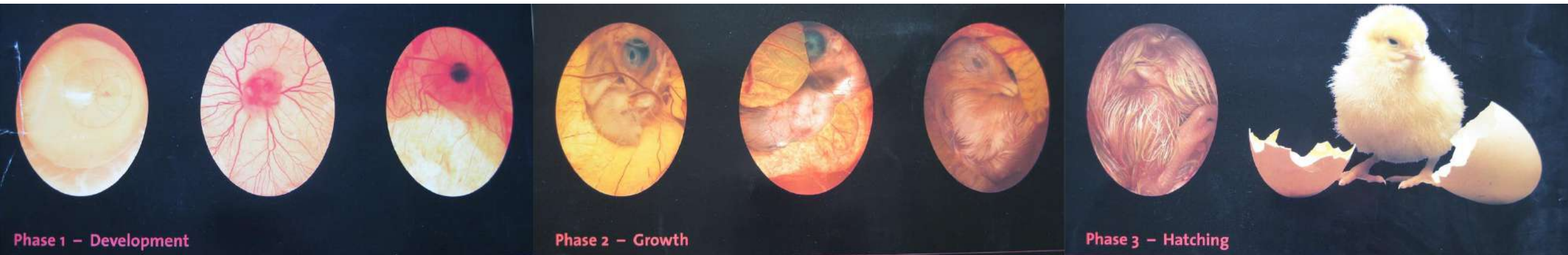


Режим инкубации яиц как инструмент для управления онтогенезом кур

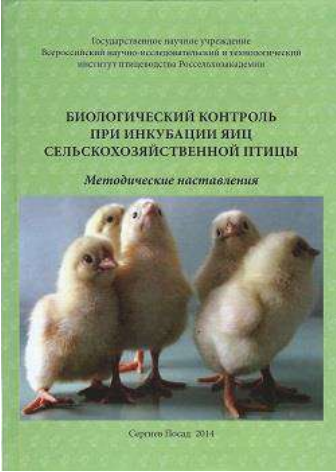
Станишевская Ольга Игоревна, главный научный сотрудник, рук. Лаборатории научного обеспечения
сохранения генетических ресурсов птицы Национального центра генетических ресурсов сельскохозяйственных
животных, д. б. н.
olgastan@list.ru



II МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПТИЦЕВОДСТВА»

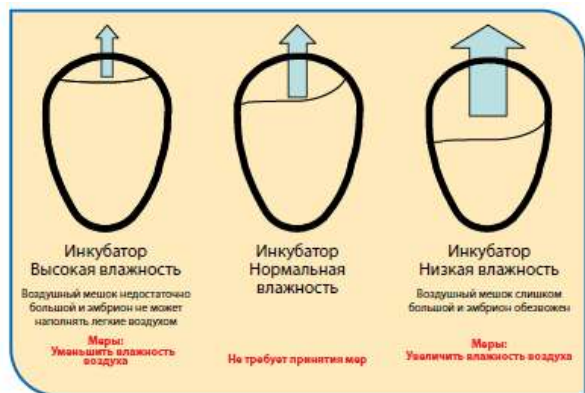
Режимы инкубации яиц кур для получения высоких показателей выводимости яиц и качества молодняка (отечественные инкубационные машины)

Период инкубации, сут.	Температура, °C		Положение вентиляционных заслонок
	По сухому термометру	По увлажненному термометру	
Стабильный режим инкубации			
1-18,5	37,6	29,0	1-10 сут. закрыты, 11-18 сут. открыты 15-20 мм
18,5-21,5	37,2	29,0 до наклева, далее не регулируется	открыты 15-20 мм, за 3 часа до выборки открыты полностью
Дифференцированный режим инкубации (куры яичного направления продуктивности)			
1-5	37,8-38,0	30,5-31,0	закрыты
6-13	37,6	29,0	открыты 15-20 мм,
14-18,5	37,4	28,0	открыты 15-20 мм,
18,5-21,5	37,2	29,0 до наклева, далее не регулируется	открыты 15-20 мм, за 3 часа до выборки открыты полностью
Дифференцированный режим инкубации (куры мясного направления продуктивности)			
1-5	38,0	31,0-32,0	закрыты
6-13	37,6	29,0	открыты 15-20 мм,
14-18,5	37,2-37,4	28,0	открыты 15-20 мм,
18,5-21,5	37,2-37,0	29,0 до наклева, далее не регулируется	открыты 15-20 мм, за 3 часа до выборки открыты полностью



Степень усушки инкубируемых яиц, %

Вид птицы	Взвешивание яиц		
	1-е (7-е сут.)	2-е (12-е сут.)	3-е (19-е сут.)
Куры	3,5-4,5	6,5-7,5	11,5-13,0



Поворот яиц

- Поворот яиц важен для нормального развития эмбриона.
- Яйца следует поворачивать с 0 до 15 дня. Если оставить яйца не поворачивая или если угол поворота недостаточный, это ведет к росту эмбриональной гибели и снижению выводимости.
- Поворот яиц также помогает направлять поток воздуха в нужном направлении и не допускать создания горячих точек внутри инкубаторного шкафа

Какие факторы важны для поворота яиц?

- Частота: яйца необходимо поворачивать каждый час
- Угол: 38-45 градусов от горизонтального уровня во время каждого поворота. Если угол поворота менее 38 градусов, это вызовет снижение выводимости.
- Плавность: эмбрион имеет delicate кровеносные сосуды, которые легко рвутся при встряхивании.

