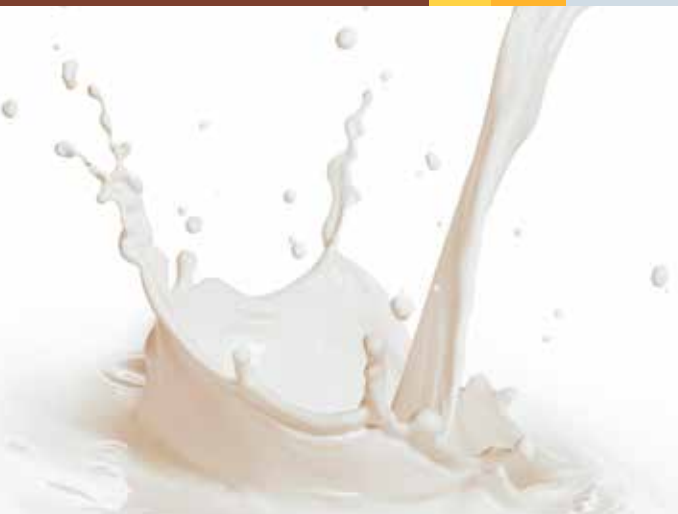
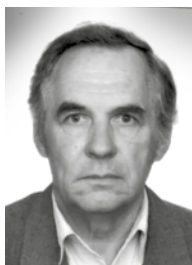


ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОКА



Николай Попков,
директор НПЦ НАН Беларуси
по животноводству,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент



Владимир Тимошенко,
первый заместитель генерального
директора по научной
и инновационной работе НПЦ
НАН Беларуси по животноводству,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор



Андрей Музыка,
завлабораторией разработки
интенсивных технологий
производства молока и говядины
НПЦ НАН Беларуси по животноводству,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

Конкуренция на рынках, требующая постоянной интенсификации производства, за последние полвека привела к значительному росту молочной продуктивности коров в экономически развитых странах. Если у предка домашней коровы молока хватало лишь для вскармливания теленка в первые месяцы его жизни, то представители современных пород дают за лактацию (период времени между двумя смежными отелами, в течение которого корова доится) 5–6 тыс. кг молока, а рекордсменки – до 20–24 тыс. Вместе с тем чрезмерная интенсификация одной функции, в данном случае лактогенной, не проходит бесследно для других систем организма. Потенциально высокая продуктивность, предопределяющая напряженный обмен веществ, может эффективно реализовываться только в условиях, максимально отвечающих биологическим потребностям животных, способствующих беспрепятственной реализации их физиологических функций. Соответствовать таким требованиям могут только технологии, базирующиеся на трех основополагающих принципах: создание комфортных условий; стремление к минимизации затрат трудовых и энергетических ресурсов на производство единицы продукции; применение системы управленческих и организационных решений, обеспечивающих экономически целесообразный баланс в реализации первых двух положений. Такой подход позволяет увеличить продуктивное долголетие животных, способствует сохранению их здоровья и содействует получению, кроме молока, еще и сверхремонтного молодняка.

Комфортные условия – это больше, чем своевременное кормление, тщательный уход и мониторинг здоровья. Это система менеджмента. Современные интенсивные технологии должны отличаться высокой степенью целенаправленного управления генетической программой, физиологическими и произ-

водственными процессами в биологических объектах (человек – машина – животное – окружающая среда). Эти звенья объединены функциональными, энергетическими и информационными связями в вероятностные, детерминированные подсистемы: машина – животное (М – Ж), человек – животное (Ч – Ж), среда – животное (С – Ж), среда – человек (С – Ч) и человек – машина (Ч – М). Сложность этой структуры определяется не числом входящих в нее элементов, а их свойствами и связями между собой.

