

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГЕМОСТАТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КРОВИ У ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ МОЛОЧНО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

**Соловьева Л.П., Горбунова Н.П., Рыбакова Г.К., Калыш Т.В., Бармин С.В.**

*Костромская государственная сельскохозяйственная академия, Кострома, Россия, slp.52@mail.ru*

---

Начало питания растительными кормами является у телят и поросят важным этапом их индивидуального развития и требует адекватной активности приспособительных механизмов, в том числе всех элементов системы гемостаза. Начало поступления в желудочно-кишечный тракт растительных кормов на фоне постепенного понижающегося потребления телят и поросят молока сказывается на показателях крови, в том числе на реологических свойствах форменных элементов и на гемостазе и сопровождается в норме адекватными изменениями во всех системах организма, обеспечивая адаптацию животных к сложившимся условиям питания. У телят в течение фазы молочно-растительного питания имеет место кратковременное усиление тромбоцитарного и плазменного гемостаза во многом уравновешенное повышением гемостатической активности сосудов. Для поросят свойственны плавные изменения данных показателей. Несомненно, выявленные изменения в гемостазе у обоих видов продуктивных животных являются элементом адаптации их организма к началу потребления растительных кормов, необходимым для дальнейшего роста и развития.

---

Ключевые слова: телята, поросята, кровь, гемостаз, фаза молочно-растительного питания.

## **COMPARATIVE ANALYSIS HEMOSTATIC PROPERTIES OF BLOOD IN CALVES AND PIGS LACTO-VEGETARIAN POWER**

**Solovyova L.P., Gorbunova N.P., Rybakova G.K., Kalysh T.V., Barmin S.V.**

*Kostroma State Agricultural Academy, Kostroma, Russia, slp.52@mail.ru*

---

Start power plant feed is for calves and piglets important stage of their individual development and requires adequate activity adaptive mechanisms, including all elements of the hemostatic system. Start entering the gastrointestinal tract vegetable feed against a background of gradually reduces consumption of calf and pig milk affects the performance of blood, including the rheological properties of the formed elements and hemostasis, and is accompanied by a normally adequate changes in all systems of the body, providing the adaptation of animals to the existing conditions of supply. In calves during the phase of milky-vegetable food takes place a short-term increase in platelet and plasma hemostasis largely balanced increase in the hemostatic activity of vessels. For piglets characterized by smooth changes in these indicators. Undoubtedly, revealed changes in hemostasis in both types of productive animals are part of their adaptation of the body to the top of the consumption of vegetable feed needed for further growth and development.

---

Keywords: calves, pigs, blood, hemostasis, the phase of milky-power plant.

Успешность онтогенеза продуктивных животных во многом связана с динамикой реологических и гемостатических свойств их крови, в значительной мере влияющей на процесс развертывания наследственной программы животного [3]. Эффективное функционирование системы гемостаза во многом обеспечивает жидкостные свойства крови и регулирует уровень ее притока к органам и тканям организма в течение всей жизни [1, 2].

Начало питания растительными кормами является у телят и поросят важным этапом их индивидуального развития и требует адекватной активности приспособительных механизмов, в том числе всех элементов системы гемостаза [4,6]. Начало поступления в желудочно-кишечный тракт растительных кормов на фоне постепенного понижающегося потребления телят и поросят молока сказывается на показателях крови, в т.ч. на реологических свойствах форменных элементов и на гемостазе и сопровождается в норме

адекватными изменениями во всех системах организма, обеспечивая адаптацию животных к сложившимся условиям питания [7-9].

Становится ясно, что в этих процессах весьма велика роль тромбоцитов, сосудистой стенки и системы коагуляции, тесно функционально связанных между собой и определяющих агрегатное состояние крови у молодняка крупного рогатого скота и свиней. Однако, несмотря на значимость этих показателей, возрастные аспекты становления активности гемостаза у телят и поросят молочно-растительного питания изучены слабо, что требует серьезной оценки у них состояния тромбоцитарного, сосудистого и коагуляционного компонентов гемостаза.

В связи со сказанным, в настоящей работе была поставлена цель: установить физиологические особенности тромбоцитарного, сосудистого и коагуляционного гемостаза у здоровых телят и поросят молочно-растительного питания.

### **Материалы и методы исследований**

Под наблюдение взято 36 здоровых телят костромской породы, которые осматривались и обследовались за фазу молочно-растительного питания 5 раз: на 31-е, 45-е, 60-е, 75-е и 90-е сутки жизни. Также обследовано 38 поросят молочно-растительного питания породы дюрок на 21-е, 25-е, 30-е, 35-е и 40-е сутки жизни.