Признаки недостаточного поворота

- Рост эмбриональной гибели (который при неадекватном повороте происходит в период 0-7 дней инкубации).
- Рост поздней эмбриональной гибели.
- Частота случаев неправильного положения в яйце, особенно, 2-го типа (голова в остром конце яйца).
- Цыплята липкие на ощупь по причине неабсорбированного белка.



Возможные причины эмбриональной гибели



	Инкубаторий	Ферма
Ранняя смертность (1-7 дней)	<p>Воздействие формалина 12-96 часов</p> <p>Недостаточно быстрое достижение температуры инкубации</p> <p>Конденсат на поверхности скорлупы</p> <p>Неверный угол/частота поворота яиц</p> <p>Длительное хранение яиц</p> <p>Непостоянная температура хранения яиц</p>	<p>Неправильный сбор яиц</p> <p>Питательность корма</p> <p>Контаминация яиц</p> <p>Напольное/грязное яйцо</p>
Средняя смертность (8-14 дней)	Высокая температура эмбриона	<p>Проблемы питательности корма</p> <p>Контаминация</p>
Поздняя смертность (15-19 дней)	<p>Неверные температура/влажность инкубационных\выводных шкафов – проверить температуру скорлупы и потерю массы яйца</p> <p>Повреждение при переносе на вывод</p> <p>Яйца заложены в перевернутом положении</p> <p>Недостаточное испарение воды из яиц</p>	<p>Проблемы питательности корма</p> <p>Контаминация</p>
При наклеве	<p>Неверный угол поворота/яйца заложены в неверном положении</p> <p>Повреждение при переносе на вывод</p> <p>Избыточная обработка газом</p> <p>Длительное хранение яиц</p>	Проблемы питательности корма
Контаминация	<p>Неверная дезинфекция скорлупы</p> <p>Конденсат на поверхности во время хранения или перевозки</p> <p>Тонкая или треснутая скорлупа</p> <p>Высокая контаминация в инкубатории (только при случаях поздней смертности)</p>	Избыточное количество напольного яйца
Неверное положение эмбриона	<p>Голова в остром конце яйца–яйцо заложено в неправильном положении, высокая температура инкубации или недостаточный угол поворота</p> <p>Клюв над правым крылом-тепловой стресс</p> <p>Другие неправильные положения–причины неизвестны</p>	<p>Клюв над правым крылом– недостаточная питательность корма (линолиевая кислота)</p>
Физические дефекты	<p>Непокрытый мозг–высокая температура в начале инкубации</p> <p>Эктопия внутренних органов–высокая температура в середине инкубации</p> <p>Лишние конечности–неверное обращение с яйцом или повреждения яйца</p>	



Режим инкубации яиц как инструмент для управления онтогенезом кур

Эмбриональный период развития, важнейший, с точки зрения закладки и становления всех основных биохимических и физиологических систем и механизмов, определяющих дальнейший уровень продуктивности и адаптационных способностей кур, даёт новые, ранее не использованные возможности для исследований в направлении изучения влияния условий раннего онтогенеза на уровень развития и реализации генетического потенциала хозяйственно-полезных признаков, начиная с самых ранних этапов онтогенеза.

Особенности эмбрионов кур. Имеют ряд преимуществ перед эмбрионами млекопитающих:

- куриные эмбрионы **развиваются очень быстро** - 21 сут.;
- когда яйцо откладывается, птичий **эмбрион** состоит из плоской двухслойной бластодермы, которая лежит на поверхности желтка и, следовательно, **легко доступна**;
- последующее развитие происходит **вне тела матери**, материнский эффект ограничивается составом яиц;
- факторы окружающей среды (температура инкубации и влажность) можно строго контролировать, чтобы минимизировать индивидуальную изменчивость окружающей среды;
- инкубация куриных яиц может быть прекращена в любое время, тем самым обеспечивая эмбрионы на **желаемой стадии развития** для конкретного эксперимента;
- куриные эмбрионы имеют достаточный **размер**, что позволяет практически на ранних стадиях проводить несколько видов микроманипуляций;
- куриный эмбрион можно **легко инкубировать и манипулировать** им как *in ovo*, так и *ex ovo* при очень низких затратах;
- детальное **знание генома** курицы;
- птицы являются особенно удобной **моделью для изучения эпигенетической наследственности** между поколениями (ранняя половая зрелость, высокий уровень яйценоскости, короткий интервал между поколениями, небольшая площадь для содержания и количество корма, при использовании искусственного осеменения от одного петуха можно получить значительное число потомков).



Публикации по температурным манипуляциям в период эмбриогенеза с целью повышения адаптационной способности к температурному стрессу в постнатальном периоде



