

Влияние возраста родителей на усвоение питательных веществ эмбрионами мясных кур при использовании энерготропных препаратов *in ovo*

Долгорукова А.М., ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук

Тищенко М.С., младший научный сотрудник

ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» Российской академии наук (ФНЦ «ВНИТИП» РАН)

Аннотация: Представлены результаты исследований особенностей эмбриогенеза у кур кросса Смена-9 в зависимости от возраста матерей (230, 270 и 320 дней жизни) и при использовании *in ovo* энерготропных веществ – убихинона или L-карнитина (по 2 мг/яйцо на 17-й день инкубации). Инъекция убихинона негативно повлияла на выводимость яиц, которая снижалась на величину от 1,3 до 4,1% по сравнению с контрольной группой 1, не получавшей инъекций, и на относительную и абсолютную массу суточных цыплят. Инъекция L-карнитина способствовала увеличению выводимости яиц кур 320-дневного возраста на 3,6%, а также увеличению содержания протеина в теле выведенных цыплят на 2,8% при сохранении содержания липидов на уровне контроля.

Ключевые слова: бройлерный кросс Смена-9, эмбриогенез, инъекции *in ovo*, возраст кур, убихинон, L-карнитин.

Введение. Одной из наиболее актуальных задач воспроизводства кур мясного направления продуктивности является поддержание инкубационных показателей на определенном уровне. С возрастом у них значительно снижается выводимость яиц, увеличивается эмбриональная смертность [1]. Параллельно происходят изменения в морфологии яиц, в частности, увеличивается их масса, в основном, за счет увеличения массы желтка [2]. Было высказано предположение, что возрастное снижение выводимости цыплят связано с неэффективным использованием энергии липидов эмбрионом в процессе вылупления на фоне гипоксии [3]. Одним из критических периодов инкубации является выводной период, так как в это время происходит гибель

значительной части эмбрионов. В период с 16 по 19 сутки инкубации эмбрион находится в состоянии гипоксии, так как начинают отмирать сосуды аллантоиса, а масса эмбриона непрерывно растет [4]. В период гипоксии эмбрион вынужден переходить на гликолитическое расщепление глюкозы, запасы которой у цыпленка крайне ограничены. При переходе на легочное дыхание запасы гликогена истощены, и цыпленок получает энергию в ходе окислительного фосфорилирования жирных кислот [5]. В то же время, при резком повышении использования кислорода усиливаются процессы перекисного окисления липидов и возникает окислительный стресс [6]. Для нивелирования отрицательных последствий окислительного стресса возможно применение в

этот период энергетических и антигипоксических средств, что позволяет увеличить жизнеспособность эмбрионов, использование ими питательных веществ яйца и остаточного желтка, что дает хороший старт для постнатального роста и продуктивности [7]. Наиболее точным способом введения в яйцо экзогенных биологически активных веществ является техника «*in ovo*» – инъекция в инкубируемое яйцо либо вручную, либо с помощью автоматических инъекторов [8,9].

В предыдущих исследованиях нами было установлено, что применение экзогенного L-карнитина в выводной период эмбриогенеза способствовало увеличению как выводимости цыплят, так и их живой массы на выводе [10,11]. Исходя из вышеизложенного, мы предполагаем,





Таблица 1. Морфо-биохимические показатели яиц кур Смена-9

| Показатель | Возраст птицы, дней | | |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | 230 | 270 | 320 |
| Масса яиц, г | 58,78±0,62 ^{aaa} | 63,44±1,04 ^{bb} | 67,16±0,73 ^{ccc} |
| Плотность, г/см ³ | 1,074±0,001 | 1,076±0,004 | 1,077±0,002 |
| Индекс формы | 78,22±0,62 | 76,75±0,76 | 76,60±0,85 |
| Масса к массе яйца, %: | | | |
| белок | 60,87±0,57 | 60,52±0,49 | 60,86±0,62 |
| желток | 29,93±0,54 ^{aa} | 32,12±0,37 | 32,44±0,58 ^{cc} |
| скорлупа | 9,20±0,17 ^{aaa} | 7,36±0,14 ^{bb} | 6,70±0,15 ^{ccc} |
| Отношение белок/желток | 2,04±0,05 ^a | 1,89±0,04 | 1,88±0,05 ^c |
| Толщина скорлупы, мкм | 348,4±6,47 ^a | 323,1±7,80 | 351,7±9,20 ^c |
| Содержание в желтке, мкг/г: | | | |
| витамин А | 6,82 | 5,48 | 5,45 |
| витамин Е | 360,64 | 282,60 | 340,95 |
| витамин В2 | 7,90 | 7,82 | 6,90 |
| витамин В2 в белке, мкг/г | 4,61 | 4,04 | 3,60 |
| Влага, % | 74,50 | 73,02 | 73,24 |
| Протеин в сухом веществе, % | 48,65 | 46,13 | 49,00 |
| Липиды в сухом веществе, % | 35,81 | 37,75 | 35,92 |

