

## **Формирование функций в эбриогенезе и раннем онтогенезе**

УДК 636.2:599.11

doi: 10.15389/agrobiology.2014.4.80rus

### **АNTIAGREGATIONNOE VLIYANIE SOSUDISTOY STENKI NA OСHOBНЫЕ FORMENNYE ELEMENTy KROVi U TELEYAT V FAZU MOLOCHNOGO PITANIYA**

**И.Н. МЕДВЕДЕВ, С.Ю. ЗАВАЛИШИНА, Н.В. КУТАФИНА, О.В. НАГОРНАЯ**

Агрегация форменных элементов крови оказывает существенное влияние на ее реологические свойства у продуктивных животных, в том числе у крупного рогатого скота, в течение всего онтогенеза. Фаза молочного питания — важный этап совершенствования многих физиологических механизмов, одним из которых служит становление эффективного сосудистого контроля над гемостатическими процессами. Мы изучали антиагрегационное влияние сосудов на форменные элементы крови у 39 телят черно-пестрой породы в течение фазы молочного питания. Кровь для исследований брали у животных на 11-е, 15-е, 20-е, 25-е и 30-е сут жизни. Оценивали активность перекисного окисления липидов (по содержанию тиобарбитуровой кислоты — ТБК), антиокислительный потенциал жидкой части крови (по ее антиокислительной активности), антиагрегационные свойства сосудов в отношении форменных элементов крови (в пробе с временной венозной окклюзией). Определяли количество агрегатов эритроцитов, свободных эритроцитов и сумму эритроцитов в агрегате, регистрировали агрегацию тромбоцитов и нейтрофилов. Вычисляли индексы контроля сосудов над суммой эритроцитов в агрегате, над количеством эритроцитарных агрегатов, над количеством свободных эритроцитов, индекс антиагрегационной активности сосудистой стенки и индекс торможения сосудистой стенкой агрегации нейтрофилов. На протяжении всего периода наблюдений у телят отмечалась стабильно невысокая активность перекисного окисления липидов в плазме. Содержание в ней ацилгидроперекисей колебалось с  $1,44 \pm 0,17$  до  $1,47 \pm 0,25$  D<sub>233</sub>/мл, ТБК-активных продуктов — с  $3,59 \pm 0,15$  до  $3,64 \pm 0,28$  мкмоль/л. Ее антиокислительная активность оставалась практически неизменной. Выявлено повышение агрегации форменных элементов крови, которое сопровождалось постепенным ростом антиагрегационного влияния сосудистой стенки, обусловленного усилением выработки в ее эндотелии оксида азота и простациклина. Взаимосвязь этих процессов обеспечивает у телят молочного питания необходимые реологические свойства крови, во многом определяя адаптационные характеристики организма животных.

**Ключевые слова:** черно-пестрая порода скота, телята в фазу молочного питания, сосудистая стенка, антиагрегация, форменные элементы крови, эритроциты, тромбоциты, нейтрофилы.

Фаза молочного питания у продуктивных животных — важный этап совершенствования многих физиологических механизмов (1). Один из них — становление эффективного сосудистого контроля над гемостатическими процессами (2), имеющими большое физиологическое значение для обеспечения успешной гемоциркуляции, особенно в самых мелких сосудах (3). В литературе уделено определенное внимание сосудисто-тромбоцитарным взаимодействиям, которые служат основой гемостаза (4, 5). Однако дезагрегационный контроль сосудистой стенки над основными форменными элементами крови (эритроцитами, тромбоцитами и лейкоцитами) у молодняка крупного рогатого скота изучен крайне недостаточно. Такие исследования позволяют точно определить возрастную динамику антиагрегационных свойств сосудов (6), оценить становление обеспечивающих их механизмов (7) и выявить возрастные нормы антиагрегационных сосудистых характеристик на различных этапах онтогенеза продуктивных животных (8).