Состояние тромбоцитарного гемостаза у животных оценивалась по агрегации тромбоцитов (АТ) [10] с применением в качестве индукторов АДФ ( $0,5 \times 10^{-4}$  М.), коллагена (разведение 1:2 основной суспензии), тромбина (0,125ед/мл.), ристомицина (0,8 мг/мл),  $H_2O_2$  ( $7,3 \times 10^{-3}$  М), адреналина ( $5,0 \times 10^{-6}$  М) и комбинаций индукторов: АДФ и адреналина; АДФ и коллагена; коллагена и адреналина; в аналогичных концентрациях со стандартизированным количеством тромбоцитов в исследуемой плазме  $200 \times 10^9$  тр.

Метаболизм эндогенной арахидоновой кислоты (АА) в тромбоцитах животных и функциональная активность их циклооксигеназы (ЦО) и тромбоксансинтетазы (ТС) определялись в трех пробах переноса с регистрацией агрегации тромбоцитов на фотоэлектроколориметре. Осуществлялась количественная оценка содержания в тромбоцитах АТФ и АДФ, оценка выраженности их секреции под действием индуктора (коллагена) с выявлением особенностей белкового состава цитоскелета кровяных пластинок (актина и миозина).

Выраженность гемостатических свойств сосудистой стенки определялась по ее антиагрегационной активности, регистрируемой по АТ до и после временной венозной окклюзии со всеми индукторами и их сочетаниями путем вычисления индекса антиагрегационной активности стенки сосуда (ИААСС) в ходе деления длительности АТ на фоне венозного застоя на время возникновения АТ без него [6].

Содержание антитромбина III (АТ III) у наблюдаемых животных выявляли до и после временной венозной окклюзии с вычислением индекса антикоагуляционной активности стенки сосудов (ИАКАСС) путем деления активности АТ III на фоне венозной окклюзии на ее активность без неё.

Выраженность контроля сосудистой стенки над фибринолитической способностью плазмы крови оценивалось по динамике спонтанного эуглобулинового лизиса до и после временной венозной окклюзии по индексу фибринолитической активности сосудистой стенки (ИФАСС), вычисляемому путем деления времени эуглобулинового лизиса до окклюзии на время лизиса после неё.

Функциональные возможности коагуляционного гемостаза регистрировали по функциональной способности факторов свертывания (I, II, V, VII, VIII, IX, X, XI, XII), длительности активированного парциального тромбопластинового времени (АПТВ), протромбинового (ПВ) и тромбинового времени (ТВ) стандартными методами.

Полученные результаты исследования обработаны с применением критерия (td) Стьюдента.

### **Результаты и обсуждение**

В крови у здоровых телят молочно-растительного питания регистрируется нормальное количество тромбоцитов. На 31 сутки жизни у телят время развития АТ под влиянием коллагена составляло  $28,9 \pm 0,16$ с, достоверно укорачиваясь к 45-м суткам жизни и в последующем удлиняясь к концу фазы молочно-растительного питания до уровня близкого к исходу ( $28,7 \pm 0,05$ с). Аналогичная динамика АТ у наблюдаемых животных отмечена под влиянием АДФ (на 45 сутки  $32,9 \pm 0,07$ с) и ристомицина (на 45 сутки  $42,3 \pm 0,18$ с), несколько замедленно развивалась тромбиновая (на 45 сутки  $47,4 \pm 0,09$ с) и адреналиновая (на 45 сутки  $89,1 \pm 0,07$ с) АТ, также возвращаясь к концу фазы молочно-растительного питания к уровню свойственному для телят 31 суток жизни. Агрегация тромбоцитов со всеми испытанными физиологическими сочетаниями индукторов у наблюдаемых животных также претерпела кратковременное ускорение к 45 суткам жизни.

В крови у здоровых поросят фаза молочно-растительного питания также отмечено нормальное число тромбоцитов. На 21 сутки жизни у поросят время развития АТ под влиянием коллагена составляло  $31,6 \pm 0,10$ с, испытывая плавную тенденцию к ускорению к 40-м суткам жизни ( $28,0 \pm 0,14$ с). Аналогичная динамика АТ у наблюдаемых поросят отмечена под влиянием АДФ (на 40-е сутки  $38,9 \pm 0,09$ с) и ристомицина (на 40-е сутки  $43,4 \pm 0,15$ с), несколько замедленно развивалась тромбиновая (на 40-е сутки  $56,0 \pm 0,17$ с) и адреналиновая (на 40-е сутки  $97,1 \pm 0,22$ с) АТ, развиваясь к концу фазы молочно-растительного питания позднее, чем у телят на 90-е сутки жизни. АТ со всеми испытанными

физиологическими сочетаниями индукторов у наблюдаемых поросят также испытывала склонность к плавному ускорению к 40-м суткам жизни.

