Вопросы племенной оценки

4 июля 2024 года, в Санкт-Петербургском государственном университете ветеринарной медицины состоялась Всероссийская научная конференция «Племенная оценка скота как основа животноводства».

Конференция была организована Объединенным научным советом по агробиотехнологиям и продовольственной безопасности Санкт-Петербургского отделения РАН, научным советом секцией зоотехнии и ветеринарии отделения сельскохозяйственных наук РАН и ФГБОУ ВО СПбГУВМ.

Спикеры представили доклады о биотехнологических подходах в повышении генетического прогресса в животноводстве, синергии генетических и репродуктивных технологий в ускорении селекционного процесса, перспективах развития геномной селекции крупного рогатого скота молочного направления на евразийском пространстве и многие другие. А спикеры на конференции собрались серьёзные — 6 академиков РАН, член-корреспонденты РАН, профессора и доктора наук, директора институтов и ректоры аграрных университетов.

От имени организационного комитета конференции участников приветствовал академик РАН, руководитель секции и заместитель председателя ОНС по Агробиотехнологиям и продовольственной безопасности **Анатолий Александрович Стекольников**: «Наша конференция посвящена 300-летию российской академии наук и десятилетию науки и технологии. Сегодня у нас будет возможность рассмотреть и обсудить современные тенденции и перспективы развития племенного скотоводства в контексте новейших научных достижений».

Приветствуя участников, академик РАН **Виктор Иванович Долженко** отметил важность понимания развития научного обеспечения животноводства как значимой составляющей продовольственной безопасности страны.

Биотехнологический подход

Ректор ФГБОУ ВО СПбГУВМ, член-корреспондент РАН, доктор ветеринарных наук, профессор **Кирилл Владимирович Племяшов** подчеркнул, что идея проведения конференции по племенной оценке скота в стенах ветеринарного университета логична. «Зоотехния и ветеринария связаны между собой, необходимо сотрудничество этих отраслей знаний, — считает К.В. Племяшов. — Маститов и многих других болезней животных можно было бы избежать, если грамотно заниматься селекцией».

Ежегодно в нашу страну завозится импортный генетический материал. Основными поставщиками семени являются США и Канада. В 2022 году в системе Меркурий зарегистрирована поставка импортного семени в количестве 6,6 млн доз. По данным американской Национальной ассоциации селекционеров (NAAB), в 2021 году выручка от экспорта почти 28 млн доз семени молочных бычков голштинской породы превысила $266 млн. С 2009 года американская семяпродукция экспортируется на основе геномной оценки — именно с этого времени произошел взрывной рост продаж. «Российские хозяйства получают субсидии, в том числе на закупку импортной спермы. Конечно, сперма ведущих мировых быков должна присутствовать на нашем рынке, но в разумных пределах», — уверен Племяшов.

Справка

Племенная ценность (EBV) – это прогнозируемая ценность по конкретному признаку. Является количественной характеристикой наследственных качеств животного. Выражается отклонением относительно среднего значения популяции. Рассчитывается методом BLUP Animal Model.

К биотехнологическим подходам в животноводстве относятся технологии геномного редактирования, in vivo et, in vitro et, клонирования, геномная оценка племенной ценности. Если раньше использовались сначала визуальные, а затем маркерные подходы к селекции, то теперь на первый план вышла геномная селекция, достоверность которой достигает 80%. Селекционные подходы требуют усилий и времени. Чтобы улучшить 1 признак с помощью визуальной оценки (VS), необходимо 1000 лет. Маркерная селекция (MAP) позволяет производить селекционную работу по нескольким признакам и занимает 5-10 лет. Геномная селекция (GS) занимает порядка 4 лет и включает в себя огромное количество маркеров.

Что же ограничивает развитие и внедрение племенной оценки? Сбор первичных данных, генетических показателей и другой информации слабый, не соответствующий потребностям. Существующая система идентификации животных не подразумевает прослеживаемости поколений и взаимосвязей всей информации, в базе нет данных о происхождении животного.

Алгоритмы оценки

Кирилл Племяшов обратился к информации Голштинской ассоциации США — какие же базисные алгоритмы оценки племенной ценности они используют.

