетика подразумевает совокупность генов одной популяции (gene pool), в пределах которой они характеризуются определённой частотой. Популяции, размножающиеся половым путём, обладают относительным постоянством генофонда. Селекционер работает с фенотипами животных, и генотип животных на современном уровне знаний оценивает по частоте встречаемости отдельных генов или маркеров, или особо повторяющихся оснований ДНК и т.п. К сожалению, получил большое распространение "потребительский" подход к оценке генофонда, а именно: количество и качество продукции, её стоимость и т.п., хотя генофонд – это результат взаимодействия генотипа с окружающей средой, и любая популяция животных является важным компонентом экосистемы. Более того, во многих случаях популяции животных обуславливают устойчивость экосистем. Поэтому генофонд животных целесообразно рассматривать не только с позиции "пищевой" потребности человеческого общества, но и в качестве поддержки устойчивости естественных экосистем. В этом аспекте трудно переоценить значимость генофондов, например, зубров, бантенгов, яков, сибирского скота, архаров, оленей и т.п. [11-18].

Следовательно, в научные исследования имеющегося генофонда необходимо включать не только генетико-биологические, хозяйственные признаки, но и место популяции в данной экосистеме. Особую значимость имеют исследования взаимодействия типа "генотип x среда" и какова вариабельность в потомстве одних и тех же родителей. Следующий важный момент. Оценка конкретного генотипа всегда необходимо сопоставлять со средним уровнем данной популяции маточного поголовья. Именно поэтому каждая оценка относительная, т.к. она получена на определённом генном комплексе маток. Конечно, этим не отрицается значимость выявления эффекта сочетаемости пар и линий, препотентности производителей и родоначальниц выдающихся семейств.

В генофондных стадах главным признаком отбора является плодовитость животных, так как все остальные важные признаки, в конечном итоге, – это производные плодовитости. Обязательно учитывают сохранность потомства на ранних этапах онтогенеза, достижение ими возраста воспроизводства.

Тип телосложения животных как интегральный показатель роста и развития организма должен быть оценен и зафиксирован доступными методами: фото, магнитная лента, измерение зоотехническими приборами и т.п. [7-10].

Необходимо, не считаясь с затратами, систематически регистрировать изменения показателей живой массы, промеров, продуктивности животных до их половозрелого состояния. Это даст возможность не только оценить ритмы роста и развития, его "узловые точки" ("критические точки"), но и эффект взаимодействия "генотип x среда"[12-13, 21-25].

К сожалению, современная зоотехния "заиклилась" только на половом размножении животных, недостаточно уделяется внимания явлениям партеногенеза, бесполого размножения и др. [7, 8, 26, 28-34].

Нельзя считать решённой задачу получения только женских особей, используя секстированную сперму производителей. Эта проблема ещё далека от комплексного изучения, а в странах СНГ уже интенсивно используют указанную сперму. В животном мире известно достаточно много родов и видов, в которых до сих пор не обнаружены половые хромосомы, а

эмбриологи доказали, что у высших позвоночных для развития у плода женских половых органов не обязательны половые гормоны. Но для сохранения генофондных малочисленных стад пока что женское поголовье имеет ведущее значение, поэтому в необходимых случаях, в разумных пределах допустимо использование секстированной спермы в генофондных стадах. В классической генетике давно доказано, что половой статус организма определяется не только половыми хромосомами. В конце XX века сформулированы новые гипотезы эволюции, в которых постулируется необходимость обязательного чередования бесполого и полового размножения [7, 8, 34].

Продолжительность жизни животного целесообразно рассматривать не только как биологический признак, но и как качество полученных потомков и поколений. Известно, что формирование семейств и линий связано с плодовитостью. Получение потомства от одной матери путём трансплантации эмбрионов не в полной мере отражает естественные пути генетического формирования семейств и гнёзд. В последние годы в зоотехнической селекции недооценивается роль выдающихся семейств, всё внимание сконцентрировано на использовании так называемых «быков-улучшателей» в пределах какой-либо одной страны, что не гарантирует повторения полученных результатов в другой стране. Специалисты-селекционеры знают, что начальный этап формирования и прогресса голштинской молочной породы был основан на использовании быков, полученных в пределах выдающихся многочисленных семейств, в т.ч. при инбредных подборках типа I-II, II-II, III-I и т.п.