Важным механизмом, обеспечивающим ускорение процесса АТ у молодняка крупного рогатого скота молочно-растительного питания, является найденное у него выраженное усиление интенсивности обмена АА в кровяных пластинках с пиковой интенсификацией тромбоксанообразования, о чем косвенно можно было судить по АТ в простой пробе переноса (на 45 сутки  $37,5 \pm 0,08\%$ ). Данная динамика обеспечивалась эпизодом усиления у них активности обоих ферментов ее превращения в тромбоцитах – ЦО и ТС, возвращающейся к исходному к концу фазы молочно-растительного питания. Степень восстановления АТ в коллаген-аспириновой пробе, косвенно оценивающей активность ЦО в тромбоцитах, кратковременно нарастала к 45 суткам до  $88,6 \pm 0,06\%$ . Выраженность восстановления АТ в коллаген-имидазольной пробе, позволяющей косвенно определить функциональную активность ТС в кровяных пластинках, увеличивалась у телят к 45 суткам ( $37,5 \pm 0,08\%$ ), в последующем быстро снижаясь до уровня, свойственного для начала данной фазы раннего онтогенеза.

У поросят молочно-растительного питания также найдено плавное усиление интенсивности обмена АА в кровяных пластинках, о чем косвенно можно было судить по агрегации тромбоцитов в простой пробе переноса (на 40 сутки  $41,0 \pm 0,12\%$ ). Данная плавная динамика обеспечивалась постепенным усилением у них активности обоих ферментов ее превращения в тромбоцитах – ЦО и ТС. Степень восстановления АТ в коллаген-аспириновой пробе, косвенно оценивающей активность ЦО в тромбоцитах, нарастала к 40-м суткам до  $73,2 \pm 0,26\%$ . Выраженность восстановления агрегации тромбоцитов в коллаген-имидазольной пробе, позволяющей косвенно определить функциональную активность ТС в кровяных пластинках, увеличивалась у поросят к 40-м суткам ( $62,3 \pm 0,19\%$ ).

Изначально невысокое содержание АТФ и АДФ в тромбоцитах здоровых телят достоверно увеличивалось к 45 суткам жизни до  $5,89 \pm 0,05$  мкмоль/ $10^9$  тр. и  $3,67 \pm 0,04$  мкмоль/ $10^9$  тр., соответственно, плавно снижаясь к 90 суткам. При этом, их уровень секреции из тромбоцитов испытывал аналогичную динамику, составляя к концу фазы  $36,0 \pm 0,05\%$  и  $45,0 \pm 0,03\%$ , соответственно.

Невысокое содержание АТФ и АДФ в тромбоцитах здоровых поросят в течение всего наблюдения испытывало тенденцию к росту, достигая к 40-м суткам жизни  $5,31 \pm 0,06$  мкмоль/ $10^9$  тр. и  $3,30 \pm 0,10$  мкмоль/ $10^9$  тр., соответственно. При этом, их уровень секреции из тромбоцитов испытывал аналогичную тенденцию к росту, составляя к концу фазы  $30,2 \pm 0,06\%$  и  $42,1 \pm 0,09\%$ , соответственно.

Содержание актина и миозина в интактных тромбоцитах у телят на 31 сутки жизни достигало  $32,2 \pm 0,16\%$  и  $14,6 \pm 0,12\%$  к общему белку в тромбоците, достоверно возрастая к 45 суткам жизни до  $37,2 \pm 0,05\%$  и  $16,7 \pm 0,07\%$  к общему белку в тромбоците и возвращаясь к исходному уровню к концу фазы молочно-растительного питания.

Уровень актина и миозина в интактных тромбоцитах у поросят на 21 сутки жизни достигало  $27,5 \pm 0,18\%$  и  $12,1 \pm 0,10\%$  к общему белку в тромбоците, испытывая тенденцию к росту до 40-х суток жизни ( $31,3 \pm 0,08\%$  и  $15,8 \pm 0,11\%$  к общему белку в тромбоците).

У здоровых телят молочно-растительного питания отмечено пиковое усиление контроля сосудистой стенкой над АТ, совпадающее с ее усилением. Наиболее высокий ИААСС регистрировался с АДФ. Несколько меньший уровень ИААСС выявлен с коллагеном и адреналином. ИААСС для тромбина и ристомидина в абсолютных значениях были несколько ниже, но также нарастали к 45 суткам жизни. ИААСС при сочетании индукторов также оказались достаточно высоки и испытывали компенсаторное усиление в те же сроки.