Вся их система базируется на математической модели животного, в которую включаются все установленные родственные связи животного с оцененными или еще не получившими оценки животными. Результаты оценки всех предков напрямую влияют на оценку животного. Модель учитывает и такие негенетические факторы, как влияние сезона и региона, племенная ценность сверстников, родословная, воздействие окружающей среды на дочерей быка в одном стаде. Данные продуктивности животных для оценки с помощью модели приводятся к удою за 305 дней при двухразовом доении. При этом учитывается влияние сезона отела, возраста в лактациях и длина сервис-периода предыдущей лактации. Влияние возраста и стадии лактации на момент бонитировки также учитываются при оценке экстерьера и итогового балла бонитировки (типа) в модели животного. Для адекватного отображения племенной ценности используется обновляющийся раз в 5 лет генетический базис. Он представляет из себя средние показатели всех коров, рожденных в определенном году (на данный момент — в 2020 г.). Вся оценка рассчитывается относительно базисных значений, принятых за ноль, за исключением признаков легкости отёла, мертворождения и уровня соматики, за точку отсчета для которых взято среднее значение по породе.

Наши быки не хуже

В СПбГУВМ разработана математическая модель племенной ценности скота, где используются данные племенных заводов и РБЖ. Все поголовье обсчитывается на основе оценки быков хозяйства. (Как известно, Ленинградская область является лидером по качеству коров). Проводится молекулярно-генетическая экспертиза, микросателлитный анализ, выявляются геномные дефекты. На основании геномной информации о предках с помощью математической модели производится расчет прогнозируемой племенной ценности. Данные лучших быков, полученные по результатам расчетов, отправляются в американскую Голштинскую ассоциацию на генотипирование, поскольку там имеется наибольшая база генотипов: на сегодняшний день в племенной книге ассоциации хранится информация о 22 млн животных. Самая большая в мире референтная популяция голштинского скота позволяет достичь максимальной достоверности геномной оценки скота. На сегодняшний день таким образом генотипировано более 1000 голов с племенных заводов Ленинградской области.

«Следует отметить, что, сравнивая карточки бычков с наивысшей племенной ценностью, полученных в Ленинградской области, с американскими бычками, можно с уверенностью сказать — наши быки не хуже», — считает Кирилл Племяшов.

В 2023 году в СПбГУВМ открыта лаборатория молекулярно-генетической экспертизы, которая займется подтверждением достоверности происхождения и диагностикой моногенных заболеваний животных.

Синергия для ускорения прогресса

Академик РАН, доктор биологических наук, профессор, директор ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им.Л.К.Эрнста **Наталия Анатольевна Зиновьева** отметила, что в 2016 году институт получил премию губернатора Московской области за внедрение технологии геномной селекции (оценки), которая используется в каталогах быков.

ВИЖ занимается разработкой и сопровождением

Н.А.Зиновьева

А.А.Сермягин

С.Е.Тяпугин

В.С.Скрипкин

программ геномной селекции в молочном скотоводстве на уровне регионов, с ним сотрудничают более 50 племенных заводов и репродукторов. Технология геномной оценки опробована в Московской области на поголовье 36 тыс. коров, в Ленинградской на 47 тыс. коров, в Вологодской на 40 тыс. коров, в Воронежской на 33 тыс. коров. Достоверность оценки племенной ценности быков по геному (DGV) составляет: удой за 305 дней – 60,6%, молочный жир – 46,8%, молочный белок – 53,5%. По сравнению с достоверностью оценки по предкам (20-50%) результат лучше, но пока уступает достоверности по потомству (88-90%).

«Геномная оценка повышает точность оценки животных, а точность прогноза на ранних стадиях позволяет эффективнее работать», – уверена Наталия Зиновьева. До генетической оценки использовалось 40% быков, сейчас до 70%, то есть больший процент телок можно покрывать молодыми быками. В США для искусственного осеменения используется 71% молодых генотипированных быков-производителей и еще 25% – генотипированных быков первого сезона (данные за 2021 год). В Канаде 97% быков – это результат трансплантации эмбрионов за счет геномной оценки, без ожидания оценки по потомству.

Результатом внедрения геномной селекции стало снижение возраста родителей: в 1990-е их средний возраст был 7-8 лет, сейчас 3-4 года. Оборачиваемость стада ускорилась.

По мнению спикера, генетический прогресс обеспечивается не только геномной оценкой. Геномная оценка эффективна только в синергии со вспомогательной продуктивной технологией. Вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) – это набор методов и процедур, предусматривающих проведение манипуляций с половыми циклами, гаметами или эмбрионами. Их цель – сохранение, эффективное использование и совершенствование генетических ресурсов животных.

К ВРТ относятся: искусственное осеменение, синхронизация полового цикла, криоконсервация семени, сексирование семени, клонирование, определение пола эмбрионов и ПГД, получение эмбрионов in vitro, суперовуляция и пересадка эмбрионов. Сочетание вышеназванных технологий позволяет повысить точность и интенсивность оценки (селекции), а также снизить генерационный интервал.