Назрела необходимость зоотехнической науке разработать научно обоснованные принципы сохранения генофонда при оптимальном сочетании "живых стад" и спермобанков, эмбриобанков, генетического материала в замороженном состоянии. В этом аспекте весьма перспективны исследования явлений анабиоза половых клеток, сохраняемых в половых путях самок (пчелы, осы и др.) до 2-2,5 лет в жизнеспособном состоянии.

В ближайшем будущем генофондные стада и генетические объекты станут национальными источниками получения информации о материальных основах наследственности, кодирования развития животных. А в недалёком будущем генетики приблизятся к созданию искусственного гена, тогда сохранение генофонда станет не только селекционным материалом, но и базисом создания новых искусственных форм жизни, так как современные породы животных "ухудшены" человеком в такой мере, что они весьма сложно адаптируются в условиях естественной жизни их прапраародителей.

Опыт создания и функционирования генофондного хозяйства ООО "Голосеево" Киевской области свидетельствует, что сохранение генофонда должно быть сферой деятельности государства, учитывая возрастающие затраты на содержание животных и хранилищ замороженных биоматериалов, издание каталогов, фотоальбомов, систематизированной информации т.п.

При формировании генофондных стад ООО "Голосеево" (симменталы, серый украинский скот, буйволы украинской селекции, романовские и решетилковские овцы, местные козы украинской народной селекции) поголовье животных завозилось из разных хозяйств почти всех природно-экологических зон Украины, т.е. исходное маточное поголовье весьма разнообразно, что упрощает их разведение без использования вынужденных близких инбридингов.

Одновременно создавался спермобанк производителей, которых использовали в сети искусственного осеменения в период 1960-2010 гг., в т.ч. из зарубежных хранилищ (Венгрия, Италия, Германия, Голландия, Россия и др.). Это позволяет при необходимости воссоздавать ценные, апробированные временем линии и семейства, давно утраченные даже в племзаводах в эпоху "голштинской эйфории", и проводить селекционную работу и на уровне стада и на уровне особи, выполняя "заказные подборки-спаривания", воссоздавать утраченные генотипы, соответствующие современным требованиям малозатратных технологий.

Совместно с Институтом животноводства Российской Федерации проведено тестирование молочных животных по каппа-казеинам и сателлитным ДНК, накапливается костный материал останков тура, зубров, обитавших 500-1000 лет в лесах современных Киевской и Черкасской областей.

В ближайшие годы намечено создать банк замороженных бластул и гаструл с целью получения в последующем стволовых клеток и проверки гипотезы: древние формы животных и птиц сохранили способность к партеногенетическому типу развития. Например, одна из древних

птиц – индейка – сохраняет высокую естественную предрасположенность к партеногенезу, что обеспечило успех в выведении специальной породы, у которой приблизительно в 50 % случаев наблюдается естественный партеногенез, при котором из неоплодотворённых яиц всегда развиваются самки.

Теоретически из перечня способов сохранения генофонда нельзя исключать гермафродитизм, реально существующий в природе, когда у одного и того же индивидуума имеются и яичники и семенники, и в редких случаях происходит самоосеменение, но в большинстве случаев происходит осеменение половыми продуктами одной особи другой (например, у дождевых червей). У некоторых гермафродитов развитие и функционирование семенников и яичников происходит в разное время, поэтому один и тот же индивидуум оказывается то самцом, то самкой.

Для разработки теоретических аспектов сохранения генофонда животных (например, осталась лишь одна особь), целесообразно кратко остановиться на явлении бесполого размножения, которое достаточно широко распространено и в мире Protozoa, у низших многоклеточных – губок, кишечнорастворимых, червей, иглокожих. Многие полагают, что по биологическому механизму бесполому размножению близки явления нормальной полиэмбрионии, встречающиеся и у позвоночных, т.е. новый организм развивается из соматических клеток. Считают, что полиэмбриония – одна из форм бесполого размножения на стадиях эмбрионального развития.