У поросят в течение фазы молочно-растительного питания отмечена тенденция к плавному росту контроля сосудистой стенкой над АТ. Наиболее высокий ИААСС регистрировался с АДФ. Несколько меньший уровень ИААСС выявлен с коллагеном и адреналином. ИААСС для тромбина и ристомидина в абсолютных значениях были несколько ниже. ИААСС при сочетании индукторов также оказались достаточно высоки и испытывали наклонность к усилению в течение наблюдения.

У телят молочно-растительного питания установлено пиковое нарастание к середине фазы продукции эндотелиоцитами одного из основных антикоагулянтов - антитромбина III (ИАКАСС к 45 суткам составлял  $1,39 \pm 0,12$ ). Кроме того, у животных в эти сроки найдено кратковременное повышение интенсивности секреции тканевых активаторов плазминогена, выявляемое при создании временной ишемии венозной стенки на 45 сутки жизни. У поросят найдено плавное увеличение продукции эндотелиоцитами антитромбина III (ИАКАСС к 40-м суткам составлял  $1,42 \pm 0,16$ ). Кроме того, у поросят в течение этой фазы найдено постепенное повышение интенсивности секреции тканевых активаторов плазминогена (на  $12,6\%$ ), выявляемое при создании временной ишемии венозной стенки.

У телят на протяжении фазы молочно-растительного питания отмечена стойкая закономерность в динамике активности факторов коагуляции. Так, на 31 сутки жизни у телят регистрировалась невысокая активность факторов свертывания. На 45 сутки жизни у животного отмечено достоверное повышение содержания фибриногена и факторов II, VII, IX, X, XI, XII на фоне стабильности V и VIII факторов. Уже на 60 сутки жизни у телят выявлено достоверное понижение возросших факторов, продолжавшееся до 75 суток до

уровня близкого к исходному и сменившееся к 90 суткам легким повышением активности I, II, VII и XII факторов.

У поросят в течение фазы молочно-растительного питания выявлено плавное повышение активности факторов коагуляции. Так, на 21 сутки жизни у поросят регистрировалась невысокая активность факторов свертывания. На 40-е сутки жизни у поросят отмечено значимое повышение содержания фибриногена и факторов II, VII, IX, X, XI, XII на фоне стабильности V и VIII факторов.

Оценка коагуляционных тестов у здоровых телят в течение фазы молочно-растительного питания выявило закономерную их динамику, отражающую изменения содержания в их плазме отдельных факторов свертывания. Так, к 45 суткам установлено ускорение АПТВ до  $34,2 \pm 0,18$ с., протромбинового времени до  $12,8 \pm 0,12$ с. и тромбинового времени, ускорившегося на 15,4% с последующим их торможением к концу фазы.

Мониторинг коагуляционных тестов у поросят молочно-растительного питания раскрыл их динамику, отражающую изменения содержания в их плазме отдельных факторов свертывания. Так, к 40-м суткам установлено ускорение АПТВ до  $38,1 \pm 0,22$ с, протромбинового времени до  $13,9 \pm 0,14$ с и тромбинового времени, ускорившегося на 9,0%.

Закладываясь еще во внутриутробном состоянии, функциональные свойства крови играют значительную функциональную роль в течение всего онтогенеза [5].

Важной интегративной системой организма теленка и поросенка по праву считается система гемостаза. Именно от оптимальной ее активности в течение всего онтогенеза во многом зависят реологические свойства крови и, тем самым, гомеостаз организма. При этом, активность тромбоцитарного, сосудистого и коагуляционного гемостаза и тонкие механизмы его реализации у здоровых телят и поросят в фазу молочно-растительного питания, которая знаменуется началом смены питания животного с постепенным увеличением потребления растительных кормов изучена весьма недостаточно.

Выявление способности к агрегации тромбоцитов под действием ряда индукторов и большого числа их физиологических сочетаний позволило установить с 31 по 90 сутки жизни у телят пиковое повышение уровня чувствительности к ним тромбоцитов к 45 суткам жизни с возвращением ее к уровню исхода к концу фазы. При этом у поросят между 21-ми и 40-ми сутками жизни ускорение АТ было плавным и менее выраженным. Выяснено, что аналогичную динамику испытывает у обоих видов животных адгезивная способность кровяных пластинок, вероятно, вследствие повышения концентрации в их крови фактора Виллебранда (ФВ)– кофактора адгезии тромбоцитов, видимо, сочетающегося с повышением числа рецепторов к нему – (GPI в) на поверхности кровяных пластинок. Отсутствие

подъемов уровня ФВ и рецепторов к нему у поросят обеспечивает более плавный процесс созревания гемостаза.