В частности, выяснение антиагрегационной активности сосудов у здоровых телят молочного питания в отношении эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов способно послужить отправной точкой при оценке динамики этого показателя на фоне коррекции состояния телят-молочников с различными заболеваниями (9).

Целью настоящей работы было изучение антиагрегационного влия-

ния сосудов на форменные элементы крови у телят в течение фазы молочного питания.

*Методика.* Работу проводили в весенний период (2012-2013 годы) на 39 телятах черно-пестрой породы, содержащихся в условиях телятников Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор». Кровь у животных брали из хвостовой вены на 11-е, 15-е, 20-е, 25-е и 30-е сут жизни.

Активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) в плазме оценивали по содержанию тиобарбитуровой кислоты (ТБК-активные продукты) с использованием тест-набора фирмы ООО «Агат-Мед» (Россия), а также ацилгидроперекисей (АГП) (10). Определяли антиокислительную активность жидкой части крови (АОА) (11). Антиагрегационные свойства сосудов в отношении форменных элементов крови оценивали по ослаблению их агрегации в пробе с временной венозной окклюзией (12).

Число агрегатов эритроцитов (ЧА), свободных эритроцитов (ЧСЭ) и сумму эритроцитов в агрегате (СЭА) регистрировали в камере Горяева в двух пробах (до и после временной ишемии стенки сосуда) (3). Индекс контроля сосудов над суммой эритроцитов в агрегате (ИКССЭА) рассчитывали как частное от деления суммы всех эритроцитов в агрегатах на аналогичную величину, полученную на фоне временной венозной окклюзии (12). Индекс контроля сосудов над числом эритроцитарных агрегатов (ИКСЧЭА) определяли при делении числа агрегатов без временной венозной окклюзии на их число на ее фоне, индекс контроля сосудов над числом свободных эритроцитов (ИКСЧСЭ) — при делении числа свободных эритроцитов на фоне временной венозной окклюзии на число свободных эритроцитов без нее.

Агрегацию тромбоцитов (АТ) регистрировали визуально (13) до и после венозной окклюзии с применением АДФ ( $0,5 \times 10^{-4}$  моль/л), коллагена (разведение основной суспензии 1:2), тромбина (0,125 ед/мл), ристомицина (0,8 мг/мл) (НПО «Ренам», Россия) и адреналина ( $5,0 \times 10^{-6}$  моль/л, завод «Gedeon Richter Plc.», Венгрия) в плазме со стандартизованным числом тромбоцитов ( $200 \times 10^9$  кл.). Индекс антиагрегационной активности сосудистой стенки (ИААСС) рассчитывали при делении времени развития АТ после венозной окклюзии на аналогичный показатель без нее (12). Агрегацию нейтрофилов в плазме регистрировали на фотоэлектроколориметре АР-101 (ООО «Альянс», Россия) (14). Индукторами служили лектин зародыша пшеницы (32 мкг/мл), конканавалин А (32 мкг/мл) и фитогемагглютинин (32 мкг/мл). Индекс торможения сосудистой стенкой агрегации нейтрофилов (ИТССАН) рассчитывали как частное от деления показателя агрегации нейтрофилов в плазме, полученной без манжетки, на его величину в плазме, взятой с наложением манжетки (12).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента в программе Statistica.

*Результаты.* На протяжении всего периода наблюдений у телят отмечали стабильно невысокую активность ПОЛ плазмы. При этом содержание АГП колебалось от  $1,44 \pm 0,17$  до  $1,47 \pm 0,25$  D<sub>233</sub>/мл, ТБК-активных продуктов — от  $3,59 \pm 0,15$  до  $3,64 \pm 0,28$  мкмоль/л. Величина АОА плазмы оставалась неизменной и составляла на 11-е сут  $32,5 \pm 0,38$  %, на 30-е —  $33,0 \pm 0,34$  %.