И.И. Мечников (1886) описал полиэмбрионию у медузы на основе расщепления бластул и развитие из каждого агрегата клеток целого организма. Это характерно и для насекомых (особенно наездников *Polygnotus*, *Encyrtus* и др.), амфибий и птиц. Даже у млекопитающих встречается или закономерно наступающая полиэмбриония (например, у броненосцев), или вызываемая экспериментально.

Бесполое размножение наступает при резком нарушении условий внешней среды, нормальной интеграции организма и т.п.

Уточним, что при эмбриогенезе исходной клеткой является зигота, а при любой форме бластогенеза и соматического эмбриогенеза – это соматические клетки, входившие до начала размножения в состав определённых органов и тканей материнского организма, т.е. клетки, определённым образом специализированные.

Некоторые авторы (Р. Бриен, 1956) полагают что бластогенез – это совершенно новый, более поздний в филогенезе тип развития, возникший без связи с эмбриогенезом и имеющий другие закономерности. Однако, большинство просто организованных животных размножается бесполом путём. Общая закономерность такова: всегда развитие новой особи в результате бесполого размножения происходит не из одной соматической клетки, а из группы клеток, которые можно представить себе как подобие зародышей на стадии бластулы.

В 1980-х годах на основании электронно-микроскопических исследований интенсивно изучались "стволовые клетки". Название "стволовые" присвоено клеткам эпителия кожи, находящимся в нижнем, базальном слое кожи: на мембране, отделяющей эпителий от соединительной ткани; в криптах стенки кишки, а также исходным клеткам при кроветворении (в костном мозге, селезёнке). Указанные клетки вышли из репродуктивного цикла, но в то же время сохранили жизнеспособность и потенции для возобновления цикла деления и дифференцировки.

Г.П. Короткова (1979) обосновывает возможность и необходимость чередования в историческом развитии разных способов репродукции. Необходимость изменения характера репродуктивного деления возникает тогда, когда изменившиеся абиотические (температура, солёность, загрязнения и др.) или биотические (вирусные или бактериальные инвазии, паразитизм и др.) факторы среды блокируют сложившийся способ репродукции. Чтобы осуществлялось чередование половой и агамной репродукции, необходима преемственность тенденций к образованию гамет или их аналогов, а также преемственность к возобновлению агамного размножения. Возможность образования гамет не может исчезнуть у агамнорепродуцирующихся организмов, потому что и у растений меристематические клетки, у животных стволовые клетки, обладающие достаточно широкими формообразовательными потенциями, всегда обеспечивают возможность переключения таких клеток на путь гаметогенеза.

Теоретически возможно рассмотреть и весьма длительный во времени процесс восстановления утраченного рода или вида путём поглотительного скрещивания маточного поголовья сородичей утраченного генофонда. Следовательно, сохранение генофонда у "родственных видов" также необходимо планировать заранее в общем, системном подходе сохранения органического мира.

Использование партеногенеза при решении проблем сохранения генофонда животных не находит среди специалистов однозначной положительной оценки, однако, в определённых ситуациях, он может быть единственным шансом решения проблемы.

Доказано, что **отцовская** наследственность у млекопитающих важна для нормального развития трофобласта и последующего контакта со стенкой матки (развития плаценты). Это обстоятельство многие авторы связывают с неудачами получения поздних стадий партеногенетически развивающихся зародышей. Было доказано, что ядра клетки на стадии бластулы и ранней гаструлы ещё не дифференцированы, "тотипотентны", каждое ядро может полноценно заменить ядро зиготы, так как стволовые клетки возникают на стадии гаструлы.

Многими экспериментами доказано, что развитие женской половой системы у млекопитающих не нуждается в действии половых гормонов или в наличии яичников, но половая система мужского типа может развиваться только при наличии полового гормона семенника, иначе не происходит дифференцировка вольфовых и редукция мюллеровых протоков.

Естественный и искусственный партеногенез. Многочисленными экспериментами доказано, что активация яйца к развитию может происходить и без участия сперматозоида. У некоторых животных развитие яиц без оплодотворения происходит закономерно (естественный партеногенез).

