Таблица 2 – Результаты двукратного осеменения самок

Стадия по мазку	Число осемененных самок		Количество живых щенков на одну основную самку	Самки не оплодотворившиеся		Самки абортировавшиеся	
	n	%	N	n	%	n	%
2 дня подряд	947	86,17	4,11±0,07	14	1,48	5	0,53
Через 1 день	152	13,83	5,02±0,16	7	4,60	4	2,63
Итого	1099	100	4,56±0,12	21	1,91	9	0,82

По результатам этой таблицы можно сказать, что двукратное осеменение с разницей в один день эффективнее на 0,91 живых щенков на одну самку, чем двукратное осеменение два дня подряд.

По данным таблиц можно сделать вывод, что двукратное осеменение через день эффективнее, чем однократное, т.к. повышает вероятность осеменения самок, увеличивается выход щенков на одну самку.

В нашем случае, если брать среднее значение по однократному осеменению выход щенков на одну самку приходится 3,62, а по двукратному осеменению 4,56. Разница между показателями – 0,94, это свидетельствует это эффективности двукратного осеменения.

Заключение. При определении оптимального времени осеменения методом влагалищных мазков Т.М. Чекаловой (1985 г.) лучшие показатели воспроизводства зарегистрированы у самок, которых первый раз осеменяли на стадии метэструс 1. При этом, количество живых щенков составляет 4,09±0,11.

Двукратное искусственное осеменение самок через один день на стадии метэструс 1 эффективнее, чем однократное, так как увеличивается выход щенков на одну самку, что составляет 5,02±0,16 щенка.

Литература. *1. Жвакина, А. Р. Искусственное осеменение лисиц и песцов: зарождение, становление и значение метода для пушного звероводства: Кролиководство и звероводство. – 2014. – № 4. – С. 20–23. 2. Кокорина, А. Е. Влияние окислительного стресса на репродуктивную функцию клеточных пушных зверей / А. Е. Кокорина [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2017. – № 3. – С. 49–51. 3. Кудрявцев, В. Б. Эффективность селекции при искусственном осеменении песцов и лисиц: дис. ... канд. сельхоз. наук: 06.02.03. – п. Родники Мос. обл., – 2007. – 139 с. 4. Плотников, И. А. Воспроизводительная способность лисиц (Vulpes vulpes Linnaeus, 1758) разных типов поведения / И. А. Плотников // Кролиководство и звероводство. – 2017. – № 3. – С. 69–70.*

УДК 636.082.454

СОВРЕМЕННЫЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РЕПРОДУКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ У ЖИВОТНЫХ

Розинский С.М., Гнездилова Л.А.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина» г. Москва, Российская Федерация

Растущий интерес к освоению и внедрению современных вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ) связан с решением задач, стоящих перед ветеринарной и зоотехнической наукой, таких как улучшение качества поголовья, повышение прогноза о будущем потомстве, упрощение и удешевление логистических процессов, сохранение и бережное использование ценного генетического материала. За последние года было разработаны достаточно много технологий по преодолению различных проблем в репродукции, что дает возможность провести сравнительный анализ по ВРТ. Вовремя изучения и сравнения различных технологий можно заключить, что современные эмбриологические лаборатории должны руководствоваться наилучшим соотношением эффективности к трудоемкости. Также, при выборе методов ВРТ необходимо учитывать оптимальность их применения в отношении определенного вида. ***Ключевые слова:*** *вспомогательные репродуктивные технологии; внутрифаллопийный перенос гамет; внутрифаллопийный перенос зиготы; интрацитоплазматическая инъекция спермием; клонирование.*

MODERN ASSISTED REPRODUCTIVE TECHNOLOGY IN ANIMALS

Rozinskiy S.M., Gnezdilova L.A.
«Moscow state Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology –
MVA by K.I. Skryabin», Moscow, Russian Federation

The growing interest in mastering and introducing modern assisted reproductive technologies (ART) is related to the challenges facing veterinary and zootechnical science, such as improving the quality of livestock, increasing the prognosis of future offspring, simplifying and cheapening logistical processes, preservation and careful use of valuable genetic material. In recent years, quite a number of technologies have been developed to overcome various reproductive problems, making it possible to carry out a comparative analysis on ART. While studying and comparing different technologies, we can conclude that modern embryological laboratories should be guided by the best ratio of efficiency to labour input. Also, when selecting the methods of ART, the optimality of their application in relation to a particular species must be taken into account. ***Keywords:*** *Assisted reproductive technologies; intrafallopian gamete transfer; intrafallopian zygote transfer; intracytoplasmic sperm injection; cloning.*

