
ANIMAL HUSBANDRY

DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2021.3.20.3>

Dolgorukova A.M.^{1*}, Tishenkova M.S.², Zotov A.A.³, Gupalo I.M.⁴

^{1,2,3} All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Breeding, Sergiyev Posad, Russia;

⁴ Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Russia

* Corresponding author (anna.dolg[at]mail.ru)

Received: 19.11.2021; Accepted: 26.11.2021; Published: 15.12.2021

THE EFFECT OF THE IN OVO USE OF L-CARNITINE AND UBIQUINONE ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT OF MEAT CHICKENS

Research article

Abstract

The article presents the results of studies of the features of embryogenesis of the chickens of the Smena-9 crossbreed when using in ovo energotropic substances ubiquinone and L-carnitine. The study demonstrates that injections of ubiquinone negatively affected the hatchability of eggs decreasing it by 4.1% compared to the control group; the substance also influenced the relative and absolute weight of day-old chickens. Injections of L-carnitine contributed to the better preservation of vitamins A and E in the yolk sac and liver of chickens. Embryos receiving ubiquinone were observed to have a reduced glucose and cholesterol content in the blood a day after injection; the difference was significant with the control groups ($p < 0.05$). The relative weight of the glandular stomach of day-old chickens was higher in the group receiving ubiquinone compared with the control group ($p < 0.05$).

Keywords: Embryogenesis, injections in ovo, meat chickens, Smena-9 crossbreed, ubiquinone, L-carnitine.

Долгорукова А.М.^{1*}, Тищенко М.С.², Зотов А.А.³, Гупало И.М.⁴

^{1,2,3} Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, Сергиев Посад, Россия;

⁴ Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Россия

* Корреспондирующий автора (anna.dolg[at]mail.ru)

Получена: 19.11.2021; Доработана: 26.11.2021; Опубликована: 15.12.2021

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ L-КАРНИТИНА И УБИХИНОНА IN OVO НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ МЯСНЫХ КУР

Научная статья

Аннотация

В статье представлены результаты исследований особенностей эмбриогенеза кур кросса Смена 9 при использовании in ovo энерготропных веществ – убихинона и L-карнитина. Показано, что инъекции убихинона негативно повлияли на выводимость яиц – она снижалась на 4,1% по сравнению с контрольной группой, а также на относительную и абсолютную массу суточных цыплят. Инъекции L-карнитина способствовали лучшему сохранению в желточном мешке и печени цыплят витаминов А и Е. Эмбрионы, получавшие убихинон, имели пониженное содержание глюкозы и холестерина в крови через сутки после инъекции, разница была достоверна с контрольными группами ($p < 0,05$). Относительная масса железистого желудка суточных цыплят была выше в группе, получавшей убихинон, по сравнению с контрольной группой ($p < 0,05$).

Ключевые слова: Эмбриогенез, инъекции in ovo, мясные куры, кросс Смена 9, убихинон, L-карнитин.

1. Введение

Эмбриональный период развития является важнейшим этапом, который может определить последующую продуктивность кур. Выводной период является одним из критических в инкубации, так как значительная часть погибших эмбрионов приходится на это время. В период с 16 по 19 сутки инкубации эмбрион находится в состоянии гипоксии, так как начинают отмирать сосуды аллантоиса, при этом масса эмбриона продолжает увеличиваться [1]. Основным источником энергии в процессе развития птичьего эмбриона являются жирные кислоты, однако в период гипоксии окисление жирных кислот невозможно, и энергия вырабатывается в ходе гликолитического расщепления глюкозы, запасы которой у эмбриона крайне ограничены и запасены в виде гликогена. После проклеивания подскорлупной оболочки эмбрион переходит на легочное дыхание, и цыпленок начинает

получать энергию в ходе окислительного фосфорилирования жирных кислот [2]. В то же, время при резком повышении использования кислорода, увеличиваются процессы перекисного окисления липидов и возникает окислительный стресс [3]. Энерготропные и антигипоксические средства могут значительно уменьшить отрицательные последствия окислительного стресса, что позволит увеличить жизнеспособность эмбрионов, использование ими питательных веществ яйца, что даст хороший старт для постнатального роста и продуктивности [4]. Известным способом введения в яйцо экзогенных биологически активных веществ является техника «in ovo», представляющая собой инъекцию их в инкубируемое яйцо либо вручную, либо с помощью автоматических инъекторов [5], [6].