Доказано, что у пчёл и ос в соматических клетках партеногенетически развивающихся организмов оказывается гаплоидный набор хромосом, а у других животных (ракообразные, коловратки и др.) – оказывается диплоидный набор хромосом. Опыты по искусственному партеногенезу проводил ещё в 1886 г. А.А. Тихомиров на неоплодотворённых яйцах тутового шелкопряда. Большинство исследователей считают, что "ключом" для активации яйца является разрушение кортикального слоя яйца.

В 1954 г. М. Олсен доказал возможность естественного партеногенеза у птиц. Выведена порода индеек, у которой приблизительно в половине случаев наблюдается естественный партеногенез; при этом из неоплодотворённых яиц всегда развиваются самки.

В 1936 г. Ж. Пинкус описал партеногенетическое развитие яиц млекопитающих (кроликов). Такие же опыты проводил К. Аустин в 1956 г. Партеногенез проводили в опытах *in vivo* и *in vitro* различными агентами (высокие и низкие температуры, трипсин, гипертонические и гипотонические среды, суспензии сперматозоидов других видов и т.п.). В некоторых случаях удавалось активизировать до 90 % использованных яиц. Кариологический анализ зародышей (в предимплантационном развитии) показал, что в 60 % случаев клетки гаплоидны, в 16,7 % диплоидны, в 1,7 % тетраплоидны и в 21,6 % представляют мозаику из гаплоидных и диплоидных клеток. Опубликованные немногочисленные данные экспериментов свидетельствуют, что достоверных данных о возможности партеногенетического развития у млекопитающих на более поздних стадиях, чем бластула, пока нет.

Представляет интерес новая теория о фазной эволюции онтогенеза, в основе которой лежит утверждение об обязательности чередования полового и бесполового размножения, что может быть теоретическим обоснованием включения метода партеногенеза в общую методологию сохранения генофонда.

Сохранение генофонда животных целесообразно рассматривать и как экологическое биоразнообразие среды, и как интродукцию исчезающих популяций в новую экологическую нишу, включая и реинтродукцию. В теоретическом аспекте, учитывая современные достижения биотехнологии, в частности ДНК-технологий, вполне обоснованно рассматривать проблему генофонда как часть информационной системы живой природы разного уровня организации и её участия в энергетическом кругообороте преобразований.

Следовательно, сохранение генофонда предполагает не только детальное изучение самого объекта, но и его место, роль и своеобразие функций в целостной системе природы. Именно эта функция коадаптации к условиям среды и взаимоотношения с другими видами животных, особенно конкурирующих в пищевой цепи, или же типа "хозяин-паразит", или симбиоз, до сих пор мало изучена и не получила достаточного осмысления в общей идеологии этой проблемы.

В любой популяции самые многочисленные генотипы особей входят в многообразие (варьирование) двух сигм, что должно учитываться при обосновании принципов отбора мини-популяции как генофондной единицы.

Учитывая изложенные аспекты, следует с иных позиций выбирать и оценивать перспективу разных методов сохранения генофонда (гаметы, эмбрионы, ДНК, соматические клетки, особи, генофондные стада, популяции и т.п.).

Основным критерием жизнеспособности особи, стада популяции в целом есть плодовитость, т.е. рождение потомства, которое, в свою очередь, воспроизводит основные признаки данных генотипов в последующих генерациях. Поэтому в основе отбора животных генофондного стада, минимального по количеству особей, необходимо иметь генеалогически разобщённые женские особи, численностью минимально 14 голов, которые не должны быть между собой в близком родстве (7 неродственных групп). Реально стадо формируют маточным поголовьем: самками, возраст которых отражает среднюю возрастную структуру естественной популяции: 4 – до 1 года, 5 – три года и старше, 5 – шесть лет и старше.

Расчёт минимальной численности маточного поголовья коров генофондного стада проводят на основе вероятностных процессов в биологических циклах жизни популяций, например, крупного рогатого скота, в частности: рождение живого телёнка – 0,9; рождение бычка или тёлочки – 0,5; достижение возраста половой зрелости – 0,7; достижение среднего возраста выбытия из стада – 0,6. Умножение этих вероятностных процессов составляет величину 0,189. Следовательно, реализация перечисленных биологических процессов, обуславливающих функционирование стада как биологической системы, равна: $1:0,189 = 5,3$ особей. Целесообразность сохранения 7 неродственных между собой групп маток предполагает общую численность – 37 маток, а с учётом численности неродственных между собой производителей (7 голов), минимальное поголовье генофондного стада составит 44 головы, что весьма близко к модели в 30-50 голов, полученной многими учёными из разных стран мира при различных методических подходах решения этой проблемы [12].

В конечном итоге сохранение биоразнообразия предполагает стабильное функционирование экосистем и ландшафтов как среды обитания животных и растений, а также биологических ресурсов страны. Поэтому целесообразно вести не только их мониторинг, но и разработать перечень показателей мониторинга биоразнообразия. В частности, объектами мониторинга могут быть: видовое и генетическое разнообразие, редкие и исчезающие виды в экосистемах и заповедниках, в коллекциях ex-situ, охотничьи животные, рыбные ресурсы и т.п. Необходимо разработать систему контроля ситуации, а также биобезопасности в сфере получения, применения и передачи ГИМО и их фрагментов, содержащих рекомбинантную ДНК, предотвращение "генетического загрязнения" при охране видов ex-situ в результате генно-инженерной деятельности, стихийной и поисковой гибридизации. Всё это соответствует положениям Конвенции о биоразнообразии [5].

На сохранение генофонда влияют и социально-экономические факторы: численность населения, развитие инфраструктуры, особенно транспортные сети, технологии землепользования, развитие лесного и водного хозяйства, расходы на сохранение генофондов и т.п. Проблемы биоразнообразия, сохранения генофондов во многих аспектах имеют глобальный, межгосударственный аспект с учётом инвестиционной политики в направлении экологически сбалансированных приоритетов хозяйствования и т.п.

Системный подход к решению задач сохранения генофонда животных в виде мини-популяций, размещённых в различных экосистемах географических широт, предполагает действие естественного отбора при взаимодействии типа "генотип x среда", что будет способствовать "параллельной эволюции" сохраняемой популяции в общей изменчивости органического мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bodo I. Principles in use of life animals / I. Bodo // Animals genetic resources: Strategies for improved use and conservation. – Rome: FAO/UNEP, 1987. – P. 191-198.
2. Canningham E.P. Present and future perspectives in animal breeding research / E.P. Canningham // XV intern. cong. genet. New Delhi, Dek. 12-21. – New Delhi: Oxford, 1983. – P.112–114.