В течение фазы молочного питания у телят выявили тенденцию к повышению спонтанной агрегации эритроцитов, о чем судили по увеличению СЭА (на 1,9 %), нарастанию ЧА (на 2,4 %) и понижению ЧСЭ (на 2,2 %). В пробе с временной венозной окклюзией суммарное число эритроцитов в агрегатах и число этих агрегатов достоверно не менялось,

число свободных эритроцитов увеличивалось незначительно (на 1,1 %), что привело к повышению ИКССЭА, ИКСЧЭА и ИКСЧСЭ (табл. 1).

**1. Динамика показателей агрегации эритроцитов до и после временной венозной окклюзии у телят черно-пестрой породы в фазу молочного питания ( $n = 32$ ,  $M \pm m$ , хозяйство Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор», весенний период)**

Показатель	Возраст, сут				
	11-е	15-е	20-е	25-е	30-е
<b>СЭА:</b>					
до окклюзии	40,1±0,19	40,2±0,24	40,4±0,29	40,6±0,25	40,9±0,32
на фоне окклюзии	31,8±0,19	31,9±0,22	31,8±0,29	31,7±0,32	31,7±0,34
<b>ИКССЭА</b>	1,26±0,005	1,26±0,008	1,27±0,006	1,28±0,004	1,29±0,005
<b>ЧА:</b>					
до окклюзии	8,2±0,12	8,2±0,10	8,3±0,16	8,4±0,19	8,4±0,11
на фоне окклюзии	7,1±0,14	7,1±0,13	7,1±0,09	7,1±0,15	7,1±0,18
<b>ИКСЧЭА</b>	1,16±0,002	1,16±0,004	1,17±0,009	1,18±0,004	1,18±0,006
<b>ЧСЭ:</b>					
до окклюзии	245,7±2,19	244,2±2,25	241,8±2,01	242,0±1,90	240,4±2,46
на фоне окклюзии	297,3±2,94	297,9±1,75	297,4±2,30	302,5±2,62	300,5±2,75
<b>ИКСЧСЭ</b>	1,21±0,010	1,22±0,008	1,23±0,013	1,25±0,014	1,25±0,010

П р и м е ч а н и е. СЭА — сумма эритроцитов в агрегате, ИКССЭА — индекс контроля сосудов над суммой эритроцитов в агрегате, ЧА — число агрегатов эритроцитов, ИКСЧЭА — индекс контроля сосудов над числом эритроцитарных агрегатов, ЧСЭ — число свободных эритроцитов, ИКСЧСЭ — индекс контроля сосудов над числом свободных эритроцитов.

Наблюдалась тенденция к ускорению АТ как в интактной плазме, так и в плазме, полученной после временной венозной окклюзии. Отмечалось постепенное слабо выраженное усиление контроля стенки сосуда над АТ, что подтверждалось увеличением ИААСС, достигшего к 30-м сут жизни для адреналина  $1,68 \pm 0,004$ , для АДФ —  $1,69 \pm 0,003$ , для коллагена —  $1,64 \pm 0,005$ , для тромбина —  $1,56 \pm 0,005$ , для ристомицина —  $1,55 \pm 0,005$  (табл. 2).

**2. Динамика показателей антиагрегационной активности сосудов в отношении тромбоцитов до и после временной венозной окклюзии у телят черно-пестрой породы в фазу молочного питания ( $n = 32$ ,  $M \pm m$ , хозяйство Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор», весенний период)**

Показатель	Возраст, сут				
	11-е	15-е	20-е	25-е	30-е
<b>АТ с АДФ, с:</b>					
до окклюзии	39,2±0,16	39,0±0,12	38,7±0,13	38,4±0,10	38,1±0,15
на фоне окклюзии	65,1±0,24	65,1±0,22	65,0±0,26	64,5±0,18	64,4±0,25
<b>ИААСС с АДФ</b>	1,66±0,003	1,67±0,004	1,68±0,008	1,68±0,006	1,69±0,003
<b>АТ с коллагеном, с:</b>					
до окклюзии	30,7±0,12	30,5±0,10	30,3±0,09	30,1±0,11	29,7±0,14
на фоне окклюзии	49,4±0,26	49,4±0,19	49,1±0,28	49,1±0,17	48,7±0,15
<b>ИААСС с коллагеном</b>	1,61±0,002	1,62±0,003	1,62±0,003	1,63±0,004	1,64±0,005
<b>АТ с тромбопластином, с:</b>					
до окклюзии	52,7±0,15	52,6±0,10	52,2±0,16	51,7±0,10	51,3±0,18
на фоне окклюзии	80,6±0,16	80,5±0,22	80,4±0,25	80,1±0,29	80,0±0,32
<b>ИААСС с тромбином</b>	1,53±0,004	1,53±0,002	1,54±0,006	1,55±0,003	1,56±0,005
<b>АТ с ристомицином, с:</b>					
до окклюзии	47,5±0,12	47,2±0,16	46,9±0,22	46,6±0,26	46,2±0,17
на фоне окклюзии	71,7±0,25	71,7±0,31	71,7±0,29	71,8±0,36	71,6±0,28
<b>ИААСС с ристомицином</b>	1,51±0,002	1,52±0,004	1,53±0,003	1,54±0,006	1,55±0,005
<b>АТ с адреналином, с:</b>					
до окклюзии	97,8±0,42	97,4±0,36	97,1±0,32	98,5±0,45	98,0±0,34
на фоне окклюзии	159,4±0,52	159,7±0,44	160,2±0,61	163,5±0,53	164,6±0,56
<b>ИААСС с адреналином</b>	1,63±0,004	1,64±0,008	1,65±0,006	1,66±0,003	1,68±0,004

П р и м е ч а н и е. АТ — агрегация тромбоцитов в плазме, ИААСС — индекс антиагрегационной активности сосудистой стенки.

Агрегация нейтрофилов у телят в течение фазы молочного питания усиливалась. В пробе с временной венозной окклюзией этот показатель также увеличивался в отношении всех испытанных индукторов, что обусловило повышение ИТССАН для лектина на 2,3 %, для конканавалина

А — на 1,6 %, для фитогемагглютинина — на 4,0 % (табл. 3).

**3. Динамика показателей агрегации нейтрофилов до и после временной венозной окклюзии у телят черно-пестрой породы в фазу молочного питания ( $n = 32$ ,  $M \pm m$ , хозяйство Калужского филиала ПСХ «Щелканово» ФГБУ ОК «Бор», весенний период)**

Показатель	Возраст, сут				
	11-е	15-е	20-е	25-е	30-е
<b>Агрегация с лектином, %:</b>					
до окклюзии	14,5±0,16	14,5±0,17	14,7±0,15	14,9±0,26	15,2±0,22
на фоне окклюзии	11,6±0,20	11,5±0,24	11,6±0,12	11,7±0,13	11,9±0,18
ИТССАН с лектином	1,25±0,002	1,26±0,004	1,26±0,003	1,27±0,004	1,28±0,005
<b>Агрегация с конканавалином А, %:</b>					
до окклюзии	14,5±0,10	14,6±0,12	14,9±0,16	15,1±0,11	15,5±0,13
на фоне окклюзии	11,5±0,15	11,6±0,22	11,7±0,19	11,8±0,24	12,1±0,28
<b>Индекс торможения ИТССАН с конканавалином А:</b>					
	1,26±0,006	1,26±0,009	1,27±0,007	1,28±0,009	1,28±0,005
<b>Агрегация с фитогемагглютинином, %:</b>					
до окклюзии	27,1±0,19	27,2±0,23	27,4±0,14	27,8±0,26	28,0±0,21
на фоне окклюзии	22,8±0,16	22,7±0,19	22,6±0,15	22,6±0,20	22,6±0,29
ИТССАН с фитогемагглютинином	1,19±0,003	1,20±0,004	1,21±0,006	1,23±0,005	1,24±0,006

П р и м е ч а н и е. ИТССАН — индекс торможения сосудистой стенкой агрегации нейтрофилов.

Агрегация форменных элементов крови оказывает существенное влияние на ее реологические свойства у продуктивных животных, в том числе у крупного рогатого скота, в течение всего онтогенеза. Достаточно высокая АОА плазмы у телят в фазу молочного питания во многом обеспечивает стабильно невыраженную активность ПОЛ (9, 11). Низкая интенсивность свободнорадикальных процессов в плазме, выявленная нами, не приводила к альтерации мембран эритроцитов, тромбоцитов и лейкоцитов, следствием чего становилась их невысокая агрегабельность, которая ограничивалась выраженной функциональной активностью эндотелиоцитов (15, 16).

У телят отмечалась тенденция к усилению агрегационной активности эритроцитов, которая значимо ослаблялась под действием дезагрегантов в пробе с временной венозной окклюзией. Несомненно, нормальная агрегация эритроцитов у телят *in vivo* обеспечивается благодаря высокой дезагрегирующей способности сосудистой стенки и оптимальной электроприцательности поверхности эритроцитов. Последняя поддерживается за счет высокого количества отрицательно заряженных протеинов на их мембране (3). Эффективный контроль над генерацией активных форм кислорода способствует минимизации оксидативных повреждений белков мембранны и глобулярных протеинов плазмы, способных связывать эритроциты между собой в уже образовавшихся агрегатах (3, 17). В крови у телят выраженный контроль со стороны сосудистой стенки над агрегацией эритроцитов, по-видимому, был обусловлен функционально достаточной концентрацией простациклина и NO, которые поддерживали в красных кровяных тельцах оптимум активности аденилатциклазы и фосфодиэстеразы, обеспечивающих физиологическое соотношение в цитоплазме циклического АМФ и  $\text{Ca}^{2+}$  (18, 19).

Активное торможение АТ в пробе с временной венозной окклюзией было связано с повышением чувствительности тромбоцитов к дезагрегирующим воздействиям со стороны сосудистой стенки на фоне роста их восприимчивости к индукторам агрегации в течение второй фазы раннего онтогенеза. Высокая антиагрегационная активность сосудов обуславливается выработкой в эндотелии оптимальных количеств простациклина и NO при высокой чувствительности к ним рецепторов кровяных пласти-

нок. Невыраженная АТ в ответ на действие ристомицина стала следствием малой выработки в эндотелии сосудов фактора Виллебранда (19, 20).

Невысокая и имеющая слабую тенденцию к повышению агрегации нейтрофилов эффективно сдерживалась антиагрегационным воздействием сосудов на фоне оптимального состава гликопротеиновых рецепторов лейкоцитов и их чувствительности к лектинам, использованным в качестве индукторов. Некоторое повышение лектин- и конканавалин А-индуцированной агрегации нейтрофилов у телят в фазу молочного питания происходило за счет усиления экспрессии рецепторов адгезии и увеличения количества участков, содержащих N-ацетил-D-глюкозамин, N-ацетилнейраминовую кислоту и маннозу. Индуцированная фитогемагглютинином агрегация повышалась благодаря небольшому росту количества гликопротеинов, содержащих bD-галактозу, в рецепторных участках. Эти процессы эффективно ограничивались высокой выработкой простациклина и NO в сосудах, что обеспечивало оптимум реологии крови (18-20).

Таким образом, на протяжении всего периода наблюдений у животных отмечалась стабильно невысокая активность перекисного окисления липидов в плазме. Содержание в ней ацилгидроперекисей колебалось от  $1,44 \pm 0,17$  до  $1,47 \pm 0,25$  D<sub>233</sub>/мл, ТБК-активных продуктов — до  $3,59 \pm 0,15$  до  $3,64 \pm 0,28$  мкмоль/л. Антиокислительная активность плазмы оставалась практически неизменной. Выявлено повышение агрегации форменных элементов крови, которое сопровождалось постепенным ростом дезагgregирующего влияния сосудистой стенки, обусловленного усилием выработки в ее эндотелии оксида азота и простациклина. С возрастом этот эффект усиливается. Взаимосвязь описанных процессов обеспечивает у телят в фазу молочного питания необходимые реологические свойства крови, во многом определяя адаптационные характеристики организма животных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ватников Ю.А., Курнявко Н.Ю., Порфириев И.А. Проблемы интенсификации воспроизводства крупного рогатого скота. Ветеринария сельскохозяйственных животных, 2009, 10: 4-12.
2. Краснова Е.Г., Медведев И.Н. Антиагрегационная активность сосудов поросят молочного питания. Актуальные вопросы ветеринарной биологии, 2011, 2: 7-12.
3. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю., Краснова Е.Г. Методические подходы к исследованию реологических свойств крови при различных состояниях. Российский кардиологический журнал, 2009, 5: 42-45.
4. Завалишина С.Ю. Гемостатическая активность тромбоцитов у телят в фазу молочного питания. Сельскохозяйственная биология, 2013, 4: 105-109.
5. Медведев И.Н., Завалишина С.Ю. Активность системы гемостаза у телят молочно-растительного питания. Доклады РАСХН, 2012, 6: 62-65.
6. Завалишина С.Ю. Активность сосудистого гемостаза у телят молочного питания. Доклады РАСХН, 2012, 4: 49-51.
7. Кутафина Н.В., Завалишина С.Ю. Механизмы функционирования сосудисто-тромбоцитарного гемостаза. Вестник РУДН, 2012, 1: 30-37.
8. Краснова Е.Г., Медведев И.Н. Гемостатически значимая активность сосудов у поросят при потреблении растительных кормов. Сельскохозяйственная биология, 2013, 2: 88-92.
9. Завалишина С.Ю., Глаголова Т.И. Контроль сосудистой стенки над индуцированной агрегацией тромбоцитов у новорожденных телят в условиях дефицита железа. Ветеринарная практика, 2013, 2: 40-42.
10. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови. Лабораторное дело, 1983, 3: 33-36.
11. Волчегорский И.А., Долгушин И.И., Колесников О.Л. Экспериментальное моделирование и лабораторная оценка адаптивных реакций организма. Челябинск, 2000: 167.
12. Балуда В.П., Соколов Е.И., Балуда М.В. Манжеточная проба в диагностике функционального состояния сосудистого звена системы гемостаза. Гематология и трансфузиология, 1987, 9: 51-53.
13. Шитикова А.С. Визуальный микрометод исследования агрегации тромбоцитов. В

- кн.: Гемостаз. Физиологические механизмы, принципы диагностики основных форм геморрагических заболеваний /Под ред. Н.Н. Петрищева, Л.П. Папаян. СПб, 1999: 49-53.
14. Захария Е.А., Кинах М.В. Упрощенный способ определения агрегации и дезагрегации тромбоцитов. Лабораторное дело, 1989, 1: 36-38.
  15. Medvedev I.N., Zavalishina S.Yu. Activity of platelet hemostasis in newborn calves. Russian Agricultural Sciences, 2011, 37(5): 404-406.
  16. Wagner M.C., Eckman J.R., Wick T.M. Histamine increases sickle erythrocyte adherence to endothelium. Brit. J. Haematol., 2006, 4: 512-522.
  17. Peerscke E.I.B., Silver R.T., Weksler B. Ex vivo evalution of erythrocytosis-enhanced platelet thrombus formation. Brit. J. Haematol., 2004, 2: 195-203.
  18. Zavalishina S.Yu. State of the hemostatic system in iron-deficient newborn calves. Russian Agricultural Sciences, 2013, 39(4): 350-353.
  19. Pasini E.M., Kirkegaard M., Mortensen P. In-depth analysis of the membrane and cytosolic proteome of red blood cells. Blood, 2006, 108(3): 791-801.
  20. Levi M. Platelets. Crit. Care. Med., 2005, 33: 523-525.