В биотехнических системах все элементы связаны в едином контуре, причем роль управляющего могут играть как технические, так и биологические звенья. Опыт других отраслей показывает, что обеспечение пространственно-антропометрической совместимости составляющих такой модели приводит к существенному повышению качества ее функционирования, росту экономической и социально-экономической эффективности. В результате создаются благоприятные предпосылки для лучшего выражения генетического потенциала, максимизируются хозяйственно полезные параметры. Наличие условий, обеспечивающих рациональное использование потенциала кормов, также является одним из главных критериев при оценке эффективности и перспективности новых технологий, средств механизации и автоматизации. Важнейшее значение при этом приобретают технологии, в которых групповое обслуживание животных, характерное для промышленных методов производства, рационально совмещается с индивидуальным подходом.

Если еще в 2000 г. преобладал привязный способ содержания коров с доением в переносные ведра или молокопровод на фермах с поголовьем от 100 до 400 голов дойного стада (около 95%), то в настоящее время наблюдается концентрация поголовья, сформирована генетическая основа молочного стада с потенциалом выше 8 тыс. кг молока, реконструированы и построены фермы с широким внедрением новейших технологий, где используется современное оборудование (доильные установки «Елочка», «Параллель», «Тандем», «Карусель», а также роботизированные), повысился общий уровень культуры производства и квалификации кадров.

Динамичному развитию молочной отрасли способствовала принятая в 2003 г. программа по достижению удоя в 4 тыс. кг молока от коровы в 700 сельскохозяйственных организациях, что было достигнуто к 2006 г.

В республике имеется около 4 тыс. молочно-товарных ферм и комплексов, более 40% из которых оборудованы доильными залами и роботами.

На индустриальных фермах содержится почти 2/3 поголовья молочных коров и производится более 60% от всего валового производства молока общественного сектора. На промышленную технологию производства молока в Брестской области переведено 50% всех молочно-товарных ферм и комплексов, в Витебской – 17%, в Гомельской – 43%, в Гродненской – 47%, в Минской – 38% и в Могилевской – 50%.

Современная ферма представляет собой весьма сложную биотехническую систему, в которой животные выступают не только как средство переработки корма в конечную продукцию, но и как объекты воспроизводства стада, где технологические, технические и объемно-планировочные решения составляют единое целое [1–3]. Использование такой концепции позволяет снизить трудозатраты на 1 ц молока с 9,5 до 1,2 чел./ч, расход кормов – с 1,3 до 0,9 кормовых единиц, совокупные энергозатраты – с 85 кг условного топлива до 55–60 кг, увеличить нагрузку на 1 оператора от 30 до 120 голов, что приближает объем выпуска молока на одного работающего на ферме к 500 т.

Современная тенденция в разработке технологического оборудования для ферм нового поколения – полная автоматизация производственных процессов, создание гибкой самоадаптирующейся системы машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных. Значительная трудоемкость процесса доения, неуклонно повышающиеся требования к качеству молока и высокая оплата труда работников стимулируют инвестирование в изучение и производство высокотехнологичного и наукоемкого оборудования. Интеграция интеллектуальных систем управления животноводческим хозяйством объединяет процессы кормления, доения, навозоудаления и управления стадом.

Системы роботизированного доения представляют собой полноценный автоматизированный комплекс, позволяющий получать молоко самым физиологичным для коровы способом, с учетом ее индивидуальных суточных ритмов. При этом возникает уникальный синтез взаимодействия средств автоматизации с «механизмом» лактации. Роботизированные системы обеспечивают постоянное выполнение комплекса технологических операций по доению и кормлению, повторяющихся в строго определенной последовательности без участия и даже присутствия оператора. Роботы готовят вымя перед подключением доильного аппарата, находят соски и подсоединяют его к ним, своевременно снимают, дезинфицируют сосковую резину и подсчитывают количество шагов коровы, сделанных ею после

последней дойки (выявление коров в охоте), подают сигналы селекционным воротам для выборки проблемных особей, измеряют удой молока, его кислотность, температуру, количество соматических клеток и т.д.