«С помощью ВРТ можно решить еще одну проблему – отсутствие оценки самок и ввод в оборот всех телок. Эта проблема решается через пересадку эмбрионов, – считает Наталия Зиновьева. – Получение потомства от лучших животных позволяет увеличить потенциал от генетической оценки».

Технология получения эмбрионов коров in vitro хорошо изучена. По данным ВИЖа, приживаемость свежеполученных эмбрионов после пересадки составляет 63,64%, замороженных – 49,10%. По рождаемости показатели почти в два раз ниже – 33,30% и 26,30% соответственно.

Получение эмбрионов in vitro не требует сверхсложностей: простые приборы, синтетические среды, следование протоколу. Проблема только в источнике яйцеклеток, для их получения надо работать с животными.

Перспективы на евразийском пространстве

Директор ВНИИГРЖ, кандидат сельскохозяйственных наук **Александр Александрович Сермягин** уверен, что система оценки племенной ценности – это способ ускорить селекцию, обеспечить максимально точный прогноз в максимально раннем возрасте.

Возможны разные подходы к оценке племенной ценности, но лучше использовать референтные популяции. Принципами их формирования являются уровень достоверности оценок племенной ценности для быков (коров); активная и генотипированная численность популяции; наследуемость и изменчивость количественных признаков; оптимальный уровень генетического разнообразия. Также важны неравновесие по сцеплению между SNP для оценки объединения различных популяций молочного скота в одну; унификация системы оценки племенной ценности животных на породном уровне (BLUP, EBV, SI); ведение единой базы данных фенотипов и их сбор для объединенной популяции.

По данным Александра Сермягина, в мире уже существует система международной генетической оценки – INTERBULL. Оценка геномной племенной ценности быков-производителей проводится в 11 странах, а рейтинг животных имеет межгосударственный статус. В международный консорциум EuroGenomics входит 9 европейских стран с базой данных по генотипам 38 тыс. быков и 3,8 млн коров. Возможно объединение стран в группы по континентам для совместного использования генетической информации.

По мнению спикера, перспективным является развитие геномной селекции крупного рогатого скота молочного направления на евразийском пространстве, формирование консорциума в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС). Докладчиком предложил принцип ранжирования значений племенной ценности быков для ЕАЭС. На основе данных по 7,8 млн российских, 1,5 млн белорусских и 2,2 млн казахстанских коров, а также GEBV-рейтингов оценок по геному этих стран можно составлять объединенные топ-рейтинги стран ЕАЭС.

«Интересен генетический тренд по результатам внедрения геномной селекции на основе референтной популяции скота России и Казахстана, геномный прогноз вполне положительный, можно получать интересных животных», – считает Александр Сермягин.

Спикер также продемонстрировал концепцию управления совместной селекционно-племенной работой трёх стран.

Методики оценки

Доктор сельскохозяйственных наук **Сергей Евгеньевич Тяпугин** (ФГБНУ ВНИИПЛЕМ) определил точки для дальнейшей корректировки работы.

«На протяжении уже 30 лет в РФ проводится централизованная оценка племенной ценности быков-производителей. До 2018 года она проводилась по методу дочери-сверстницы, потом была разработана методика в пользу BLUP, – говорит Сергей Тяпугин. – С 2021 года оценка производится согласно методик, утвержденных Евразийской Экономической Комиссией методом BLUP AM (наилучший линейный несмещенный прогноз по модели животного)».

Преимущества метода BLUP AM:

- обеспечивается несмещенная оценка эффекта генетической группы, к которой относится оцениваемое животное;
- обеспечивается наилучший линейный несмещенный прогноз аддитивной генетической ценности быка;
- повышается достоверность оценки за счет объединения факторов стада, года и сезона отела в один фактор «стадо-год-сезон отела» или HYS;
- повышается достоверность оценки при привлечении данных дочерей по первой и последующей лактациям;
- повышается достоверность прогноза при объединении массива данных с учетом периода оценки;
- повышается достоверность оценки при учете всех родственных связей быка (предки, дочери, сыновья, племянницы и т.д.).

Процедура подготовки массивов данных включает сбор электронных баз данных ИАС «СЕЛЭКС-Молочный скот» племенного учета хозяйственного уровня (1123 баз данных из 67 регионов); формирование групп дочерей быков (более 2,7 млн записей); формирование данных по молочной продуктивности дочерей.

По данным ВНИИПЛЕМа, сегодня в оценке участвует 11110 быков как многочисленных, так и малочисленных пород. Максимальное количество – быков голштинской породы – 8730 голов. Это логично, так как 80% всего поголовья популяции – голштинский скот, а 20% занимают животные других 24 пород.