Различия достоверны: ^{a, aa, aaa} – между возрастaми 230 и 270 дней; ^{b, bb, bbb} – 270 и 320 дней; ^{c, cc, ccc} – 230 и 320 дней ($p < 0,05$; 0,01 и 0,001 соответственно).

что применение экзогенных энерготропных препаратов эмбрионам, развивающимся в яйцах от мясных кур старшего возраста (320 дней), когда уже наблюдается значительное снижение выживаемости, будет способствовать лучшему использованию энергии липидов на заключительной стадии процесса вылупления, а, следовательно, улучшению выживаемости и массы вылупившихся цыплят. Помимо L-карнитина, к энерготропным препаратам относятся также убихинон, осуществляющий транспорт электронов от субстрата к кислороду и входящий в дыхательную цепь [12].

Таким образом, цель работы – изучить влияние возраста родителей и морфологического состава яиц на усвоение питательных веществ эмбрионами мясных кур при использовании энерготропных препаратов в инкубационном периоде.

Материал и методика исследований. Работа была проведена на яйцах и эмбрионах кур

красса Смена-9 в возрасте матерей 230, 270 и 320 дней. От кур каждого возраста были отобраны яйца (по 430 шт.) со средней поголовью массой и выборочно проанализированы по морфологическому и биохимическому составу. Инкубация яиц проводилась в инкубатории ВНИТИП с использованием стабильного по температуре и влажности режима [13]. На 17 сутки инкубации яйца были извлечены из инкубатора, при этом из яиц с живыми эмбрионами для каждого возраста кур было сформировано по 4 группы – 2 контрольные и 2 опытные. Контрольные группы 1 – интактные, в яйца контрольных групп 2 было введено 0,5 мл/яйцо физраствора, опытных групп 3 – 0,5 мл/яйцо раствора убихинона с содержанием действующего вещества 2 мг, опытных групп 4 – 0,5 мл раствора L-карнитина с содержанием действующего вещества 2 мг. Инъекции были проведены через воздушную камеру в экстраэмбриональную жидкость.

После инъектирования яйца всех групп были переведены в выводные шкафы для дальнейшей инкубации. Выведенные цыплята были взвешены; по 10 цыплят от группы для каждого возраста кур были вскрыты через 3 ч после вывода для определения содержания протеина и липидов в теле и остаточном желтке.

Морфологический и биохимический анализ яиц и тканей тела цыплят проводили согласно методическим рекомендациям [14]. Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программного обеспечения MS Excel с использованием t-критерия Стьюдента для оценки достоверности различий между группами и возрастaми матерей.

Результаты исследований и их обсуждение. В табл. 1 представлены результаты морфологического и биохимического анализа яиц кур в трех изучаемых возрастaх. С возрастa кур достоверно увеличивалась масса яиц ($p < 0,01-0,001$). Относительная масса желтка увеличивалась статистически значимо до 270-дневного возрастa ($p < 0,01$), затем оставалась на одном уровне. Отношение белок/желток, соответственно, достоверно снижалось до 270-дневного возрастa ($p < 0,05$). С возрастa кур достоверно снижалась масса скорлупы яиц ($p < 0,01-0,001$). Необходимо отметить снижение в 270-дневном возрастa толщины скорлупы ($p < 0,05$) по сравнению с 230-дневными курами, пониженное содержание витамина Е на 27,6 и 20,6%, и протеина на 2,5 и 2,9% по сравнению с более младшими и старшими курами, соответственно.

Содержание витаминов А и В2 в яйце снижалось с возрастом кур на 20,1 и 21,9% соответственно. Снижение содержания витаминов могло быть связано как с возрастными особенностями метаболизма несушек, так и с изменением содержания их в корме.

В табл. 2 представлена выводимость яиц кур изучаемых возрастов после воздействия на них энерготропных препаратов – убихинона и L-карнитина. Выводимость яиц в обеих контрольных группах была самой высокой в возрасте кур 270 дней. Выводимость яиц, инъекцированных убихиноном в выводной период, в 270-дневном возрасте кур снижалась на 4,1%; в 230- и 320-дневном возрасте сохранялась аналогичная тенденция. Выводимость яиц, инъекцированных L-карнитином, изменялась незначительно в 230- и 270-дневном возрасте кур, а в 320-дневном возрасте повышалась на 3,6%.

В табл. 3 представлена абсолютная и относительная (в процентах от массы яиц перед инкубацией) масса суточных цыплят по группам. Живая масса цыплят линейно увеличивалась с возрастом кур. Относительная масса цыплят практически не имела отличий между возрастными группами кур, можно лишь отметить тенденцию к снижению этого показателя у цыплят от кур 270-дневного возраста. Вероятно, это могло быть связано с более низким содержанием витамина Е и протеина в содержимом яиц кур этого возраста.

Живая и относительная масса цыплят, выведенных из яиц, инъекцированных L-карнитином, не

Таблица 2. Выводимость яиц, % от заложенных яиц с живыми эмбрионами

| Группы | Возраст птицы, дней | | |
|-------------------------|---------------------|------|------|
| | 230 | 270 | 320 |
| 1. Контрольная | 93,7 | 95,3 | 92,7 |
| 2. Инъекция физраствора | 93,8 | 95,3 | 94,6 |
| 3. Инъекция убихинона | 92,4 | 91,2 | 91,1 |
| 4. Инъекция L-карнитина | 94,9 | 95,2 | 96,4 |

Таблица 3. Абсолютная (г) и относительная (%*) масса суточных цыплят

| Группы и показатели | Возраст птицы, дней | | |
|--------------------------------|--------------------------|------------|------------|
| | 230 | 270 | 320 |
| 1. Контрольная | | | |
| масса цыплят, г | 40,58±0,25 ^{ac} | 43,10±0,35 | 45,50±0,37 |
| масса цыплят, % | 69,25 | 68,47 | 69,04 |
| 2. Инъекция физраствора | | | |
| масса цыплят, г | 41,21±0,24 ^a | 42,54±0,36 | 45,72±0,34 |
| масса цыплят, % | 70,76 | 67,66 | 70,00 |
| 3. Инъекция убихинона | | | |
| масса цыплят, г | 39,85±0,24 ^b | 42,38±0,44 | 45,00±0,41 |
| масса цыплят, % | 68,12 | 66,92 | 68,59 |
| 4. Инъекция L-карнитина | | | |
| масса цыплят, г | 40,29±0,30 ^{bc} | 43,07±0,44 | 45,32±0,37 |
| масса цыплят, % | 69,01 | 68,14 | 68,57 |

Примечания. * – по отношению к массе яиц до инкубации; ^{a,b,c} – различия между одно-возрастными группами достоверны ($p < 0,05$) при отсутствии одинаковых букв в верхнем индексе.

имела статистически значимых отличий по сравнению с интактной контрольной группой ни в одном из изучаемых возрастов кур, однако наблюдалась достоверная разница по живой массе цыплят при сравнении со второй контрольной группой, инъекцированной физраствором ($p < 0,05$). Живая масса цыплят, выведенных из яиц 230-дневных кур, инъекцированных убихиноном, статистически значимо снижалась по сравнению с обеими контрольными группами ($p < 0,05$). В других возрастных группах кур наблюдалась аналогичная тенденция.

Содержание протеина в теле вылупившегося цыпленка является важным показателем эффективности использования питательных веществ яйца во время эмбриогенеза, так как аминокислоты

яичных протеинов используются не только для строительства собственных тканей тела, но и в процессе глюконеогенеза [5,15].

Содержание протеина, как в теле, так и в остаточном желтке суточных цыплят, снижалось с возрастом кур во всех группах, кроме группы, инъекцированной L-карнитином (табл. 4). Это может свидетельствовать о снижении эффективности использования протеина яиц для строительства собственных тканей тела и усилении процессов катаболизма аминокислот в процессе эмбриогенеза. При этом необходимо отметить, что в группе, инъекцированной L-карнитином, содержание протеина в теле цыплят снижалось по сравнению с контрольной группой 1 на 1,6 и 2,4% в 230- и 270-дневном воз-



**Таблица 4. Содержание протеина в теле и остаточном желтке цыплят, % в сухом веществе**

| Группы и показатели | Возраст птицы, дней | | |
|--------------------------------|---------------------|-------|-------|
| | 230 | 270 | 320 |
| 1. Контрольная | | | |
| в теле | 61,71 | 61,20 | 58,53 |
| в остаточном желтке | 48,00 | 50,34 | 39,76 |
| 2. Инъекция физраствора | | | |
| в теле | 62,26 | 60,10 | 59,93 |
| в остаточном желтке | 48,18 | 51,63 | 38,24 |
| 3. Инъекция убихинона | | | |
| в теле | 60,06 | 60,43 | 59,87 |
| в остаточном желтке | 51,18 | 46,72 | 42,26 |
| 4. Инъекция L-карнитина | | | |
| в теле | 60,09 | 58,78 | 61,29 |
| в остаточном желтке | 49,93 | 44,84 | 48,11 |

Таблица 5. Содержание липидов в теле и остаточном желтке цыплят, % в сухом веществе

| Группы и показатели | Возраст птицы, дней | | |
|--------------------------------|---------------------|-------|-------|
| | 230 | 270 | 320 |
| 1. Контрольная | | | |
| в теле | 23,77 | 26,88 | 26,71 |
| в остаточном желтке | 34,66 | 33,25 | 48,16 |
| 2. Инъекция физраствора | | | |
| в теле | 23,62 | 27,82 | 26,16 |
| в остаточном желтке | 34,01 | 33,24 | 49,11 |
| 3. Инъекция убихинона | | | |
| в теле | 24,46 | 26,54 | 25,48 |
| в остаточном желтке | 33,27 | 39,67 | 44,67 |
| 4. Инъекция L-карнитина | | | |
| в теле | 25,15 | 28,32 | 25,35 |
| в остаточном желтке | 33,69 | 40,93 | 37,67 |

расте кур, а в 320-дневном возрасте кур, напротив, повышалось на 2,8%. Данное противоречие можно объяснить избытком желтка и, соответственно, липидов в яйцах кур старшего возраста, и усилением использования жирных кислот эмбрионом для получения энергии после добавления экзогенного L-карнитина.

Содержание липидов в теле и остаточном желтке цыплят также отражает эффективность отложения и катаболизма липидов во время эмбриогенеза, что особенно важно для кур мясного направления продуктивности, так как содержание липидов в их яйцах обычно гораздо выше по сравнению с яичными курами, особенно у старших кур.

Как видно из данных, представленных в табл. 5, содержание липидов в теле цыплят обеих контрольных групп увеличилось от 230- до 320-дневного возраста кур на 2,5-2,9%. Увеличение содержания липидов в остаточном желтке в этих группах составило 13,5-15,1%. В опытных группах содержание липидов в теле цыплят от кур 230- и 320-дневного возраста находилось практически на одном уровне, тогда как в остаточном желтке возрастало на 11,4 и 4,0% в группах 3 и 4 соответственно. Следовательно, инъекции энерготропных препаратов *in ovo*, в особенности L-карнитина, способствовали интенсификации процессов окисления жирных кислот,

что согласуется с предыдущими исследованиями [10,16]. При этом необходимо отметить самое большое содержание липидов в теле суточных цыплят всех групп от кур среднего возраста. На наш взгляд, более интенсивное отложение липидов в тело цыплят наряду с меньшим отложением протеинов (табл. 4) происходило вследствие особенностей состава яиц: у кур 270-дневного возраста было низкое содержание витамина E и протеинов (табл. 1).

Закключение. Таким образом, наши исследования показали, что с возрастом кур менялся морфологический и биохимический состав яиц в сторону увеличения содержания желтка, а, следовательно, липидов, и уменьшения содержания протеинов. Инъекции убихинона негативно повлияли на выводимость яиц, которая снижалась на величину от 1,3 до 4,1%, и на относительную и абсолютную массу суточных цыплят. При инъекции L-карнитина, напротив, выводимость яиц изменялась незначительно в 230- и 270-дневном возрасте кур, а в 320-дневном возрасте кур повышалась на 3,6%. Наблюдалось снижение содержания протеинов и увеличение содержания липидов как в теле, так и в остаточном желтке суточных цыплят с возрастом кур, что может свидетельствовать о снижении эффективности использования протеина яиц в процессе эмбриогенеза. При этом инъекции L-карнитина в яйца кур старшего возраста способствовали увеличению содержания протеинов в теле цыплят на 2,8% при сохранении содержания липидов на уровне контроля.