Одним из веществ, способствующих окислению жирных кислот является L-карнитин, который входит в состав фермента карнитинпальмитоилтрансферазы – переносчика жирной кислоты в матрикс митохондрий. Было показано, что синтез этого фермента в эмбриональном периоде ограничен [7]. В предыдущих исследованиях нами было установлено, что применение экзогенного L-карнитина в выводной период эмбриогенеза способствовало увеличению как выводимости яиц, так и живой массы цыплят на выводе [8], [9]. Помимо L-карнитина, к энерготропным препаратам относится также убихинон, осуществляющий транспорт электронов от субстрата к кислороду и входящий в дыхательную цепь [10]. Исходя из вышеизложенного, мы предполагаем, что применение экзогенных энерготропных препаратов в выводной период эмбриогенеза, будет способствовать лучшему использованию энергии липидов на заключительной стадии процесса вылупления, а, следовательно, улучшению выводимости и массы вылупившихся цыплят.

Таким образом, цель работы – изучить влияние использования энерготропных препаратов в инкубационном периоде мясных кур на усвоение питательных веществ эмбрионом, инкубационные качества яиц и живую массу вылупившихся цыплят.

2. Материалы и методы исследования

Работа была проведена на яйцах и эмбрионах кур кросса Смена 9 в возрасте матерей 270 дней. От кур каждого возраста были отобраны яйца средней массы в количестве 430 штук. Яйца были проанализированы по морфологическому и биохимическому составу. Инкубация яиц проводилась в инкубатории ВНИТИП с использованием стабильного по температуре и влажности режима [11]. На 17-е сутки инкубации яйца были извлечены из инкубатора, отобраны яйца с живыми эмбрионами и сформировано из них 4 группы – 2 контрольные и 2 опытные. Контрольная группа 1 – интактная, в контрольную группу 2 было введено 0,5 мл физиологического раствора, в опытную группу 3 было введено 0,5 мл раствора убихинона с содержанием действующего вещества 2 мг/яйцо, в опытную группу 4 было введено 0,5 мл раствора карнитина с содержанием действующего вещества 2 мг/яйцо. Инъекции были проведены на 17-е сутки инкубации через воздушную камеру в экстраэмбриональную жидкость. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта

№ гр.	Действующее вещество
К1	Интактные
К2	Инъекция физ. раствора
О1	Инъекция раствора убихинона 2 мг/яйцо
О2	Инъекция раствора карнитина 2 мг/яйцо

После инъектирования яйца были переведены в выводные шкафы для дальнейшей инкубации. Через час и через сутки после введения растворов по 10 яиц с живыми эмбрионами из каждой группы были вскрыты, у эмбрионов была взята кровь для проведения биохимических анализов. Цыплята через три часа после вывода, по 10 голов из группы, были вскрыты для оценки биохимических показателей тканей и крови.

Морфологический и биохимический анализ яиц и тканей тела цыплят проводили согласно методическим рекомендациям [12].

3. Результаты исследований

В таблице 2 представлены результаты инкубации яиц кур, подвергнутых инъектированию изучаемых препаратов в выводном периоде.

Как видно из результатов, представленных в таблице 2, выводимость яиц по группам была на одном уровне, кроме группы яиц, инъектированных убихиноном – она снижалась на 4,13% по сравнению с контрольными группами. Живая масса и относительная масса суточных цыплят в группе, получавших убихинон, была самой низкой, однако значения недостоверны.