- Vafaieinia M, Yalcin S. Temperature manipulation during incubation: effect on embryo development and incidence of white striping and expression of related genes in broiler chickens from two commercial breeds. Br Poult Sci. 2025 Feb;66(1):71-80. doi: 10.1080/00071668.2024.2383940. Epub 2024 Aug 30. PMID: 39212244.
- Yalcin S, Aksit M, Ozkan S, Hassanzadeh M, Bilgen G, Helva IB, Izzetoglu GT, Buyse J, Yilmaz MC. [Effect of temperature manipulation during incubation on body weight, plasma parameters, muscle histology, and expression of myogenic genes in breast muscle of embryos and broiler chickens from two commercial strains](#). Br Poult Sci. 2022 Feb;63(1):21-30. doi: 10.1080/00071668.2021.1958297. Epub 2021 Aug 13. PMID: 34309443
- Nangsuay A, Meijerhof R, van den Anker I, Heetkamp MJW, Morita VS, Kemp B, van den Brand H. [Effects of breeder age, broiler strain, and eggshell temperature on development and physiological status of embryos and hatchlings](#). Poult Sci. 2016 Jul 1;95(7):1666-1679. doi: 10.3382/ps/pew080. Epub 2016 Mar 8. PMID: 26957632
- Brooding temperatures for chicks acclimated to heat during incubation: effects on post-hatch intestinal development and body weight under heat stress / M. Aksit, S. Yalcin, C. Yenisey, et al. // British Poultry Science. 2010. Vol. 51. No. 3. P. 444-452. DOI: [10.1080/00071668.2010.495746](#) 56-62. – DOI 10.31857/S2500262724060101. – EDN RUKJTO
- Hatching phase influences thermal preference of broilers throughout rearing / Júnior J. B. Matos, T. I. Vicentini, A. R. Almeida, et al. // PLoS One. 2020. Vol.15. No. 7. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0235600> (дата обращения 05.06.2024). DOI: [10.1371/journal.pone.0235600](#) EDN: [XQUNMK](#)
- Morita V. S., Almeida V. R., Matos Junior J. B., Vicentini T. I., van den Brand H., Boleli I. C. Incubation temperature alters thermal preference and response to heat stress of broiler chickens along the rearing phase // Poultry Science. 2016; 1; 95 (8): 1795-1804. DOI: [10.3382/ps/pew071](#) EDN: [XZKPIX](#)
- Cyclic variations in incubation conditions induce adaptive responses to later heat exposure in chickens: a review / T. Loyau, L. Bedrani, C. Berri, et al. // Animal. 2015. Vol. 9. No. 1. P. 76-85. DOI: [10.1017/S1751731114001931](#)
- Федорова, Е. С. Изменение профиля экспрессии генов TRPM2 и RYR2 в период созревания системы терморегуляции цыплят как результат дозированного низкотемпературного воздействия в чувствительный период раннего эмбриогенеза / Е. С. Федорова, Е. Г. Чугунова, М. В. Позовникова // Российская сельскохозяйственная наука. – 2024. – № 6. – С. 56-62. – DOI 10.31857/S2500262724060101. – EDN RUKJTO.
- Станишевская О. И., Федорова Е. С. Сравнительная оценка стресс-реактивности организма кур пород русская белая с мутацией sw+ и амрокс на гипотермию в эмбриональном и раннем постнатальном периодах онтогенеза // Сельскохозяйственная биология. 2019. Vol. 54. No. 6. P. 1135-1143. DOI: [10.15389/agrobiology.2019.6.1135rus](#) EDN: [JIVYWR](#)
- Short cold exposures during incubation and postnatal cold temperature affect performance, breast meat quality, and welfare parameters in broiler chickens / D. Nyuiadzi, C. Berri, L. Dusart, et al. // Poultry Science. 2020. Vol. 99. No. 2. P. 857-868. DOI: [10.1016/j.psj.2019.10.024](#) EDN: [BHSARV](#)
- Identification of Key Candidate Genes in Runs of Homozygosity of the Genome of Two Chicken Breeds, Associated with Cold Adaptation / E. S. Fedorova, N. V. Dementieva, Y. S. Shcherbakov, et al. // Biology (Basel). 2022. Vol. 11. No. 4. URL: <https://www.mdpi.com/2079-7737/11/4/547> (дата обращения 05.06.2024). DOI: [10.3390/biology11040547](#)
- Effect of low incubation temperature and low ambient temperature until 21 days of age on performance and body temperature in fast-growing chickens / D. Nyuiadzi, A. Travel, B. Méda, et al. // Poultry Science. 2017. Vol. 96. No. 12. P. 4261-4269. DOI: [10.3382/ps/pex264](#)

Метод дозированного температурного воздействия в чувствительные периоды эмбриогенеза для повышения уровня реализации генетического потенциала по мясным качествам кур

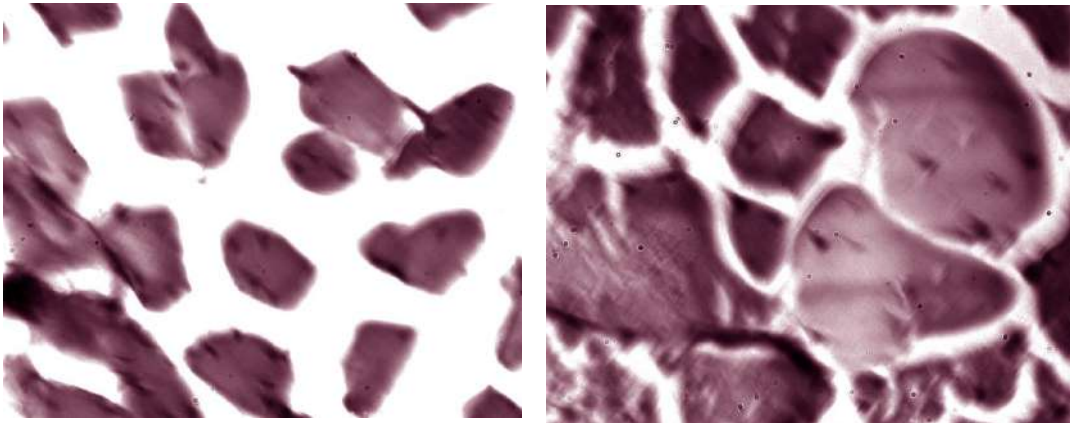


На основании литературных данных и собственных поисковых исследований нами определены **чувствительные периоды** эмбриогенеза для температурной стимуляции развития мышечной ткани не только эмбрионов, но и цыплят до возраста 36-39 дней на птице промышленных кроссов “ROSS-308”, “ISA F15, Flex”, «СК Русь 6».