Если рассмотреть минимальные и максимальные показатели молочной продуктивности дочерей быков разных пород, можно заметить, что максимальные различия у голштинской породы – от 2380 до 15310 кг молока, а минимальные – в генофондных породах. Максимальные значения продуктивности демонстрирует всё-таки голштинская порода, но чёрно-пёстрая, айрширская и холмогорская породы также превышают уровень надоя 10 тыс. кг.

«Обор по фенотипу не способствует прогрессу стада. Мы исследовали генотип и фенотип. Изменчивость в показателях фенотипа и генотипа минимальна у генофондных пород и максимальная – у голштин. Поэтому надо использовать BPUP процедуру, которая будет нивелировать изменчивость показателей», – считает Сергей Тяпугин.

Отбор по одному признаку способствует снижению других признаков. Например, отбор только по удою будет снижать жир и белковость молока. Отбор по белку не способствует росту продуктивности. Отбор по комплексу показателей (жир и белок) не снижают удой и показатели жира и белка.

Расчеты показали, что год рождения быка влияет на его итоговую оценку. Около 40% быков, получивших оценку, имеют средний возраст примерно 12 лет. Резервом эффективности селекции является снижение интервала между поколениями.

До 1994 средний выход жира и белка на порядок меньше, чем в 2015 году. Этот резерв есть в плане эффективности селекции и снижения интервала между поколениями. Надо внедрять в практику, чтобы получать животных с генетическим потенциалом.

Докладчик сообщил, что с 2025 года будут внесены поправки в методики оценки племенной ценности. Изменения коснутся экстерьерных характеристик (18 показателей), дополнительно будут учитываться показатели воспроизводства и здоровья вымени. Идет процесс разработки комплексного индекса.

Проблемные вопросы

Директор Института ветеринарии и биотехнологий ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ, доктор биологических наук, профессор **Валентин Сергеевич Скрипкин** представил результаты стратегического проекта по генетическому совершенствованию молочного скота в Ставропольском крае, который выполняется в рамках программы Приоритет – 2030. Проект носит региональный характер, но при этом является частью федерального проекта. Методологическая проработка вопроса ведется на протяжении уже 17 лет.

Ведущие страны по производству молочного сырья в оценке племенной ценности объединены в рамках ICAR и Interbull. Основой роста производства молока в этих странах является геномная оценка и расчет индексов. Программы геномной оценки реализованы в ключевых молокопроизводящих странах – США, странах ЕС, Израиле, Новой Зеландии. Средний срок реализации национальной геномной программы составляет10 лет.

Россия не является членом этих всемирных организаций, поэтому вынуждена импортировать большие объемы генетических ресурсов: в страну ввозится 4,5 млн доз бычьего семени, это 44% от потребности. Плюс к этому импортируется 33,7 тыс. голов животных.

Ведущие страны по производству молочного сырья в оценке племенной ценности объединены в рамках ICAR и Interbull.

«Однако сейчас появилась возможность преодолеть отставание от ведущих стран за счет реализации проекта по генетическому совершенствованию молочного скота, – уверен Валентин Скрипкин. – В рамках проекта разработаны и переданы для включения в нормативную документацию предложения, направленные на унификацию российской нормативной документации с методологией ICAR».

К реализации регионального проекта университет приступил с уже созданным мощным ресурсно-технологическим центром, включающим подразделения, рекомендованные методологией ICAR для оценки племенной ценности крупного рогатого молочного скота. В 2023 году была создана современная лаборатория молекулярно-генетической экспертизы. На лаборатории университета возложена задача по сбору и оценке фенотипических данных и участие в геномной оценке племенного молочного скота.

По словам Валентина Скрипкина, в процессе выполнения проекта были выявлены и впервые подняты проблемные вопросы, связанные с оценкой экстерьера животных. Возникла необходимость срочно проводить работу по формированию достоверной базы данных с промерами тела животных, выявлению средних показателей по популяции, присвоением оценки по пятибалльной шкале.

Также к числу проблемных вопросов относится необходимость разработки молочных коэффициентов, позволяющих провести перерасчет суточного производства молока по результатам оценки одной пробы молока. В ICAR эти коэффициенты разработаны. В лаборатории университета были получены результаты, аналогичные коэффициентам ICAR, и сейчас проводится доработка программного модуля для автоматизации процесса по пересчету данных.

Конференция стала площадкой, где обсуждались вопросы, стоящие перед образованием, наукой и производством. Участники получили возможность поделиться своими исследованиями, обменяться опытом и обсудить актуальные вопросы, связанные с племенной оценкой скота. СХВ