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

Показатели	группы			
	1	2	3	4
Масса яиц до инкубации, г	62,94±0,33	62,88±0,38	63,33±0,34	63,21±0,42
Заложено яиц с живыми эмбрионами, шт.	64	64	68	62
Выводимость, в период 18-21 сут., %	95,31	95,31	91,18	95,16
Живая масса суточных цыплят, г.	43,10±0,35	42,54±0,36	42,38±0,44	43,07±0,44
Относительная масса цыплят, % к массе яйца до инкубации	68,47	67,66	66,92	68,14

Об эффективности использования эмбрионом питательных веществ яйца можно косвенно судить по степени отложения протеинов и липидов в тело вылупившегося цыпленка. В таблице 3 представлено содержание протеинов, липидов и некоторых витаминов в тканях и органах вылупившихся цыплят.

Таблица 3 – Биохимический состав тканей цыплят на выводе

Показатели	группы			
	1	2	3	4
Сухие вещества в теле, %	23,00± 0,09	23,82± 1,40	23,60± 0,28	23,23± 1,44
Сухие вещества в остаточном мешке, %	52,65	52,08	52,63	53,14
Протеин в теле, % в сухом веществе	61,20	60,10	60,43	58,78
Протеин в ост. желтке, % в сухом веществе	50,34	51,63	46,72	44,84
Липиды в теле, % в сухом веществе	26,88	27,82	26,54	28,32
Липиды в остаточном желтке, % в сухом в-ве	33,25	33,24	39,67	40,93
Вит. А в желт. меш.,мкг/г	16,86	16,37	18,89	21,58
Вит. Е в желт. меш.,мкг/г	719,36	757,81	845,5	829,59
Вит. А в печени, мкг/г	22,64	21,79	21,96	19,60
Вит. Е в печени,мкг/г	1217,18	1009,56	1012,75	961,87
Вит. В2 в желт. меш.,мкг/г	3,94	4,24	4,66	4,01
Вит. В2в печени,мкг/г	8,40	10,56	9,98	8,39

Содержание протеинов в сухом веществе как тела, так и остаточного желтка цыплят на выводе было самым низким в группе цыплят, инъецированных карнитином – на 3,62 – 5,50% ниже, по сравнению с контрольной группой 1, соответственно. Содержание липидов в теле было практически на одном уровне, содержание липидов в остаточном желтке было выше у цыплят опытных групп 3 и 4 – на 6,4 – 7,7% по сравнению с контрольной группой 1, соответственно. Можно предположить, что под воздействием экзогенных энерготропных препаратов энергетическое питание эмбрионов в выводной период осуществлялось за счет углеводов, синтезированных *de novo* из аминокислот, при уменьшении использования жирных кислот на энергетические нужды.

Содержание витаминов А и Е в желточном мешке суточных цыплят опытных групп 3 и 4 имело тенденцию к повышению. Также можно отметить пониженное содержание витамина Е в печени цыплят, инъецированных в эмбриональном периоде L-карнитином.

В таблице 4 представлены результаты вскрытия цыплят через 2-3 часа после вылупления.

Таблица 4 – Относительная масса органов цыплят на выводе, % к массе тела

Показатель	группы			
	1	2	3	4
масса тела без остаточного желтка, г	39,34±0,66	38,80±0,42	38,02±0,60	39,58±0,44
Масса органов, %:				
- остаточного желтка	17,47±1,11a	19,78±1,77ab	22,14±1,28b	20,84±1,54ab
- сердца	0,64±0,01a	0,57±0,02b	0,54±0,02b	0,57±0,02b
- печени	2,53±0,12	2,60±0,13	2,72±0,16	2,37±0,07
- железистого желудка	0,78±0,04a	0,76±0,04a	1,10±0,11b	0,96±0,10ab
- мускульного желудка	4,39±0,48	4,66±0,12	4,23±0,20	4,05±0,13
- фабрициевой сумки	0,10±0,01a	0,11±0,01a	0,09±0,01a	0,13±0,01b

Примечание: здесь и далее – ^{a,b,c}различия достоверны при отсутствии одинаковых букв в верхнем индексе, $p < 0,05; 0,01; 0,001$.

