

---

## ANIMAL HUSBANDRY

---

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

Dolgorukova A.M.<sup>1\*</sup>, Tishenkova M.S.<sup>2</sup>, Zotov A.A.<sup>3</sup>, Gupalo I.M.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> All-Russian Scientific Research and Technological Institute of Poultry Breeding, Sergiyev Posad, Russia;

<sup>4</sup> 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.<sup>1\*</sup>, Тищенко М.С.<sup>2</sup>, Зотов А.А.<sup>3</sup>, Гупало И.М.<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, Сергиев Посад, Россия;

<sup>4</sup> 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 эмбрионами 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 – <sup>a,b,c</sup>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.

#### Конфликт интересов

Не указан.

#### Funding

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

#### 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: VNI TIP, 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: VNI TIP, 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]