Введение. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) начали активно развиваться в 20-х годах предыдущего столетия [1]. Началом внедрения ВРТ можно считать момент, когда в практике по воспроизводству сельскохозяйственных животных появилось искусственное осеменение. В конце 20-го столетия благодаря научно-технологическому прогрессу ВРТ пополняли свой арсенал новыми методиками и практиками. К таким относятся: синхронизация эструса; достижение суперовуляции; аспирации яичника; созревание ооцита, оплодотворение и культивирование эмбриона in vitro; криоконсервация и витрификация ооцитов/эмбрионов; внутрифаллопийный перенос зиготы (ZIFT) и внутрифаллопийный перенос гаметы (GIFT). При этом остаются такие методики, которые еще полноценно не вошли в повсеместную практику. К ним относятся цитоплазматическая инъекция спермием (ICSI), клонирование, трансгенез и ксенобеременность.

В настоящее время ветеринарная наука обладает значительным потенциалом в области вспомогательных репродуктивных технологий. Их применение отражает современные тенденции по оптимизации животноводства, в частности в области снижения издержек и повышения качества особей.

Цель исследования - анализ современных ВРТ, их применение и проблемы, связанные с внедрением их в общую ветеринарную практику.

Материалы и методы исследований. В ходе работы использовали актуальные исследования в области ВРТ ведущих ученых современности, а также иные материалы необходимые для всестороннего и глубокого раскрытия темы. Обращение к общенаучным методам исследования, в частности анализу, обусловлено обзорным характером статьи.

Результаты исследований. Рассматривая существующие ВРТ можно отметить наибольшее распространение метода искусственного осеменения [2], представляющего собой простейшую из доступных технологий. Это связанно с тем, что искусственное осеменение не требует высоких компетенций и специальных средств. Однако, стоит отметить, что последнее утверждение представляется обманчивым, так как основой применения ВРТ являются протоколы их реализации. При их разработке стоит обратить внимание на необходимость глубокого знания процессов репродукции, которые, как правило, различаются у разных видов животных. Так можно отметить особенности репродукции собак, значительно отличающиеся в части овуляции от иных млекопитающих, в силу чего, при проведении процедур, необходимо реализовывать мероприятия с учетом видовой специфики. Также могут различаться способы внедрения спермы, такие как вагинальный, интрацервикальный, трансцервикальный, внутриматочный и лапараскопический. Все перечисленные метода имеют ряд преимуществ и недостатков, а их применение зависит от вида животного [3]. При этом искусственное осеменение не может обеспечить решение целого пласта задач, ставящихся в животноводстве. Обладая наиболее простой механикой, оно лишает специалистов возможности более глубокого влияния на процесс репродукции. Наименьшее участие, закономерно, ограничивает круг возможных результатов.

В определенных случаях представляется невозможным или малоэффективным применение вышеуказанного метода. Причинами к этому могут служить, как обстоятельства, влияющие на способность репродукции особи, так и экономическая или логистическая целесообразности. Примером можно привести задачу по организации разведения скота породы, не представленной в локациях ведения конкретного хозяйства. Для решения подобных задач представляется возможным использование технологии трансплантации эмбрионов. Для проведения данных мероприятий проводится процедура вымывания эмбриона для дальнейшего его внедрения в особь реципиента. Технология обладает плюсами в силу расширения возможностей к распространению генетических линий животных, обладающих высокими продуктивными характеристиками. Так, с помощью данной технологии, в условиях ограниченности возможностей обеспечения спроса у племенных хозяйств, во многом решается задача по созданию и увеличению поголовья с передачей не только мужского, но и женского генетического материала [4]. Однако трансплантация эмбрионов не представляется единственным эффективным путем и обладает своими ограничениями. К ним можно отнести необходимость содержания высокоценного маточного поголовья, низкое влияния на процесс оплодотворения (в частности необходимость сочетания с технологией искусственного

оплодотворения для повышения эффективности), ограниченное количества получаемых эмбрионов.

Далее стоит рассмотреть триаду технологий внутрифоллопийного переноса гамет (Gamete Intrafallopian Transfer (GIFT)), внутрифоллопийного переноса зиготы (Zygote intrafallopian transfer (ZIFT)) и экстракорпорального оплодотворения (ЭКО). Стоит отметить то, что данные технологии имеют под собой определенную черту развития описанных выше методов, являя собой доступные инструменты решения задач в репродукции. Так технология GIFT представляет собой забор мужской и женской гамет у доноров, отвечающих требуемым характеристикам, и внедрение их в репродуктивные тракты. Схожей технологией представлен метод ZIFT, отличающейся тем, что происходит внедрение зиготы в фаллопиевы трубы реципиента. Однако, важным различаем является принцип работы с генетическим материалом внутри реципиента (in vivo) и внутри пробирки (in vitro). Так, в первом случае относящимся к пути in vivo производится доставка мужских и женских гамет в фаллопиевы трубы, где в дальнейшем происходит оплодотворение, во втором же относящимся к категории in vitro, в фаллопиевы трубы помещается оплодотворённая в лабораторных условиях яйцеклетка [5]. Говоря о вспомогательных методах на следующей стадии правильно перейти к методу ЭКО. Данный метод отличается от вышеприведенных тем, что на этапе лабораторных манипуляций (in vitro) производится слияние гамет с последующим развитием до стадии эмбриона и культивацией его до достижения благоприятных условий к внедрению в матку реципиента. Однако, данный метод не применяется, например, в отношении лошадей [6]. При этом отмечается, что в отношении кошачьих данный метод представляет наиболее эффективный путь вспомогательной репродукции [7]. По своей сути данные три метода обладают схожим характером в том, что для специалистов, решающих задачи в рамках воспроизводства особей, открываются возможности работы не только с мужским генетическим материалом и матерью или донором эмбриона, а возможность использовать и женские извлеченные ооциты. Появляется расширенные возможности по оцениванию качества гамет, открываются пути к их отбору и адаптации.

Значительное влияние на процесс репродукции оказывает в свою очередь метод внутрицитоплазмотической инъекции спермием (Intra Cytoplasmic Sperm Injection (ICSI)). Данная технология отличается высокой точностью, однако требует и высоких компетенций специалистов, сопряженных с необходимостью задействовать высокоточное оборудование, обладающее высокой стоимостью. Данный метод можно отнести к острию развития ВРТ на сегодняшний день. Обладая сложной механикой, он предоставляет возможность к высокому влиянию на генетические материалы, а также обеспечивает их экономию. Так репродукция посредствам данной технологии для создания эмбриона требует задействовать лишь один сперматозоид и один ооцит [8]. Работа происходит in vitro, что, как и в случае ЭКО, позволяет обеспечить высочайший уровень контроля с момента выбора материала до вживления эмбриона в особь. В силу глубокого внедрения в процесс оплодотворения, данный метод позволяет производить не просто прогнозирование развития, а прямо влиять на него. Так, например, в случае ICSI, пол будущей особи не прогнозируется, а определяется посредствам использования конкретного спермия, несущего Y хромосому. Этот метод является наиболее передовым в ВРТ лошадей, так как, например, ЭКО на данный момент в отношении них имеет низкую эффективность [6].

Также на сегодняшний день наравне с ICSI, передовой технологией в вспомогательной репродукции является ядерный перенос соматических клеток (somatic cell nuclear transfer (SCNT)). Коммерциализация SCNT находится на низком уровне, что связанно с дороговизной оборудования, потребности в значительном количестве генетического материала и высокими требованиями к компетенциям специалистов. Тем не менее данная технология дает возможность проводить более глубокую работу с женской гаметой с внедрением в нее донорской клетки для создания клона особи [9]. Прошло достаточно времени с момента первого в истории успешного клонирования, широко известного как эксперимент с объектом овца «Долли». С тех пор разработаны протоколы и для других видов животных, в частности лошадей, собак, верблюдов и иных.

Заключение

1. В результате проведенного анализа возможности применения ВРТ у животных установлено, что они не могут противопоставляться друг другу, хотя и имеют характер развития. При решении конкретных задач специалисты должны руководствоваться наилучшим соотношением эффективности к трудоемкости. Также при выборе методов ВРТ необходимо учитывать оптимальность их применения в отношении определенного вида. Одной из главных задач ВРТ на сегодняшний день представляется расширение протоколов их применения, так на данный момент они не представлены в отношении многих биологических видов.

2. Классифицируя все методы ВРТ по принципу in vivo и in vitro стоит отметить повышенные требования к компетенции специалистов в последнем случае, а также повышенные требования к материально-техническому обеспечению. Однако, технологии класса in vitro открывают широкие возможности по влиянию на гаметы. Также они отличаются возможностью непосредственной работы с женским генетическим материалом.

3. ВРТ обладают достаточно большой вариативностью, обеспечивая возможность решения разных задач, стоящих перед специалистами. Они являются инструментом к оптимизации процессов животноводства, улучшению качества особей, проведению селекционных мероприятий, преодолению бесплодия и экономии генетических материалов. Однако, потенциал данных технологий этим не ограничивается, позволяя решать посредствам их применения и уникальные задачи, вплоть до создания точной копии особи и химер.