Масса остаточного желтка цыплят на выводе, инъецированных в эмбриональном периоде развития убихиноном была достоверно выше ($p < 0,05$), что может свидетельствовать о плохом его использовании в эмбриональном периоде. Относительная масса сердца была достоверно ниже в опытных группах и контрольной группе, получавшей физ. раствор, по сравнению и интактным контролем ($p < 0,05$). Вероятно, сам факт наличия инъекции и нарушения

хориоаллантоисной мембраны негативно повлиял на развитие сердца в последние дни перед вылуплением. Относительная масса железистого желудка была выше в группе, получавшей убихинон, по сравнению с контрольной группой 1 ($p < 0,05$). Аналогичные данные по увеличению массы органов желудочно-кишечного тракта и увеличению скорости постнатального роста при использовании экзогенных питательных веществ *in ovo* были неоднократно получены нами в предыдущих исследованиях [13]. Самая высокая относительная масса фабрициевой сумки была в опытной группе цыплят, инъецированных карнитином в эмбриональном периоде ($p < 0,05$ – по сравнению с другими группами), что может свидетельствовать о лучшем потенциале в развитии иммунитета у цыплят в постнатальном периоде.

В таблице 5 представлено изменение некоторых биохимических показателей в крови эмбрионов и вылупившихся цыплят.

Таблица 5 – Динамика биохимических показателей крови эмбрионов и цыплят

Показатель	группы			
	1	2	3	4
Глюкоза, ммоль/л:				
Эмбрионы 18 суток	9,11±0,58	9,28±0,20	8,94±0,52	8,45±0,26
Эмбрионы 19 суток	12,78±0,94a	12,61±1,02a	9,17±0,91b	10,39±1,49ab
Цыплята, вывод	13,11±1,06	13,27±0,91	12,04±0,47	12,87±0,51
Лактат, ммоль/л:				
Эмбрионы 18 суток	1,87±0,24	1,72±0,51	1,53±0,08	1,55±0,32
Эмбрионы 19 суток	2,12±0,27	2,08±0,19	2,62±0,17	2,54±0,30
Цыплята, вывод	1,85±0,31	1,79±0,25	1,61±0,33	1,64±0,48
Холестерин, ммоль/л				
Эмбрионы 18 суток	6,54±1,15	6,17±1,56	5,25±0,98	5,21±0,68
Эмбрионы 19 суток	8,90±0,82a	9,00±0,78a	6,51±0,51b	7,59±0,34ab
Цыплята, вывод	9,24±0,96	9,04±0,87	10,31±0,87	9,77±0,53
Триглицериды, ммоль/л				
Эмбрионы 18 суток	1,31±0,22	1,38±0,18	1,25±0,15	1,27±0,08
Эмбрионы 19 суток	1,40±0,11	1,39±0,09	1,17±0,12	1,34±0,10
Цыплята, вывод	1,18±0,10	1,12±0,13	1,08±0,08	1,10±0,05

Как видно из результатов, представленных в таблице, эмбрионы, получавшие убихинон, имели пониженное содержание глюкозы в крови через сутки после инъекции, разница была достоверна с контрольными группами 1 и 2 ($p < 0,05$). Содержание холестерина в опытных группах 19-дневных эмбрионов было также пониженным, разница была статистически значима между опытной группой 3 и обеими контрольными группами ($p < 0,05$). Данные результаты могут свидетельствовать об интенсивном расходовании запасов углеводов эмбриона и снижении транспорта жирных кислот из желтка, что могло привести к снижению выводимости яиц (табл. 2).

4. Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования показано, что L-карнитин практически не повлиял на выводимость яиц и живую массу выведенных цыплят. Убихинон же напротив, повлиял на эти показатели негативно. По результатам анализа биохимического состава тела, остаточного желтка, крови цыплят было высказано предположение, что под воздействием энерготропных препаратов, а в особенности убихинона, энергетическое питание эмбрионов в выводной период осуществлялось за счет углеводов, синтезированных *de novo* из аминокислот, при уменьшении использования жирных кислот на энергетические нужды. В то же время лучшее развитие железистого желудка у цыплят, получавших *in ovo* экзогенные вещества, может дать больший потенциал роста молодняка в постнатальный период. Кроме того, инъекции L-карнитина способствовали лучшему сохранению желточного мешка и печени цыплят витаминов А и Е.

Conflict of Interest

None declared.

Funding

The research was carried out with the financial support of RFBR No. 1021061710130-3-4-4.2.1.

Конфликт интересов

Не указан.

Финансирование

Данная работа была поддержана Министерством образования и науки Российской Федерации, госзадание № 1021061710130-3-4-4.2.1.

References

1. Moran E. T. Nutrition of the Developing Embryo and Hatchling /E. T. Moran // Poultry Science. – 2007. –V. – 86. – pp. 1043-1049.
2. De Oliveira J.I. Important metabolic pathways in poul-try embryos prior to hatch / J.I. De Oliveira, Z. Uni, P.R. Ferket //World's Poultry Science Journal.– 2008.– V. 64.– pp. 488–499.

3. Lu J. W. Developmental changes of plasma insulin, glucagon, insulin-like growth factors, thyroid hormones, and glucose concentrations in chick embryos and hatched chicks /J. W. Lu, J. P. Mc Murtry, C. N. Coon // Poultry Science. – 2007. – V. 86. – pp. 673-683.
4. Ferket P. R. The potential of perinatal nutrition /P. R.Ferket //The Proceedings of XXV World's Poultry Congress. Invited Lecture Papers. – 2016. – pp. 161-166.
5. Kornasio R. Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight /R. Kornasio, O. Halevy, O. Kedar, Z. Uni //Poultry Science. – 2011. – V. 90. – pp. 1467-1477.
6. Zhai W. Effects of commercial in ovo injection of carbohydrates on broiler embryogenesis / W. Zhai, D. E. Rowe, E. D. Peebles //Poultry Science. – 2011. – V. 90. – pp. 1295-1301.
7. Skiba-Cassy S. Chicken liver and muscle carnitine palmitoyltransferase 1: Nutritional regulation of messengers / S. Skiba-Cassy, A. Collin, P. Chartrin, F. Médale, et.al //Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & molecular biology. – 2007. – v.147. P. 278-287.
8. Долгорукова А.М. Влияние экзогенного карнитина на жизнеспособность эмбрионов и рост цыплят /А.М. Долгорукова //Птицеводство. – 2017. – № 1. – С. 22-25.
9. Grozina A. The in ovo application of L-carnitine during embryogenesis in meat-type chicken /A.Grozina, A. Dolgorukova //The Proceedings of XXV World's Poultry Congress Abstracts. – 2016. – p. 583.
10. Murray J. Effects of In Ovo Injection of Coenzyme Q10 on Hatchability, Subsequent Performance, and Immunity of Broiler Chickens /J. Murray, M. Kalantar, S. M. Hosseini, M.R. Hosseini et.al.// BioMed Research International. – 2019. doi.org/10.1155/2019/7167525
11. Дядичкина Л.Ф. Биологический контроль при инкубации яиц сельскохозяйственной птицы / Л.Ф. Дядичкина, Н.С. Позднякова, Т.А. Мелехина, И.М. Гура (Гупало) [и др.] //Методические рекомендации – Сергиев Посад: ВНИТИП, 2014. – 171 с.
12. Инкубация яиц сельскохозяйственной птицы: Методические рекомендации. Под общей редакцией В.И. Фисинина. — Сергиев По-сад: ВНИТИП, 2008. — 119 с.
13. Долгорукова А. М. Влияние пренатального кормления эмбрионов на развитие органов желудочно-кишечного тракта и скорость роста цыплят /А. М. Долгорукова, М. С. Михалева //Достижения науки и техники АПК. – 2020. – Т. 34. – №. 3. – С. 62-65.