*Курский институт социального образования  
(филиал) ФГБОУ ВПО Российского  
государственного социального университета,  
305029 Россия, г. Курск, ул. К. Маркса, 51,  
e-mail: ilmedv1@yandex.ru*

*Поступила в редакцию  
26 декабря 2013 года*

## **ANTIAGGREGATION VASCULAR WALL CONTROL OF THE MAJOR BLOOD CELLS IN CALVES DURING THE PHASE OF MILK FEEDING**

*I.N. Medvedev, S.Yu. Zavalishina, N.V. Kutafina, O.V. Nagornaya*

*Kursk Institute of Social Education, 51, ul. K. Marks, Kursk, 305029 Russia, e-mail ilmedv1@yandex.ru  
Received December 26, 2013*

*doi: 10.15389/agrobiology.2014.4.80eng*

### **Abstract**

Blood cell aggregation is known to influence significantly a blood rheology in animals, particularly in cattle, during each period of ontogenesis, of which the milk feeding is important for development of a number of physiological mechanisms, including effective vascular control of hemostasis. Here we report the results of studying effect of vascular walls to blood cell aggregation in 39 Black-and-White calves. Blood samples were analyzed in 11, 15, 20 25 and 30 day old animals. A lipid peroxidation was estimated based on thiobarbiturate concentration (TB), the parameters of antioxidation activity in blood plasma were assessed, and antiaggregation properties of the blood vessels were investigated in the test of vein occlusion. Erythrocyte aggregations, free erythrocytes and the number of erythrocytes per aggregation were counted. Also the formation of platelet and neutrophil aggregations was considered. There were calculated the indexes of vascular control of erythrocyte number per aggregation, aggregation number, and free erythrocyte number. Also the antiaggregation activity of blood vessel wall and an inhibition of neutrophil aggregation by vascular wall were indexed. During investigation the lipid peroxidation in calves' blood plasma was low, the acyl hydroperoxide level varied from  $1.44 \pm 0.17$  to  $1.47 \pm 0.25$  D<sub>233</sub>/ml, and the concentration of TB-active compounds changed from  $3.59 \pm 0.15$  to  $3.64 \pm 0.28$  μmol/l, with an antioxidation activity changed slightly too. An increase was shown of blood cell aggregating coupled with a gradually growing antiaggregation effect of vascular wall due to activated N-oxide and prostacyclin production in the endothelium. A balance of observed pro- and antiaggregation activity provides optimal rheological blood parameters in milk-fed calves resulting in adaptation to the environmental factors.

**Keywords:** Black-and White calves, milk-fed calves, vascular wall, antiaggregation, blood cells, erythrocytes, platelets, neutrophils.

---

### **Всероссийский НИИ животноводства предлагает внимание читателей издания:**

- Сельцов В.И., Сермягин А.А., Сивкин Н.В.** Совершенствование племенной работы и генеалогической структуры симментальской породы отечественной и импортной селекции. М., 2013, 72 с.
- Эрнст Л.К.** Фенотипические особенности трансгенных свиней разных поколений при интеграции гена соматолиберина человека. Дубровицы, 2012, 180 с.
- Шихов И.Я.** ДНК-РНК в формировании признаков продуктивности у сельскохозяйственных животных. М., 2012, 180 с.
- Ерохин А.И., Карапев Е.А., Ерохин С.А.** Интенсификация воспроизводства овец. М., 2012, 256 с.
- Амерханов Х.А., Абильов А.И., Ескин Г.В., Виноградов В.Н.** и др. Альбом по искусственному осеменению крупного рогатого скота. М., 2011, 172 с.

**Контакты и информация:** <http://www.vij.ru>