Литература

1. Iqbal J., Khan S. H., Mukhtar N. [et al.] Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder // J. Appl. Anim. Res. - 2016. - V. 44. - P. 54-64.
2. Журавлев И.В., Долгорукова А.М., Саламатин А.В., Фисинин В.И. Интенсивность развития органов эмбрионов и неонатальных цыплят в зависимости от морфологических признаков яиц мясных кур // С.-х. биология. - 2006. - Т. 41. - №6. - С. 43-48.
3. Долгорукова А.М. Особенности использования липидов эмбрионами в зависимости от возраста матерей и относительного содержания желтка в яйце // Сб. науч. тр. ВНИТИП. - 2014. - Т. 87. - С. 114-122.
4. Moran E.T. Nutrition of the developing embryo and hatchling // Poult. Sci. - 2007. - V. 86. - P. 1043-1049.
5. De Oliveira J.I., Uni Z., Ferket P.R. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch // World's Poult. Sci. J. - 2008. - V. 64. - P. 488-499.
6. Lu J.W., Mc Murthy J.P., Coon C.N. Developmental changes of plasma insulin, glucagon, insulin-like growth factors, thyroid hormones, and glucose concentrations in chick embryos and hatched chicks // Poult. Sci. - 2007. - V. 86. - P. 673-683.
7. Ferket P.R. The potential of perinatal nutrition // Proc. XXV World's Poult. Congr. - V. 1: Invited Lecturer Papers. - Beijing, 2016. - P. 161-166.
8. Kornasio R., Halevy O., Kedar O., Uni Z. Effect of *in ovo* feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight // Poult. Sci. - 2011. - V. 90. - P. 1467-1477.
9. Zhai W., Rowe D. E., Peebles E. D. Effects of commercial *in ovo* injection of carbohydrates on broiler embryogenesis // Poult. Sci. - 2011. - V. 90. - P. 1295-1301.
10. Долгорукова А.М. Влияние экзогенного карнитина на жизнеспособность эмбрионов и рост цыплят // Птицеводство. - 2017. - №1. - С. 22-25.
11. Grozina A., Dolgorukova A. The *in ovo* application of L-carnitine during embryogenesis in meat-type chicken // Proc. XXV World's Poult. Congr. - V. 2: Abstracts. - Beijing, 2016. - P. 583.
12. Murray J., Kalantar M., Hosseini S.M., Hosseini M.R. [et al.] Effects of *in ovo* injection of coenzyme Q10 on hatchability, subsequent performance, and immunity of broiler chickens // BioMed Res. Intl. - 2019. - V. 11. - Art. ID 7167525.
13. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: метод. рекомендации / В.И. Фисинин, Л.Ф. Дядичкина, Ю.С. Голдин [и др.]. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2005. - 119 с.
14. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы: метод. рекомендации / Л.Ф. Дядичкина, Н.С. Позднякова, Т.А. Мелехина [и др.]. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2014. - 171 с.
15. Uni Z., Yadgary L., Roni Y. Nutritional limitations during poultry embryonic development // J. Appl. Poult. Res. - 2012. - V. 21. - P. 175-184.
16. Долгорукова А.М. Эффективность применения L-карнитина для стимуляции эмбриогенеза цыплят в различные сроки инкубации / Долгорукова А.М., Зотов А.А., Гупало И.М., Тищенко М.С. // Птица и птицепродукты. - 2020. - №2. - С. 14-16.

Для контакта с авторами:

Долгорукова

Анна Михайловна

E-mail: anna.dolg@mail.ru

Тищенко Мария Сергеевна

E-mail: mmihalyowa@yandex.ru

The Effects of Hen Age on the Mobilization of Egg Nutrients By Embryos of Broiler Chicken Injected *In Ovo* with Ubiquinone or L-Carnitine

Dolgorukova A.M., Tichenkova M.S.

Federal Scientific Center "All-Russian Research and Technological Institute of Poultry"
of Russian Academy of Sciences

Summary: The effects of hen age (230, 270 and 320 days) on the mobilization of egg nutrients by embryos of Smena-9 broiler chicken injected *in ovo* with ubiquinone (coenzyme Q10) or L-carnitine (2 µg per egg for treatments 3 and 4, respectively) were studied on 4 treatments of livable 17-day embryos; control treatment 1 was not injected, control treatment 2 was injected with normal saline. Injection of ubiquinone decreased hatchability of eggs (by 1.3-4.1% in compare to non-injected control) and absolute and relative (to initial egg weight) weights of hatched chicks. Injection of L-carnitine did not affect the eggs from 230- and 270-day hens though increased hatchability of eggs from 320-day hens by 3.6% in compare to non-injected control; protein content in the body of hatched chicks in this treatment was higher by 2.8% in compare to control while lipid content remained at the level of control.

Keywords: Smena-9 broiler chicken, embryogenesis, *in ovo* injections, hen age, ubiquinone, L-carnitine.