References in English

1. Moran E. T. Nutrition of the Developing Embryo and Hatchling /E. T. Moran // Poultry Science. – 2007. –V. – 86. – pp. 1043-1049.
2. De Oliveira J.I. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch / J.I. De Oliveira, Z. Uni, P.R. Ferket //World's Poultry Science Journal.– 2008.– V. 64.– pp. 488-499.
3. Lu J. W. Developmental changes of plasma insulin, glucagon, insulin-like growth factors, thyroid hormones, and glucose concentrations in chick embryos and hatched chicks /J. W. Lu, J. P. Mc Murtry, C. N. Coon // Poultry Science. – 2007. – V. 86. – pp. 673-683.
4. Ferket P. R. The potential of perinatal nutrition /P. R.Ferket //The Proceedings of XXV World's Poultry Congress. Invited Lecture Papers. – 2016. – pp. 161-166.
5. Kornasio R. Effect of in ovo feeding and its interaction with timing of first feed on glycogen reserves, muscle growth, and body weight /R. Kornasio, O. Halevy, O. Kedar, Z. Uni //Poultry Science. – 2011. – V. 90. – pp. 1467-1477.
6. Zhai W. Effects of commercial in ovo injection of carbohydrates on broiler embryogenesis / W. Zhai, D. E. Rowe, E. D. Peebles //Poultry Science. – 2011. – V. 90. – pp. 1295-1301.
7. Skiba-Cassy S. Chicken liver and muscle carnitine palmitoyltransferase 1: Nutritional regulation of messengers / S. Skiba-Cassy, A. Collin, P. Chartrin, F. Médale, et.al //Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & molecular biology. – 2007. – v.147. P. 278-287.
8. Dolgorukova A.M. Vliyanie ekzogennoho carnitina na zhiznesposobnost' embrionov i rost cyplyat /A.M. Dolgorukova //Pticevodstvo. – 2017. – № 1. – P. 22-25. [in Russian]
9. Grozina A. The in ovo application of L-carnitine during embryogenesis in meat-type chicken /A.Grozina, A. Dolgorukova //The Proceedings of XXV World's Poultry Congress Abstracts. – 2016. – p. 583.
10. Murray J. Effects of In Ovo Injection of Coenzyme Q10 on Hatchability, Subsequent Performance, and Immunity of Broiler Chickens /J. Murray, M. Kalantar, S. M. Hosseini, M.R. Hosseini et.al.// BioMed Research International. – 2019. doi.org/10.1155/2019/7167525
11. Dyadichkina L.F. Biologicheskij kontrol' pri inkubacii yaic sel'skohozyajstvennoj pticy [Biological control during incubation of poultry eggs] /L.F. Dyadichkina, N.S. Pozdnyakova, T.A. Melekhina, I.M. Gura (Gupalo) [et al.] //Metodicheskie rekomendacii.– Sergiev Posad: VNITIP, 2014. – 171 p. [in Russian]
12. Inkubaciya yaic sel'skohozyajstvennoj pticy: Metodicheskie rekomendacii [Incubation of poultry eggs: Methodological recommendations] / edit. by V.I. Fisinina. — Sergiev Po-sad: VNITIP, 2008. — 119 p. [in Russian]
13. Dolgorukova A. M. Vliyanie prenatal'nogo kormleniya embrionov na razvitie organov zheludochno-kishechnogo trakta i skorost' rosta cyplyat [Influence of prenatal feeding of embryos on the development of the gastrointestinal tract and the growth rate of chickens] /A. M. Dolgorukova, M. S. Mihaleva //Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2020. – Vol. 34. – №. 3. – P. 62-65. [in Russian]