Эпизод повышения у телят 45 суточного возраста чувствительности тромбоцитов к различным агонистам агрегации и их сочетаниям и плавное нарастание ее у поросят вероятно связаны с разной интенсивностью повышения экспрессии фибриногеновых рецепторов (GPIIb-IIIa), уровня стимуляции фосфолипаз A<sub>2</sub> и C, уровня тромбоксанообразования, актино- и миозинообразования и секреции аденозинфосфатов из кровяных пластинок при начале питания растительными кормами.

Установленное компенсаторное усиление антиагрегационной активности стенки сосудов более выраженное у телят и менее активное у поросят объясняется наступающим у них усилением синтеза в ней простаглицина и NO, обеспечивающим необходимый уровень микроциркуляции в тканях растущего животного в ответ на процессы, идущие в тромбоцитах. Видная роль в обеспечении атромбогенных свойств сосудистой стенки у телят и поросят в течение фазы молочно-растительного питания принадлежит выраженности ее антикоагулянтных и фибринолитических свойств. Первые обуславливаются разной выраженностью усиления активной выработки в эндотелии и субэндотелии одного из мощнейших физиологических антикоагулянтов – АТ- III. Другой антитромбогенный механизм сосудистой стенки заключается в кратковременном нарастании к 45 суткам у телят и плавным у поросят образованием в ней активаторов плазминогена, что устраняет излишне образующийся фибрин.

Невыраженная коагуляционная активность плазмы у телят и поросят в начале фазы сменялась ее кратковременным резким усилением у первых плавным невыраженным у вторых и была связана с повышением активности I, II, VII, IX, X, XI и XII факторов, реализующих оба пути коагуляции, что подтверждалось явлениями ускорения АПТВ, ПТВ и ТВ.

Таким образом, оценка состояния системы гемостаза у телят и поросят молочно-растительного питания указывает на наличие закономерной динамики у них активности отдельных его компонентов по мере увеличения возраста животного. Выявленный характер изменений активности у них гемостаза носит физиологический характер, обеспечивая необходимые жидкостные свойства крови и, тем самым, способствуя адаптации животных к условиям среды.

### **Список литературы**

1. Белова Т.А., Завалишина С.Ю., Нагорная О.В., Медведев И.Н. Способность к агрегации эритроцитов и тромбоцитов у молодняка крупного рогатого скота в первые 10 суток жизни. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2014. № 2. С. 36-41.
2. Завалишина С.Ю. Тромбоцитарная активность у телок на доращивании // Международный вестник ветеринарии.–2015.–№2.– С.60-64.
3. Кутафина Н.В., Медведев И.Н. Динамика физиологических показателей телят в раннем онтогенезе // Зоотехния.–2015.–№3.– С.25-27.
4. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю. Возрастная динамика гемостатической активности сосудов у телят в течение раннего онтогенеза // Ветеринария. –2014.– №2.– С.46-49.
5. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю. Особенности системы гемостаза у коров в течение стельности // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. –2014.– №6.– С.44-47.
6. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Глаголева Т.И. Агрегация форменных элементов крови и сосудистый контроль над нею у телят растительного питания // Современные проблемы науки и образования.–2015.–№1.–С.1799.
7. Медведев И.Н., Глаголева Т.И. Способность основных форменных элементов крови к агрегации у телят в фазу молочного питания // Зоотехния.–2015.–№7.–С.23-24.
8. Медведев И.Н., Кутафина Н.В. Функциональные характеристики тромбоцитов и эритроцитов у крупного рогатого скота // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2015.– №8.–С.24-36.
9. Медведев И.Н., Парахневич А.В., Завалишина С.Ю., Кутафина Н.В. Физиологические особенности микрореологических свойств эритроцитов у поросят молочного питания, находящихся в условиях негативных влияний // Ветеринария, зоотехния и биотехнология. – 2015.–№10.–С.30-37.
10. Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu. Navi attivita emostatico vitelli centrale elettrica // Italian Science Review. – 2014.– №3.– С.174.

#### **Рецензенты:**

Смахтин М.Ю., д.б.н., профессор, профессор кафедры биохимии Курского государственного медицинского университета, г. Курск;

Ватников Ю.А., д.вет.н., профессор, директор департамента ветеринарной медицины аграрно-технологического института ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва.