



XXI Международная конференция
Российского отделения ВНАП (НП «Научный центр по птицеводству») –
«Мировое и российское птицеводство: динамика и перспективы развития –
научные разработки по генетике и селекции сельскохозяйственной птицы,
кормлению, инновационным технологиям производства и переработки яиц и
мяса, ветеринарии, экономики отрасли»
23–25 сентября 2024 г.
ФНЦ «ВНИТИП» (г. Сергиев Посад, Московская обл.).

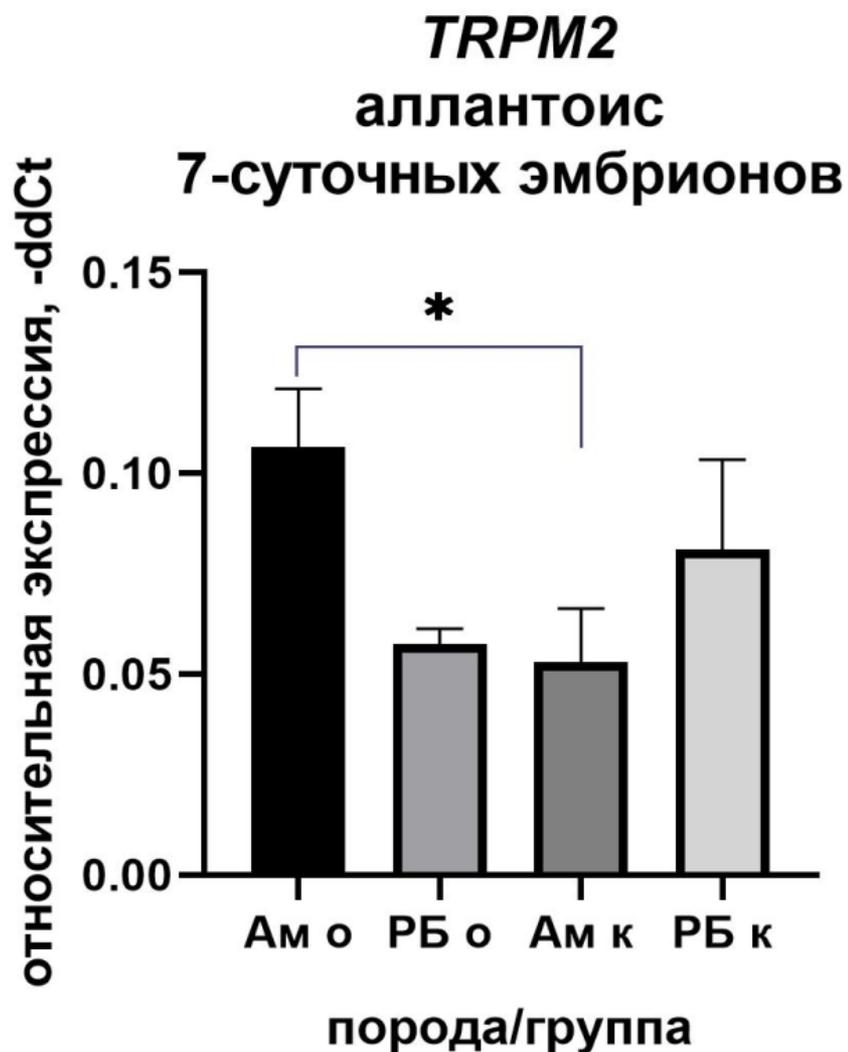
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ КУР К ПОНИЖЕННЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

Федорова Елена Сергеевна

старший научный сотрудник
лаборатории генетики, разведения и сохранения генетических
ресурсов с.-х птиц ВНИИГРЖ
E-mail: Osot2005@yandex.ru

Ген	GGA	Функция гена
SOCS3	18	Влияет на адипогенез, а также на сигнальный путь инсулина, регулируя внутримышечное отложение жира. Белки SOCS также регулируют клетки врожденного иммунитета.
RYR2	3	Рианодиновые рецепторы (<i>RyR</i>), опосредуют высвобождение Ca ²⁺ из эндо/саркоплазматического ретикулума в цитоплазму, регулируя возбуждение и сокращение клеток скелетных и сердечных мышц и влияя на скорость метаболизма. Длительное воздействие холода на птиц вызывает развитие несократительного термогенеза, процессы которого протекают преимущественно в скелетных мышцах и характеризуются повышенным выделением тепла.
CAMK2G	6	Участвует в транспорте Ca ²⁺ саркоплазматического ретикулума в скелетных мышцах. В мышцах с медленным сокращением он участвует в регуляции транспорта Ca ²⁺ в саркоплазматическом ретикулуме (CP), а в мышцах с быстрым сокращением он участвует в контроле высвобождения Ca ²⁺ из CP путем фосфорилирования рецептора рианодина.
NDUFA4	2	Участвует в окислительном фосфорилировании. В скелетных мышцах адаптированных к холоду цыплят увеличено содержание мышечных волокон с медленным сокращением, которые содержат много митохондрий и используют окислительное фосфорилирование для получения АТФ.
METTL21C	1	Тесно связан с развитием куриных мышц. Является белком теплового шока, который действует как АТФ-зависимый молекулярный шаперон. METTL21C может регулировать гомеостаз кальция в костях и мышцах и способствовать дифференцировке миобластов в мышечные трубки, а также уменьшать апоптоз остеоцитов и регулировать внутриклеточный гомеостаз.
TXNRD2	15	Имеет решающее значение для окислительно-восстановительной регуляции функции белка и передачи сигналов через окислительно-восстановительный контроль тиолов. Выполняет множество функций для защиты от окислительного стресса.
IGFBP1,3	2	Может регулировать экспрессию генов, связанных с метаболизмом жирных кислот, способствовать пролиферации и дифференцировке адипоцитов.
STK 25	9	Имеет решающее значение для регулирования гомеостаза глюкозы и инсулина в организме и накопления эктопических липидов.
ADIPOQ	9	Участвует в дифференцировке адипоцитов. Является важным регулятором термогенеза, необходим для поддержания температуры тела при воздействии холода.
GCGR	18	Гипоталамический <i>GCGL</i> является фактором высвобождения тиреотропного гормона, активным участником, и участвует в контроле оси гипофиз-щитовидная железа.
TRPM2	9	Тепловые каналы TRP активируются, если температура окружающей среды выходит за пределы верхнего или нижнего порогового значения. Предположительно, этот ген влияет на снижение чувствительности центральных терморецептивных структур к низкой температуре у РБ цыплят. TRPM2 инициирует "теплый" сигнал, который управляет поведением поиска прохлады. Поведенческие реакции суточных РБ цыплят при стандартных условиях выращивания (+30...+32°C) заметно отличаются от реакции цыплят других пород: они склонны искать зону с более низкой температурой.

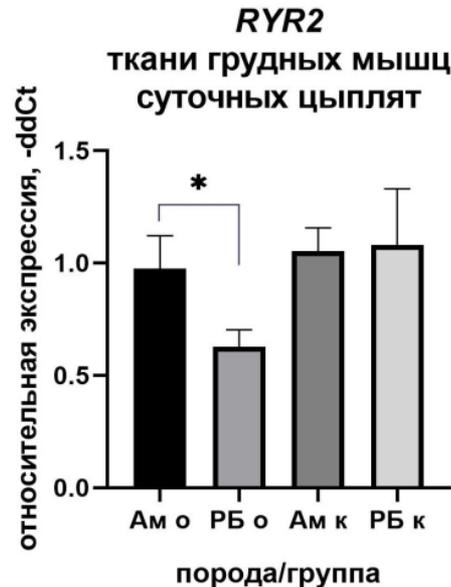
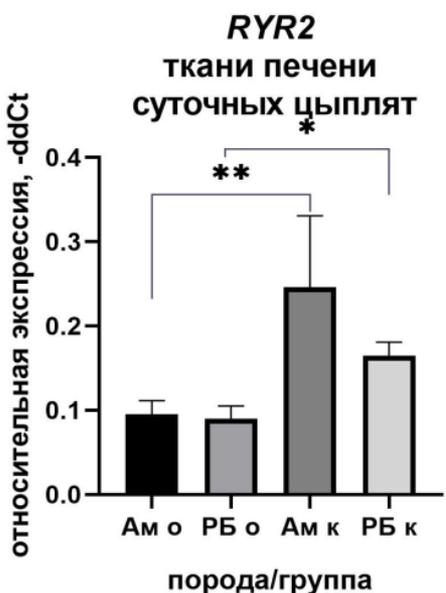
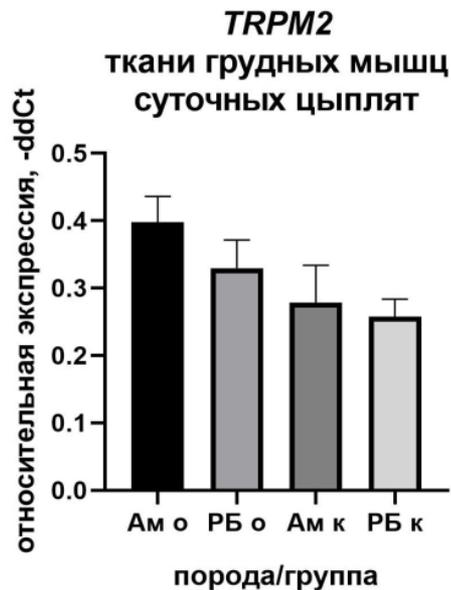
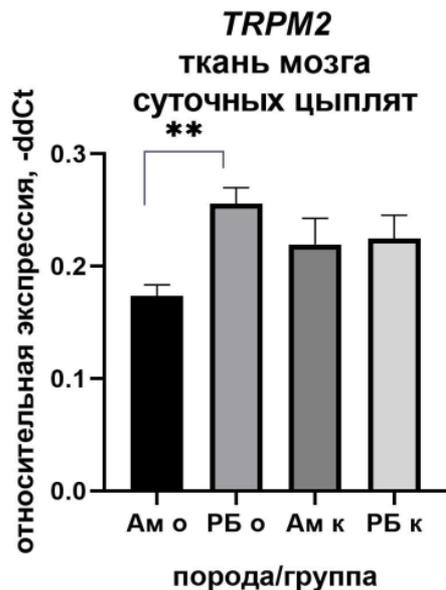
**Относительная экспрессия гена *TRPM2* в аллантоисе 7-суточных эмбрионов (через 36 ч после низкотемпературного воздействия в опытных группах)
(* P<0,05)**



Ам к – амрокс, контроль; РБ к – русская белоснежная, контроль; Ам о – амрокс, опыт; РБ о – русская белоснежная, опыт.

После охлаждения эмбрионов повышенная активность гена *TRPM2* была установлена только в аллантоисе 7-суточных эмбрионов. Уровень относительной экспрессии данного гена у эмбрионов породы амрокс опытной группы в сравнении с контролем увеличился более чем в 2 раза. Эмбрионы русских белоснежных кур слабо отреагировали на воздействие данного стресс-фактора.

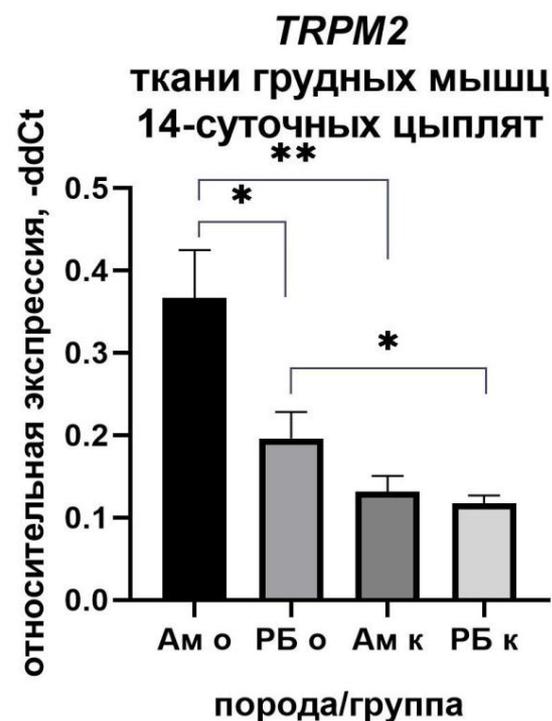
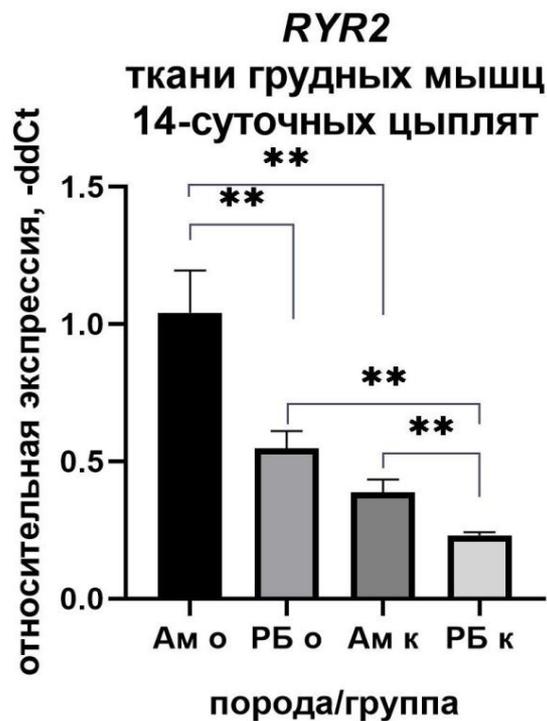
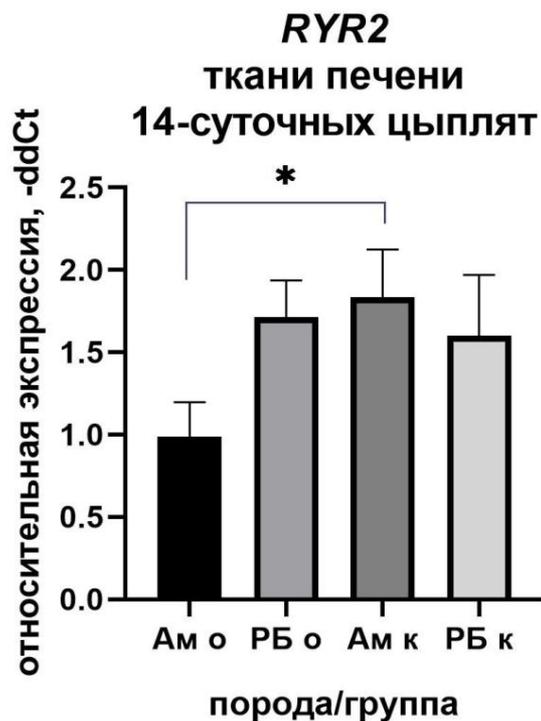
Относительная экспрессия гена *TRPM2* и *RYR2* в образцах тканей суточных цыплят (*P<0,05; ** P<0,01)



Цыплята PБ почти не отреагировали на охлаждение изменением уровня относительной экспрессии *TRPM2*, в то время как у цыплят амрокс величина данного показателя в грудной мышце выросла в 1,4 раза. Вероятно, селекция на терморезистентность PБ кур привела к смещению диапазона термонеutralных температур.

У неонатальных цыплят контрольных групп относительная экспрессия *RYR2* в печени выше, чем в опыте. Вероятно, различные манипуляции на выводе, сопряженные с нахождением в более холодной среде (23°C в комнате против 37,3°C в инкубаторе) привели к стрессу, в ответ на который организм был вынужден ответить усилением интенсивности обмена веществ. У цыплят опытных групп попадание в более холодную среду не вызвало стрессовой реакции.

Относительная экспрессия генов *RYR2* и *TRPM2* в образцах тканей 14-суточных цыплят спустя 3 часа после дозированного низкотемпературного воздействия (* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$)



Высокий уровень относительной экспрессии *RYR2* в печени 14-суточных цыплят амрокс контрольной группы (почти в 2 раза по сравнению с опытной) и низкий – в грудной мышце, после низкотемпературного воздействия, в сочетании с холодовой дрожью, предположительно, свидетельствует о мобилизации запасов гликогена в организме и активации процессов глюконеогенеза в печени с целью поддержания температуры тела.

У РБ цыплят уровень экспрессии гена *RYR2* в грудной мышце ниже, чем у амрокс (в среднем в 2 раза); в печени разницы между контролем и опытом практически не наблюдалось. Вероятно, это объясняется более интенсивной абсорбцией желточного мешка, т.к. содержание желтка в яйце РБ кур ниже, чем у амрокс на 3 – 7 %.

Активность гена *TRPM2*, как датчика окислительных реакций, возрастает у цыплят всех опытных групп в сравнении с контрольными. Поскольку механизмы НСТ сопряжены с повышенным потреблением кислорода, необходимого для процессов окислительного фосфорилирования.

Биохимические показатели крови цыплят разного возраста анализируемых групп (n=10 в каждой группе)

Показатель	Группа			
	Контрольная		Опытная	
	Амрокс	Русская белоснежная	Амрокс	Русская белоснежная
<i>Суточные цыплята на выводе</i>				
Триглицериды, ммоль/л	2,2^a ± 0,3	1,5 ^b ± 0,1	1,6 ± 0,2	1,2 ± 0,1
Глюкоза, ммоль/л	15,2 ± 0,4	14,3 ^a ± 0,4	14,2 ^a ± 0,5	12,8 ^b ± 0,4
Общий белок, г/л	41,9^a ± 1,9	29,4 ^c ± 3,6	31,1 ^c ± 3,1	28,9 ± 1,9
Креатинин, мкмоль/л	47,2 ± 3,7	30,5 ± 12,0	32,2 ± 8,0	37,5 ± 7,0
Дыхательный коэффициент	0,67^a ± 0,03	0,68 ± 0,02	0,78^b ± 0,04	0,65 ^a ± 0,03
	Основной источник энергии - жиры	Основной источник энергии - жиры	Питание за счет белков желт. мешка и запасов гликогена	Основной источник энергии - жиры
<i>14-суточные цыплята после низкотемпературного воздействия</i>				
Триглицериды, ммоль/л	2,6^a ± 0,2	0,7 ^c ± 0,1	1,7^{ce} ± 0,2	0,7 ^d ± 0,1
Глюкоза, ммоль/л	20,6^{ae} ± 0,6	17,6 ^d ± 0,3	15,3^c ± 1,7	15,1 ^b ± 0,9
Общий белок, г/л	32,3 ^a ± 1,4	26,9 ^{ce} ± 0,7	31,9 ± 1,2	31,9 ^d ± 1,0
Креатинин, мкмоль/л	29,5 ± 5,2	27,5 ± 3,9	33,0 ± 5,4	23,6 ± 4,8
	Глюконеогенез	Механизм НСТ	Потребление гликогена + НСТ	Механизм НСТ

Различия статистически достоверны при: ab, bd P<0,05, ac P<0,01, ed P<0,001

Фенотипические проявления реакции на холод у 14-суточных цыплят контрольных групп пород амрокс (слева) и русская белоснежная (справа)



**Исследование инфекционной активности в куриных эмбрионах вируса гриппа
A/Swine (H1N2) RII-41-2/2019**

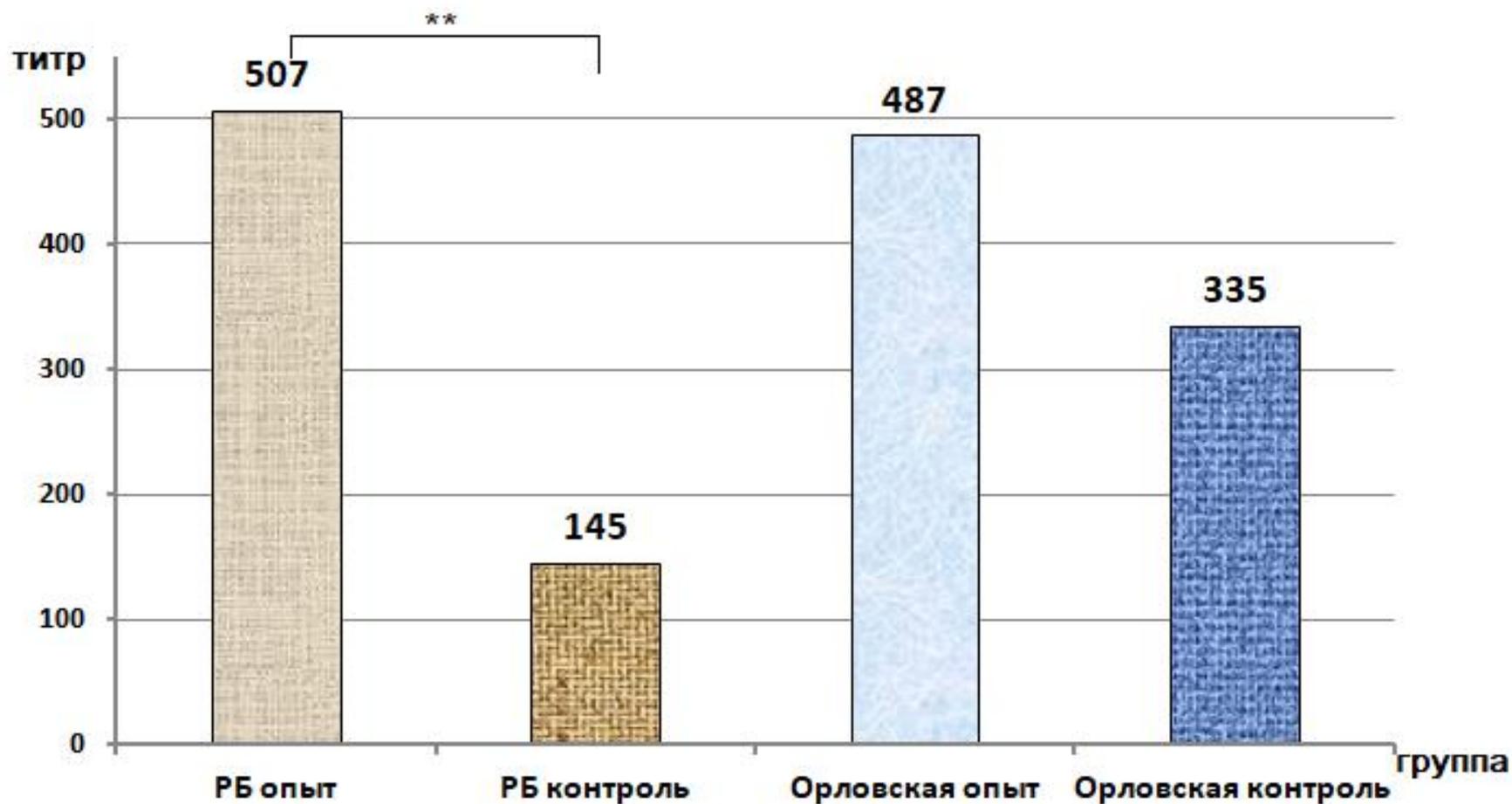
Показатель	Среднее значение титра в РГА	
	Контрольная группа, n=30	Опытная группа, n=30
Среднее значение титра в РГА	164^a ± 24	38^b ± 12 (в 4,3 раза меньше)
Инфекционная активность в IgЭИД ₅₀ /см ³	10,2	9,03 (-11,5%)

Различия статистически достоверны при: ab P<0,001

Исследование в эмбрионах трех пород кур инфекционной активности вируса ИБК шт.4/91

Показатель	Порода кур					
	Русская белоснежная		Итальянская куропатчатая		Царскосельская	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
	n=40	n=40	n=40	n=40	n=40	n=40
Масса яйца, г	55,3 ± 0,6	55,3 ± 0,6	49,8 ± 0,5	49,1 ± 0,4	63,5 ± 0,5	63,4 ± 0,6
Вирусодержащая жидкость: - мл/эмбрион; - мл/г массы яйца.	10,8 0,195	10,8 0,195	6,7 0,135	5,0 0,102	10,0 0,157	9,9 0,156
Инфекционная активность в IgЭИД ₅₀ /см ³	7,20	6,70 (-7%)	6,95	6,70 (-4%)	7,20	6,90 (-4%)

Титр антител к вирусу болезни Нью-Касла штамм "Ла-Сота" в сыворотке крови цыплят через 21 день после вакцинации



** P < 0,01

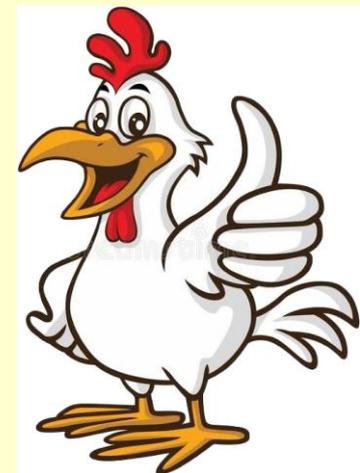
Выводы

Однократное дозированное охлаждение эмбрионов в диапазоне сублетальных температур в чувствительный период эмбриогенеза привело к изменениям ориентации адапционного паттерна регуляторных характеристик системы температурного гомеостаза, которые сохранились до 14-суточного возраста цыплят.



*Цыплята опытных групп для поддержания температуры тела задействуют не только процессы использования в качестве энергетического субстрата гликогена, но и более эффективный механизм терморегуляции – несократительный термогенез в мышцах, что подтверждается различиями в паттернах экспрессии генов *RYR2* и *TRPM2* у цыплят контрольных и опытных групп.*

Однократное дозированное низкотемпературное воздействие в чувствительный период раннего эмбриогенеза позволило «перепрограммировать» ориентацию обменных процессов у эмбрионов и цыплят, тем самым повысить адапционные возможности цыплят в возрасте до 2 недель в условиях пониженных температур среды, а также резистентность эмбрионов и цыплят к ряду заболеваний.





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Исследования выполнены в «Генетической коллекции редких и исчезающих пород кур» ВНИИГРЖ по теме гос.задания 124020200029-4