Один робот (доильный бокс) может обслуживать 50–70 дойных коров с получением 500–700 тыс. кг молока в год. Это экономит до 1050 часов рабочего времени ежегодно. При этом система оценивает состояние каждой из четвертей вымени и своевременно выявляет признаки мастита, определяет скорость молокоотдачи и отделяет качественное молоко от брака. Роботы, как правило, конструктивно схожи и состоят из следующих частей: станочного оборудования с воротами и станцией кормления (бокса), руки-манипулятора с системой определения положения сосков, доильных аппаратов, систем управления, регистрации качества молока и менеджмента стада.

Автоматические доильные системы условно можно подразделить на две группы: установка с одним доильным боксом, который обслуживает одна рука-манипулятор, управляемая отдельной системой, и установка, состоящая из нескольких боксов, обслуживаемых одной рукой и системой. Промежуточное решение – несколько боксов, каждый из которых оснащен отдельным манипулятором, но все они управляются одним блоком.

Применение доильных роботов требует иной организации технологического процесса производства молока с соответствующей планировкой коровника. Их использование подразумевает, как правило, беспривязное содержание коров. Следует также учитывать, что в соответствии с индивидуальным суточным режимом дня и физиологиче-

скими потребностями животные совершают многократные перемещения по помещению (для доения – до 5 раз в сутки, для кормления – в среднем 7 раз). Разработаны три их формы, обеспечивающие в той или иной степени самостоятельное посещение коровами доильного робота: свободное движение; управляемое движение с возможностью последующего отбора животных (после доения); управляемое движение с предварительным (до доения) и последующим отбором.

Заход коровы в доильный бокс происходит обычно добровольно (свободное передвижение). В этом случае коровник устроен так, что все животные в любое время имеют свободный доступ к кормовому столу и доильному месту и могут сами себе устанавливать частоту их посещения. При свободном движении коровы самостоятельно перемещаются по коровнику, без каких-либо препятствий в виде ограждений и селекционных ворот. В качестве альтернативы существует управляющая технология, согласно которой пройти к кормовому столу можно только после дойки.

Исследования показывают, что животные достаточно быстро привыкают к доению роботом и самостоятельно посещают бокс. При этом увеличивается частота доений (до 4 и более раз в сутки), что благотворно сказывается на здоровье вымени и способствует повышению продуктивности до 15%.

Фактором, жестко регламентирующим эффективность эксплуатации роботов, является молочная продуктивность коров. Каждое автоматически выдаиваемое животное должно давать не менее 6500 кг молока за лактацию. При меньшем значении применение роботов экономически не целесообразно.



Комплекс на 1000 дойных голов РПУП «Устье»

Другим практическим аспектом является молочная железа коровы как объект воздействия средств механизации. Не все животные пригодны к роботизированному доению. Требуется подбирать высокопродуктивных, с хорошо развитым выменем и соответствующей скоростью молокоотдачи. При формировании стада приходится отбраковывать 5–15% коров, что ставит новые задачи перед специалистами, занимающимися племенной работой, прежде всего в плане равномерно развитого вымени. В противном случае автоматическое доение становится затруднительным и требует участия оператора.

В Беларуси есть определенный опыт строительства и эксплуатации крупных (от 600 до 1000 коров) роботизированных ферм: ОАО «Александрийское» (МТК «Александрия»), ОАО «Гастелловское» (МТФ «1000»), СПК «Прогресс-Вертелишки» (МТФ «Баторовка»), СПК «Агрокомбинат Снов» (МТФ «Друцковщина»), КСУП «Минская овощная фабрика» (МТФ «Луговая Слобода») и др. Доильные роботы успешно функционируют на более чем 200 МТФ.