Первое температурное воздействие ($39,0^{\circ}\text{C}$ - $39,3^{\circ}\text{C}$) проводили в период с **48 до 96 часов инкубации в первую миобластическую фазу гистогенеза поперечно-полосатой мышечной ткани.**

Второе – при такой же температуре в период **с 14 по 18 сутки инкубации по 4 часа/сут. для ускорения пролиферации и дифференциации клеток-сателлитов.**

Поперечный срез волокон грудных мышц 39-суточных бройлеров кросса «Isa»



контроль

опыт

Опыт		Контроль	
Петухи	Куры	Петухи	Куры
Число измерений			
61	100	120	92
142,5 ^a ± 5,2	131,0 ^c ± 4,1	97,7 ^b ± 3,1	100,0 ^d ± 2,8

Толщина волокон грудной мышцы (мкм) у 39-суточных цыплят-бройлеров кросса «Isa» в зависимости от режима инкубации

Динамика живой массы (г) бройлеров «Ross-308» в зависимости от температурного режима инкубации

Группа	Поставлено на выращивание, гол.	Неонатальные цыплята	8 сут.	16 сут.	22 сут.	30 сут.		36 сут.	
						Петушки	Курочки	Петушки	Курочки
Контроль	100	49,4±0,2	177,3 ^a ±2,1	523,2 ^a ±6,0	923 ^a ±9	1623 ^c ±20	1433 ^c ±23	2198±52	1925 ^c ±34
Опыт	132	49,2±0,3	210,3 ^b ±1,9 +18,6%	587,2 ^b ±5,6	989 ^b ±7	1679 ^d ±20	1557 ^d ±22	2289±31 +4,1%	2022 ^d ±29 +5,0%

Примечание – Уровни достоверности различий между группами: a, b p<0,001; c, d p<0,05

Мясные качества 39-суточных бройлеров в зависимости от режима инкубации

Группа	Число голов	Живая масса, г	Убойный выход, %	Грудная мускулатура		
				г	% к живой массе, г	г/г грудной кости
Петушки «Isa»						
Контроль	15	2355±26	66,6 ^c ±0,3	405,3±7,0	17,2±0,3	5,67±0,18
Опыт	19	2415±23 (+2,5%)	68,2 ^d ±0,6	430,7±13,0 (+6,2%)	17,8±0,3	5,95±0,13 (+6,0%)
Курочки «Isa»						
Контроль	14	2170±19	66,5 ^a ±0,3	388,6±10,2	17,9 ^a ±0,3	6,26±0,26
Опыт	11	2179±30 (+0,4%)	68,4 ^b ±0,6	416,0±8,8 (+7,0%)	19,1 ^b ±0,3	6,60±0,18 (+5,4%)
Петушки «Ross-308»						
Контроль	10	2581±31	71,7±0,4	553,1±15	21,4±0,3	8,05 ^b ±0,3
Опыт	10	2614±25 (+1,2%)	72,2±0,3	571,5±7 (+3,3%)	21,9±0,3	9,28 ^a ±0,3 (+15,2%)
Курочки «Ross-308»						
Контроль	10	2224±20	71,3±0,3	485,5±12	21,7±0,3	8,30±0,3
Опыт	10	2336±23 (+5,0%)	71,6±0,2	508,0±0,6 (+4,6%)	21,8±0,3	9,00±0,3 (+8,4%)

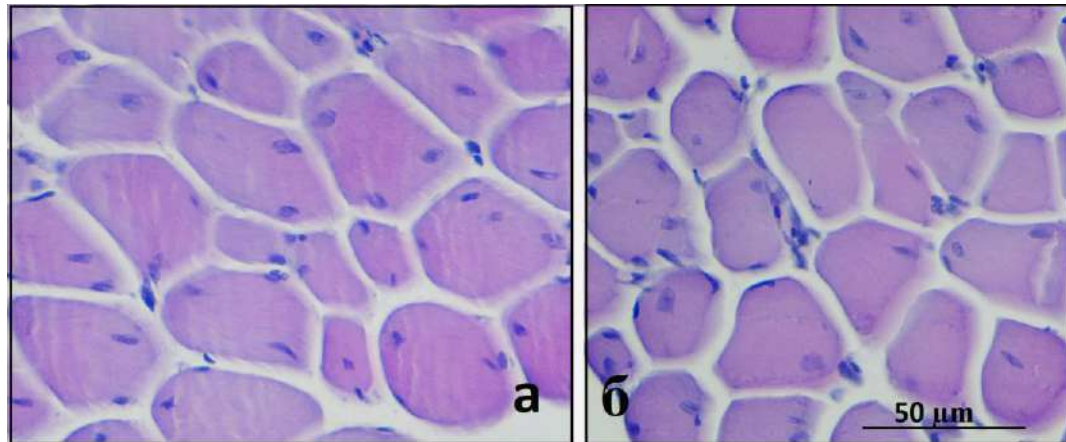
Примечание – Уровни достоверности различий между группами: а, b p<0,01; с, d p<0,05

Технологический прием «Способ инкубации яиц мясных кур» (патент № 2384053, 2010 г.) позволяет за счет стимуляции развития, в том числе гистогенеза мышечной ткани, увеличить:

- живую массу бройлеров (+3...+4,6%),
- убойный выход цыплят (+0,3...+1,9%),
- массу грудных мышц по отношению к живой массе на 0,1-1,2%
- и на 5,4-15,2% в расчете на 1г грудной кости.
- под действием нового режима инкубации происходит утолщение волокон грудной мышцы: коэффициент мышечных волокон увеличился в 4,5 раза.

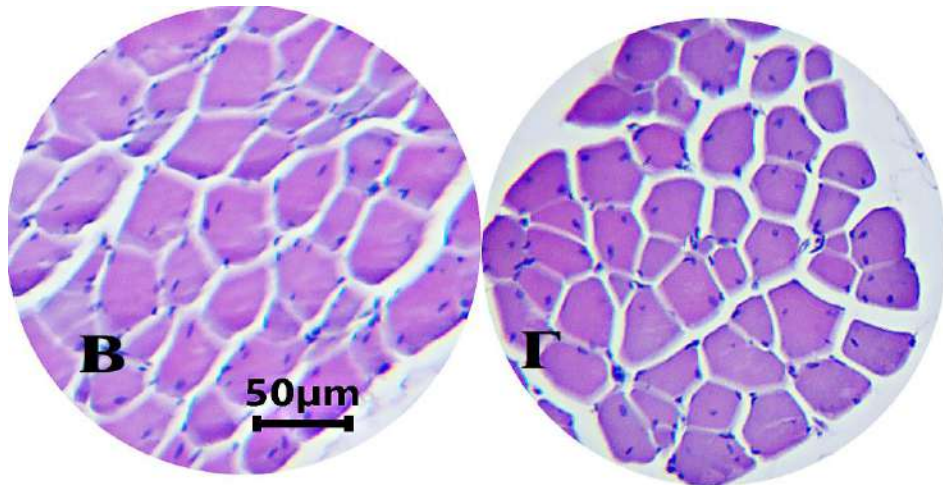
Производственная проверка нового способа инкубации на бройлерах кросса «СК Русь 6» доказала его эффективность:

- повышение выводимости яиц с 91,3% до 98,0%,
- повышение живой массы цыплят в 35 суток с 2158 ± 19 г (обычный режим для мясных кур) до 2287 ± 24 г (+129 г или +5,9%);
- повышение выхода грудных мышц в % к живой массе с 18,75% до 20,64% (+1,2%),
- в том числе грудного филе в % к живой массе с 16,7% до 17,4% (+0,7%).



Низкотемпературное воздействие в чувствительный период раннего эмбриогенеза (5,5 сут. в период дифференцировки мышечных волокон) влияет на процессы миогенеза, способствуя у 14-суточных цыплят **повышению плотности миофибрилл** (число мышечных волокон и миосателлитов на единицу площади выше на 29 и 31% соответственно, $p < 0,001$, в сравнении с контролем) и **снижению их толщины**.

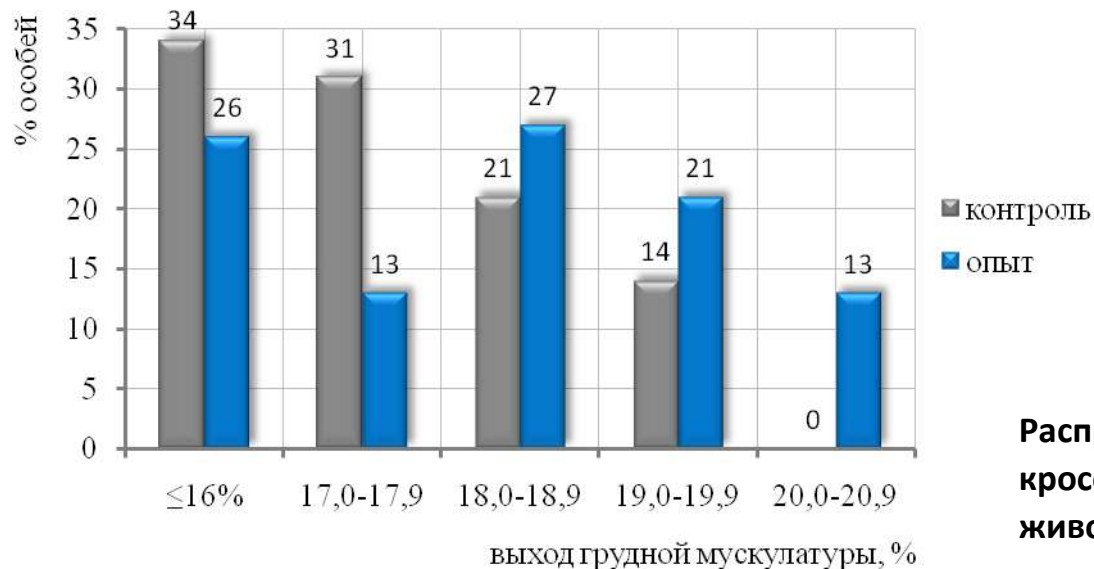
У 14-суточных цыплят опытной группы толщина мышечных волокон, оцененная по площади их поперечного сечения, на 11% меньше ($p < 0,001$), а расстояние между волокнами (толщина эндомизия) на 7% больше ($p < 0,01$), чем у цыплят контрольной группы.



Гистологический срез ткани большой грудной мышцы 14-суточного цыпленка: а – контроль, б – опыт, Ув. $\times 400$; в – контроль, г – опыт. Ув. $\times 100$.

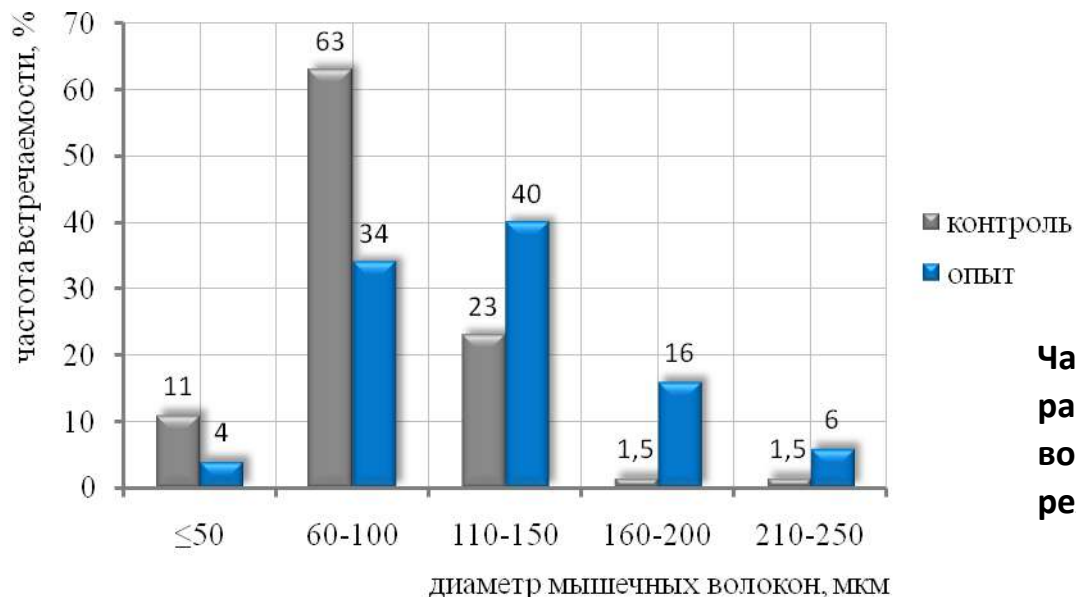
Окраска гематоксилином и эозином.

Метод дозированного температурного воздействия в чувствительные периоды эмбриогенеза для выявления скрытой генетической изменчивости мясных качеств кур



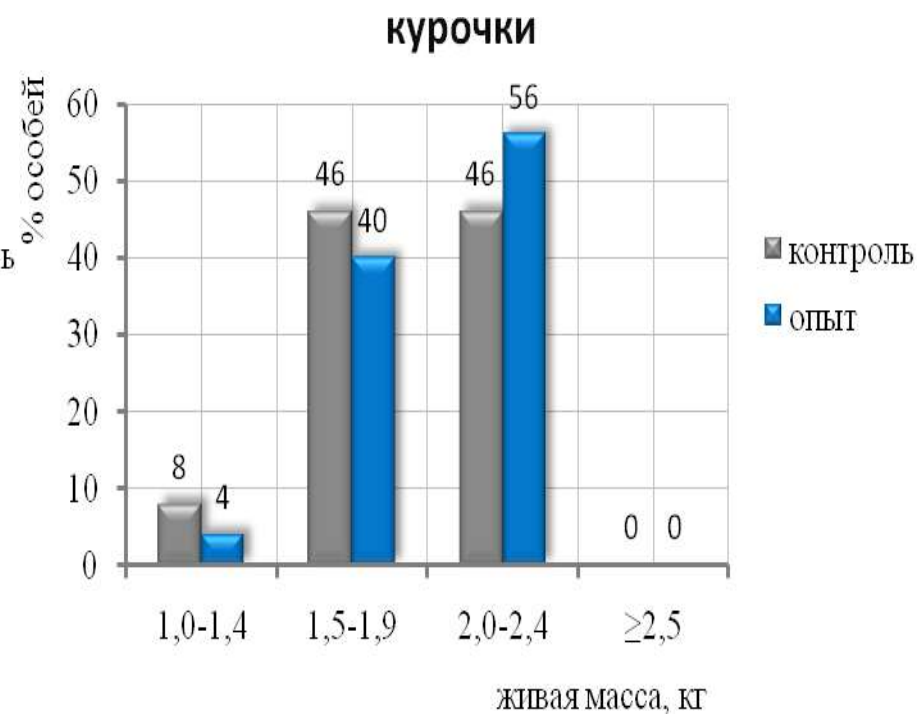
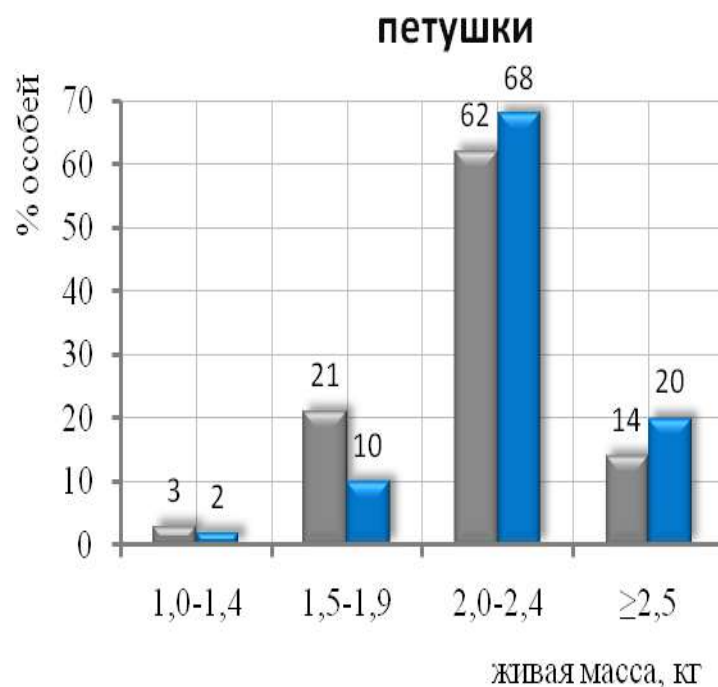
Новый температурный режим инкубации может использоваться в качестве **«селективного фона»** для повышения частоты встречаемости особей с высоким уровнем развития признаков мясной продуктивности. До 34% особей имеет выход грудной мускулатуры в пределах 19,0-20,9% по отношению к живой массе, в том числе, и за счет появления нового правого класса вариационного ряда, в котором насчитывается до 13% цыплят.

Распределение 39-суточных цыплят-бройлеров кросса «Isa» по выходу грудной мускулатуры (% к живой массе) в зависимости от режима инкубации.



Частота встречаемости мышечных волокон различной толщины у бройлеров кросса «Isa» в возрасте 39 суток в зависимости от температурного режима инкубации (n= 373 измерения)

Распределение 36-суточных цыплят («Ross-308») по живой массе в зависимости от режимов инкубации



Влияние режима инкубации на развитие периферического скелета эмбриона

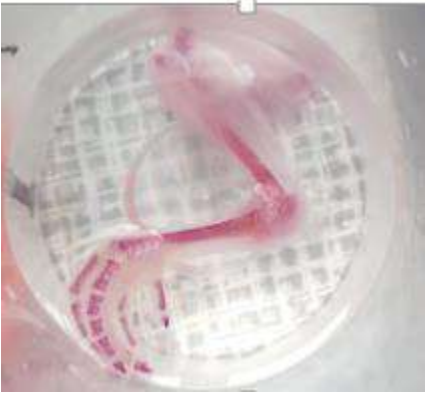
Влияние температурного режима инкубации на развитие костной системы суточных цыплят (опыт на 11-е сут. 4 часа 39°C; контроль 37,6°C)

показатели группа		длина кости плюсны, мм	диаметр кости плюсны, мм	длина 1го пальца, мм	% длины кости от длины ноги	бескостный участок плюсны, мм
<u>Опыт</u>	\bar{x}	18,25**	2,50	4,04**	67,57**	8,78**
(n=10)	m	0,20	0,07	0,07	0,84	0,29
K	\bar{x}	17,11	2,38	3,71	62,95	10,09
(n=10)	m	0,12	0,06	0,09	0,68	0,29

По сравнению с контрольной группой: **P≤0,01

Влияние усушки инкубационных яиц на развитие костно-мышечной системы суточных цыплят.

показатели группа		Усушка, %	Живая масса, г	Длина цыпленка, см	Длина корпуса, мм	Длина плюсны, мм	Отношение диаметра к длине плюсны		% кости от длины плюсны
							нога	кость	
III	\bar{x}	12,4**	42,54	16,99	51,92	27,12	14,02	13,94	66,63
(n=15)	m	0,47	0,46	0,11	0,54	0,33	0,27	0,45	1,14
K	\bar{x}	10,7	42,25	17,01	50,95	26,59	13,96	13,69	68,42
(n=15)	m	0,32	0,34	0,14	0,50	0,33	0,21	0,41	0,75



окрашивание скелета эмбриона
ализариновым красным C Alizarin Red S

Дозированное температурное воздействие на 11-е сутки инкубации положительно повлияло на формирование костной ткани цыплят (I группа), что выразилось в увеличении длины (на 6,6%) и толщины трубчатых костей (на 5,0%) (на примере плюсны), по сравнению с контрольной группой. Кроме того, процессы ossification происходили более интенсивно – бескостный участок плюсны у цыплят I группы на 14,9% меньше по сравнению с контролем.

Повышение усушки яиц в физиологических пределах в период инкубации с 12,5 до 18 суток при стандартном оказывает воздействие на гидроосмотический баланс эмбриона, что сопровождается повышением усвоения минеральных веществ скорлупы яиц, которые являются «строительным материалом» для костей эмбриона. Этот эффект был выражен в увеличении длины плюсны неонатального цыпленка на 2, % и уменьшении бескостного участка на 2,7%.

Дозированное воздействие абиотических факторов в чувствительные периоды эмбриогенеза кур

С целью повышения уровня реализации генетического потенциала продуктивных и адаптивных признаков



С целью создания «селективного» фона для отбора за счет выявления скрытой генетической изменчивости продуктивных и адаптивных признаков у кур

Температурное воздействие
(температура инкубации) в чувствительный период

Изменение гидроосмотического баланса эмбрионов
(повышение степени усушки яиц в физиологических пределах)

Повышение до 39,0-39,5°C

Понижение до 16-21 °C

Положительное влияние:

- Положительное влияние в эмбриогенезе:
- на пролиферацию мышечных волокон
- число клеток-сателлитов
- рост осевого скелета и процесс оссификации
- Положительное влияние в постнатальном периоде:
- на живую массу
- на выход грудной мускулатуры
- на толщину мышечных волокон

- Влияние в постнатальном периоде (14 сут.):
- снижает толщину мышечных волокон
- увеличивает толщину эндомизия
- улучшает развитие Фабрицевой сумки (орган иммунитета)
- улучшает адаптацию к пониженным температурам выращивания
- индуцирует врожденные противовирусные реакции

- на рост периферического скелета эмбриона и скорость оссификации за счет усвоения минеральных веществ скорлупы
- на развитие его пищеварительной системы
- на содержание протеина в грудных мышцах
- снижает потребление воды цыплятами 6-7 нед. жизни

Эпигенетические механизмы — это процессы, которые контролируют экспрессию генов, не изменяя при этом саму последовательность ДНК. К основным механизмам относятся: метилирование ДНК, модификации гистонов, ремоделирование хроматина и влияние некодирующих РНК. Эти механизмы определяют, какие гены будут активны в клетке, и могут передаваться при делении клетки и даже по наследству.