3. Dmitriev N.G. Animal genetic resources of the USSR / N.G. Dmitriev, L.K. Ernst. – Rome, 1989. – 518 p.
4. Genetic conservation of domestic livestock / Ed. L. Alderson. – L.: CAB, 1990. – 242 p.
5. Maijala K. Conservation of animals in general / K. Maijala // 1 World cong. on genetics applied to livestock production. – Madrid, 1974. – P. 37-46.
6. Yamada Y. Survival probability in small livestock populations / Y. Yamada, K. Kimura // Animals genetic resources conservation and management by data banks and training. – Rome: FAO, 1984. – P. 105-110.
7. Астауров Б.Л. Экспериментальная полиплоидия у животных / Б.Л. Астауров // Полиплоидия и селекция. – М.-Л.: Наука, 1965. – С. 43-56.
8. Бесполое размножение, соматический эмбриогенез и регенерация / Под ред. Б.П. Токина. – Л., 1972. – С. 17-66.
9. Винничук Д.Т. Генетические аспекты плодовитости коров / Д.Т. Винничук // Генетика и селекция. – К.: Логос, 2001. – 4. – С. 258-263.
10. Винничук Д.Т. Порода животных как биологическая система / Д.Т. Винничук. – К., 1993. – 70 с.
11. Винничук Д.Т. Сохранение генофонда сельскохозяйственных животных / Д.Т. Винничук // Молочно-мясное скотоводство. – К.: Урожай, 1989. – 74. – С. 3-8.
12. Винничук Д.Т. Сохранение генофонда животных / Д.Т. Винничук // Животноводство Украины. – 1997. – № 6. – С. 11-12.
13. Винничук Д.Т. Проблемы животноводства и биоразнообразия среды / Д.Т. Винничук // Агрэкология и биотехнология. – К., 1999. – Вып. 3. – С. 19-24.
14. Винничук Д.Т. Сохранение генофонда: задачи и решения / Д.Т. Винничук // Вестник зоологии. – К., 1999. – 11. – С. 59.
15. Винничук Д.Т. Сохранить аборигенные породы / Д.Т. Винничук // Новое сельское хозяйство. – М., 2004. – 2. – С. 68-69.
16. Глембоцкий Я.Л. Проблемы сохранения генофонда с.-х. животных / Я.Л. Глембоцкий // Животноводство, 1972. – 6. – С. 59-61.
17. Иванов К.М. Сохранение генофонда породы в малочисленной популяции / К.М. Иванов // Бюл. ВНИИРГЖ, 1976. – Вып. 21. – С. 31-33.
18. Коваленко В.П. Сохранение и использование генофонда в интенсивном птицеводстве / В.П. Коваленко // Генофонд с.-х. птицы – М.: Колос, 1977. – С. 10-17.
19. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М.: Мир, 1992. – 182 с.
20. Одум Ю. Свойства агроэкосистем / Ю. Одум // Сельскохозяйственные экосистемы. – М.: Агропромиздат, 1987. – С. 5-19.
21. Романов П.А. Охрана и использование генофонда якутского скота / П.А. Романов. – Якутск: Якуткнигоиздат, 1984. – 144 с.
22. Русяев А.П. Сохранить генофонд местных локальных пород / А.П. Русяев, А.А. Яковлев // Молочное и мясное скотоводство, 1980. – 3. – С. 31-33.
23. Рубан Ю.Д. Современные проблемы сохранения, создания и совершенствования породного генофонда скота / Ю.Д. Рубан // Породы и породообразовательные процессы. – Киев, 1989. – С. 49-59.
24. Серебровский А.С. Геногеография и генофонд с.-х. животных / А.С. Серебровский // Научное слово, 1928. – 9. – С. 3-22
25. Стрелковский А.С. Сохранение генофонда суксунского скота / А.С. Стрелковский // Бюл. ВНИИРГЖ, 1984. – Вып. 70. – С. 17-20.
26. Смит Д.М. Эволюция полового размножения / Д.М. Смит. – М.: Мир, 1981. – 271 с.
27. Трофименко А.Л. Объективные критерии породного генофонда / А.Л. Трофименко, Д.Т. Винничук // Цитология и генетика. – К., 1999. – 33. – 2. – С. 91.
28. Уханов С.В. Генетические ресурсы крупного рогатого скота: редкие и исчезающие отечественные породы / С.В. Уханов. – М.: Наука, 1993. – 171 с.
29. Уханов С.В. Генетические особенности якутского аборигенного скота и его помесей / С.В. Уханов, З.И. Берендяева, В.П. Коваленко // Генетика, 1990. – Т. 26. – №3 – С.525-530.
30. Федоткина А.И. Горынский скот Белорусского Полесья: автореф. дисс... канд. с.-х. наук / А.И. Федоткина. – Минск, 1959. – 17 с.
31. Фенетика природных популяций // Под ред. А.В. Яблокова. – М.: Наука, 1988. – 201 с.
32. Черкащенко В.И. Генетические особенности кр. рог. скота турано-монгольской группы: дисс... канд. с.-х. наук / В.И. Черкащенко – Л.-Пушкин, 1984. – 145 с.

33. Шубская В.И. Якутский кр. рог. скот / В.И. Шубская, Ф.И. Салтыков. – Л.: Изд-во АН СССР, 1931. – 385 с.
34. Шумный В.К. К проблеме сохранения генофонда растений и животных Сибири / В.К. Шумный // Генетика, 1992. – Т. 28. – № 1. – С. 115-121.
35. Эйсер Ф.Ф. Проблемы сохранения и рационального использования генофонда с.-х. животных / Ф.Ф. Эйсер // Научн.-техн. бюл. ВНИИРГЖ, 1983. – Вып. 63. – С.6-10.