Объединение их в одну систему с конвейерной доильной установкой типа «карусель» позволяет получить принципиально новое оборудование, совмещающее в себе плюсы роботизированных систем (точность операций, избавление от рутины, кадровая независимость) и быстроту обслуживания больших поголовий. В роторной установке животные доятся одновременно большими группами, при этом операции по обработке вымени проводятся роботами-манипуляторами, смонтированными на «карусели». Ведущие производители доильного оборудования выпускают роботизированные роторные установки, оснащенные манипуляторами, установленными на постах вне платформы со станками для коров либо непосредственно на каждом доильном месте «карусели». Пилотный проект с применением такой системы реализован в РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского р-на в инновационном молочно-товарном комплексе на 1 тыс. дойных коров с замкнутым циклом. В проект включены все новые технологические разработки НПЦ НАН Беларуси по животноводству, утвержденные секцией животноводства и ветеринарии научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия. В состав комплекса входят три коровника и четыре помещения для размещения ремонтного молодняка. Технологический процесс обеспечивает круглогодичное равномерное производство молока промышленным методом на основе поточно-цеховой схемы. Животным созданы комфортные, соответствующие физиологическим требованиям условия содержания.

Коровники разделены кормовым столом и поперечными перегородками на 4 секции по 100 голов, что позволяет формировать технологические группы с учетом физиологического состояния (стадии лактации) животных. Их группы с различной продуктивностью в начале, середине и конце лактации, а следовательно, не одинаковой потребностью в питательности рационов могут содержаться на соответствующих линиях кормового стола, что позволяет дифференцировать кормление и упростить работу кормораздатчиков за счет сокращения количества циклов загрузки и оптимизации маршрутов движения.

В целях обеспечения в коровниках оптимального температурного режима (от –10 до +20–25 °С) применена автоматизированная система регуляции воздухообмена. Подъем или опускание штор, а также регулирование положения клапанов аэрационного конька проводится автоматически с помощью электроприводов в зависимости от температуры, скорости и направления ветра.

Утепленная кровля способствует движению воздуха в холодный период из зоны расположения животных к светоаэрационному коньку. Популярные шторы, перекрывающие проемы в продольных стенах и регулирующие объем поступающего воздуха, заменены на систему из ячеистого поликарбоната с сопротивлением теплопередаче не менее 0,2. Вытяжка воздуха осуществляется через светоаэрационный конек, конструкция которого исключает образование конденсата и плесени на потолке.

В соответствии с биологическими фазами коровы могут 10–12 раз в сутки свободно перемещаться из оборудованной боксами зоны отдыха в зону кормления. Общая протяженность маршрута – до 5 км. Поэтому в ряду спаренных боксов через каждые 14 штук устроены поперечные проходы. Стойла размещены в шести рядах (3+3), длина центральных (сдвоенных) – 4600 мм. Такие размеры хорошо подходят для средних (550 кг) и крупных (650 кг) животных. Часть сегментов ограждения кормового стола в каждой секции заменена на самофиксирующие решетки, позволяющие удерживать коров для ветеринарных обработок без стресса, что сокращает инвестиционные затраты на дополнительное технологическое оборудование.

Пути проходов на доильную установку выполнены по кратчайшему расстоянию, без поворотов и тупиков. Потоки животных при этом не пересекаются. Размер, планировка и наклонное устройство пола преддоильной площадки в совокупности с приспособлением для механического подгона коров и производительностью доильной уста-

новки обеспечивают биологически обоснованную продолжительность пребывания вне зоны кормления (не более 1 часа).

На комплексе впервые применена система полностью автоматизированного доения животных на доильной площадке роторного типа («карусель» на 40 мест) в сочетании с дифференцированным по физиологическому состоянию и продуктивности содержанием группами по 100–150 голов в коровниках на 400 скотомест.