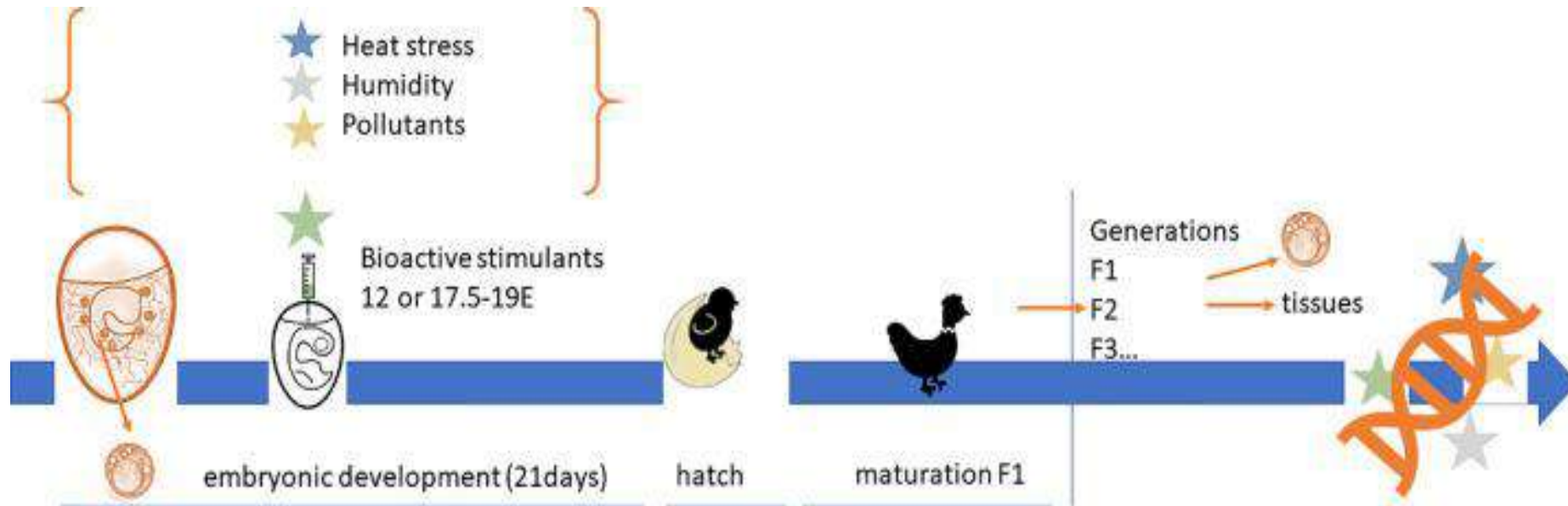
Фенотип индивида является результатом сложных взаимодействий между генотипом и текущей, прошлой и наследственной средой, что приводит к пожизненному ремоделированию его эпигенома (Jammes et al., 2011). Следовательно, только лишь геномные инструменты не могут объяснить полностью наследственные изменения хозяйственно-полезных признаков животных.

На сегодняшний день различные эпигенетические паттерны развития были изучены у кур различного направления продуктивности (Hu et al., 2013 ; Tian et al., 2013 ; Bélteky et al., 2018 ; Dunislawska et al., 2021), и эти исследования доказали, что куриный транскриптом может быть перепрограммирован путем манипулирования различными факторами окружающей среды во время раннего эмбриогенеза .

Один из фундаментальных вопросов при изучении эпигенетики в контексте птицеводства заключается в том, могут ли эпигенетические метки быть унаследованы через зародышевую линию и как отбор может воздействовать на эту вариацию напрямую. Мы считаем, что дальнейшие исследования восполнят этот пробел в знаниях и приведут к идентификации новых эпигенетических маркеров для повышения точности отбора с точки зрения текущих и новых признаков, включая устойчивость к болезням.

Эпигенетическое трансгенеративное наследование

Модель *in ovo* для изучения механизмов потенциального наследования эпигенетического кода (М. Bednarczyk, A/ Dunislawska, K. Stadnicka, E. Grochowska <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101164>Get)



Модель для изучения наследования эпигенетического кода на примере курицы включает анализ PGCs в эмбрионе, подвергающемся эпигенетическому воздействию. Факторы окружающей среды / стрессоры или *in ovo* применение биологически активных соединений (про / синбиотиков, витаминов и питательных веществ) может вызывать эпигенетические изменения в генах во время пренатального развития цыплят. PGC могут передавать измененный эпигеном последующим поколениям. Следовательно, анализ транскриптома PGC и тканей до эпигенетического воздействия у вылупившихся цыплят и в следующем поколении позволит проанализировать наследуемость измененного эпигенома. (Сокращения: PGCs, первичные половые клетки; E - день инкубации эмбриона; F, сыновнее поколение.)

Спасибо за внимание!



Выражаю благодарность за проведение исследований к.б.н. Федорову Е.С. и к.с.-х. н. Федорову З.Л.

ГЗ № 124020200029-4