Литература. *1. Животков, Х. И. Основы «осеменения лошадей» / Х. И. Животков. – Москва: Сельхозгиз, 1952. – 368 с. 2. Antioxidants in assisted reproductive technologies: An overview on dog, cat, and horse // Ciani Francesca [et al.] // Journal of Advanced Veterinary and Animal Research; Mymensingh. – 2020. – № 8. – P. 173 – 184. 3. Recto-vaginal artificial insemination using digital rectal palpation technique in Red Sokoto goat / Adeh A.Bello [et al.] // Small Ruminant Research. – Vol. 215. – 2022. – P. 106–108. 4. Bertolini, M. Advances in reproductive technologies in cattle: from artificial insemination to cloning / M. Bertolini, L.R. Bertolini // Rev Fac Med Vet Zootecnia. – 2009. – 56(3). – P. 184–194. 5. Intrafallopian transfer of gametes and early stage embryos for in vivo culture in cattle / F. Wetscher [et al.] // Theriogenology. – Vol. 64. – 2005. – P. 30-40. 6. Horse ooplasm supports in vitro preimplantation development of zebra ICSI and SCNT embryos without compromising YAP1 and SOX2 expression pattern / A. Gambini [et al.] // PLoS One. – № 15. – 2020. – P. 20–37. 7. Van Soom, A. Cats and dogs: two neglected species in this era of embryo production in vitro? / Van Soom A, Rijsselaere T, Filliers M. // Reprod Domest Anim. – 2014. – № 49. – P. 87–91. 8. Salamone,*

D.F. Intracytoplasmic sperm injection in domestic and wild mammals / Salamone DF, Canel NG, Rodriguez B. // Reproduction. – 2017. – № 154. – P. 111–124. 9. Herrick, J. R. Assisted reproductive technologies for endangered species conservation: developing sophisticated protocols with limited access to animals with unique reproductive mechanisms / Jason R Herrick // Biology of Reproduction. – Vol. 100, Is. 5. – 2019. – P. 1158–1170.

УДК 631.4:631.874(571.15)

ВЗАИМОСВЯЗЬ РАЗНЫХ ВАРИАНТОВ ПОЛИМОРФИЗМА ГЕНОВ КАППА-КАЗЕИНА (CSN3), БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛИНА (BLG), АЛЬФА ЛАКТОАЛЬБУМИНА (LALBA) И ЛЕПТИНА (LEP) С КАЧЕСТВЕННЫМИ И КОЛИЧЕСТВЕННЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СПЕРМОПРОДУКЦИИ БЫКОВ – ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Сарычев В.А., Афанасьева А.И.
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет»,
г. Барнаул, Российская Федерация

Быки-производители с генотипами CSN3AA, CSN3AB, LALBAA, ассоциированными с более высокими среднесуточными удоями, характеризовались низкими показателями качества спермы, в то время как быки-производители с генотипами BLG BB, и LEP TT, связанные с белково- и жирномолочностью, отличались более высоким количеством и объемом эякулята, а также активностью и меньшим количеством бракованного семени. При этом наибольшая активность и концентрация семени зафиксирована у быков с генотипом BLG BB. Эти различия могут быть обусловлены большим влиянием локусов количественных признаков на подвижность и аномалии сперматозоидов. ***Ключевые слова:*** *генотип, черно-пестрая порода, полиморфизм, каппа-казеин (CSN3), бета-лактоглобулин (BLG), альфа-лактальбумин (LALBA), лептин (LEP), спермопродукция.*

RELATIONSHIP OF DIFFERENT POLYMORPHISM VARIANTS OF THE KAPPA-CASEIN (CSN3), BETA-LACTOGLOBULIN (BLG), ALPHA-LACTOALBUMIN (LALBA), AND LEPTIN (LEP) GENES WITH QUALITATIVE AND QUANTITATIVE INDICATORS OF SEMEN PRODUCTION OF BLACK-PIED BULLS

Sarychev V.A., Afanaseva A.I.
FGBOU VO "Altai State Agrarian University", Barnaul, Russian Federation

Stud bulls with genotypes CSN3AA, CSN3AB, LALBAA, associated with higher average daily milk yields, were characterized by low sperm quality, while sires with genotypes BLG BB, and LEP TT, associated with protein and milk fat, were characterized by higher the amount and volume of ejaculate, as well as activity and less defective semen. At the same time, the highest activity and concentration of semen was recorded in bulls with the BLG BB genotype. These differences may be due to the greater influence of QTL on sperm motility and abnormalities. ***Keywords:*** *genotype, black-and-white*