За счет высокой пропускной способности без непосредственного участия операторов «карусель» обеспечивает значительную экономию трудозатрат (на 50–70%) по сравнению с установками в доильных залах. Почетвертное выдаивание долей вымени в щадящем режиме способствует увеличению удоев на 15–20% и повышению содержания в молоке белка и жира. При этом проводится ряд тестов и ведется «досье» на каждое животное, опознаваемое по датчику, крепящемуся на ошейнике. Информация аккумулируется в базе данных для дальнейшей аналитической обработки. Все операции с выменем (обработка сосков, прикрепление стаканов, дезинфекция и др.) выполняет многофункциональный манипулятор. Около 98–99% полученного молока соответствует требованиям, предъявляемым к сорту «экстра». Помимо разделения «здорового» и «маститного» практически полностью исключается так называемое «холостое» доение, что является фактором повреждения вымени. Автоматически выполняется дезинфекция доильных стаканов и их очистка в промежутках между доениями, что предотвращает передачу инфекций от одной коровы к другой.

Для животных с «особенными потребностями» существует режим полуавтоматического или ручного доения. На каждом этапе автоматическая система полностью контролирует процесс, за счет чего «карусель» вращается непрерывно, без остановок.

Внутренняя система регистрации и анализа параметров работа помогает поддерживать его в идеальном техническом состоянии, не допускать износа сосковой резины, других расходных материалов, что в итоге ведет к улучшению здоровья животных. Ведь одна из главных причин маститов – неудовлетворительная работа оборудования.

Использование системы роботизированного доения в РПУП «Устье» НАН Беларуси» Оршанского р-на позволяет обеспечить на основе внедрения последних достижений науки и практики, а также самого современного оборудования интеграцию в единую технологию интеллектуальных систем управления стадом и процессами доения.

В комплексе с системой функционируют станции контроля за перемещением животных, система автоматизированной индивидуальной выдачи концентратов, сортировочные ворота и системы активности (выявления охоты).

Однако принятие управленческих решений на основе анализа полученной оперативной информации по контролю воспроизводства коров (отелы, осеменение, проверки на стельность, гинекологическая диспансеризация), учету, планированию и контролю переводов в группы (запуска, сухостоя, отелов, в новотельных, раздоя и осеменения, дойных), регистрации поступлений и выбытий животных и ряду других зооветеринарных мероприятий осуществляется руководителями и специалистами фермы. Эффективность управления технологическими процессами в значительной степени зависит от квалификации работников и не исключает возможность субъективного малопродуктивного использования ресурсов в системе «человек – машина – животное».

Решением проблемы может быть применение на роботизированной ферме автоматической, базированной на цифровых технологиях (искусственный интеллект, большие данные, нейронные сети и др.), не требующей участия человека (оператора, животновода, ветеринара и др.) системы сбора информации о животных и производственных операциях, на основании ее анализа корректирующей технологический процесс [4]. При этом реализуется основной принцип пятого технологического уклада в АПК: человек обслуживает не отдельных животных, а средства автоматизации. Именно это и есть та основа промышленного производства продукции, которая гарантирует достаточно стабильные показатели качества исходного сырья для переработки.

Организация полноценного кормления обеспечивается многократным индивидуальным кормлением скота концентратами, системой приготовления и раздачи кормосмесей дифференцированного состава с помощью мобильных многофункциональных раздатчиков-смесителей кормов с весовым устройством для дозирования компонентов. Контроль за работой кормораздатчиков, включая управление в автоматическом режиме количеством загруженных компонентов, продолжительностью их смешивания, периодичностью выдачи, будет организован с использованием специализированных телеметрических систем и программного пакета. Применение автоматизированных систем позволяет экономить дорогие концентрированные корма, повысить эффективность их использования

и снизить риск заболеваний, вызванных нарушением обмена веществ, благодаря чему у хозяйств есть возможность увеличить надои до 10%. Кроме того, с их помощью освобождаются трудовые ресурсы и экономится место в коровнике.

Зоотехническая наука рекомендует скармливание концентрированных кормов малыми дозами по 6–8 раз в сутки в строгом соответствии с продуктивностью и фазой биологического цикла коровы, то есть по индивидуальному принципу. Проблема решается за счет применения автоматической системы управления кормления и автоматических кормовых станций, размещаемых в секциях коровников. При их использовании нормированное кормление лактирующих коров с учетом фактической продуктивности ведется по заданной программе, а сухостойных – индивидуально. Раздой производят по программе на основе алгоритмов, определяющих оптимальное количество концентрированных кормов для авансирования предполагаемой продуктивности при различных удоях и на разных отрезках кривой лактации. Автоматические кормовые станции позволяют выдать животному суточную норму комбикорма (сверх количества, включенного в кормосмесь) не более 1 кг в виде нескольких разовых доз – от 80 до 200 г с частотой их выдачи 15–20 сек. Несмотря на значительную стоимость системы, при продуктивности стада не ниже 7–8 тыс. кг на корову ее применение экономически оправдано – особенно в больших группах неоднородных по продуктивности и физиологическому состоянию животных.

Уборка навоза осуществляется скреперной системой. Из продольных навозных каналов он подается в поперечный, расположенный ниже уровня пола здания, по которому навоз поступает в канализационную насосную станцию, а затем по насосной трубе – в навозохранилище. Для навозоудаления предусмотрена каскадная самотечная система, объединяющая стоки из всех коровников, здания для сухостойных коров с родильным отделением и доильно-молочным блоком.

Содержание молодняка предусмотрено в зданиях облегченного типа с применением ресурсосберегающих технологий. Комплекс работает по замкнутому циклу с годовым оборотом 3500 голов. Выращивание ремонтного молодняка на одной площадке с производственными зданиями для содержания дойных коров обеспечивает сохранение единого микробиологического фона, а также передачу антител, обеспечивающих иммунитет к проблемным для конкретной фермы возбудителям инфекционных заболеваний от коров к телятам в период выпойки молозива.

Ремонтный молодняк размещен в трех помещениях каркасной конструкции. Применение безопорных элементов перекрытия зданий позволяет провести внутреннюю планировку в соответствии с требованиями каждого возрастного периода животных. Продольные стены телятников оснащены вентиляционными щитами из двух пластин прозрачного двухкамерного поликарбоната, позволяющими раскрывать проемы для поступления наружного воздуха практически на высоту стены. При этом в теплый период года здание превращается в навес, защищающий от осадков и избыточных солнечных лучей. Температурно-влажностный режим не нормируется, однако утепленная кровля позволяет летом избежать температурного стресса у животного, а зимой – исключить образование избыточной влажности.

Планируемая на ближайшую перспективу (до 2022 г.) молочная продуктивность коров – не менее 7–7,5 тыс. кг молока за лактацию с годовым производством 8–10 тыс. т. Среднесрочная перспектива (до 2025 г.) – надои не менее 8500 кг с расчетной рентабельностью не менее 30% при сроке окупаемости (при закупочной цене в среднем 40 центов за литр) до 8 лет.

За счет использования облегченных конструкций и оригинальных проектных решений стоимость производственных помещений комплекса ниже по сравнению серийно применяемыми аналогами на 25% и составляет 24 млн руб.

Следующий этап совершенствования технологических решений для ферм нового поколения с полной автоматизацией производственных процессов – разработка биотехнического комплекса с гибкой самоадаптирующейся системой машин, параметры и режимы которых увязаны с продуктивностью животных. ■

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Влияние способа содержания коров на их продуктивное долголетие и интенсивность выбытия из стада / М. С. Косырева [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. Т. 3. №15–1. С. 149–151.
2. Продуктивное долголетие коров черно-пестрой породы при различных способах содержания и технологиях доения / Е. А. Тяпугин [и др.] // Владимирский земледелец. 2016. №4. С. 45–46.
3. Стекольников А. А. О некоторых аспектах комфорта для молочных коров / А. А. Стекольников [и др.] // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2015. №1. С. 121–123.
4. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочно-товарных фермах / Н. А. Попков [и др.]; рец.: Н. А. Яцко, Н. С. Яковчик; НАН Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018.