

УДК 636.5.033.087.7.064.6

DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.3.62-68

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ ДОБАВОК ВИТАМИНОВ Е И С У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ: ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА, СОДЕРЖАНИЕ МИКРО- И МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ

¹Микулец Ю.И., ²Ушаков А.С.

¹ *Московский гуманитарно-экономический университет, Москва;* ² *ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФИЦ животноводства – ВИЖ им. ак. Эрнста, Калужская обл., Боровск, Российская Федерация*

Исследовали влияние разных доз добавки витамина Е в группах цыплят-бройлеров с повышенным фоном аскорбиновой кислоты (АК) в рационе на зоотехнические показатели и распределение в органах микроэлементов. Опыт проведен на 6 группах цыплят кросса «Смена-4» по 100 голов в каждой. Контрольная группа получала основной рацион (ОР), сбалансированный по всем питательным веществам. К ОР пяти опытных групп добавляли по 50 мг АК, а в 1, 2, 3, 4 и 5 группах дополнительно витамин Е в количестве 10, 25, 50, 100 и 150 мг/кг корма соответственно (6-я группа - контроль). При добавке разных доз витамина Е к рациону с повышенным фоном АК в период 28-47 дней среднесуточный прирост живой массы увеличивался при больших дозах добавки ($P < 0.05$ в 5-й группе против контроля), а в период 1-28 дней прироста были на уровне контрольной группы с тенденцией к снижению в 5-й группе. В 47-сут. возрасте в 5-й группе отмечено снижение против контроля содержания меди в сердце. Корреляционный анализ индивидуальных значений содержания микро- и макроэлементов в органах цыплят 47-сут возраста выявил положительную взаимосвязь между концентрацией железа (мкг/г ткани) в сердце (y) и в печени (x) ($y = 5,1 + 0,72x$, $r = 0,67$, $P < 0,01$) и между концентрацией кальция (y , мг/г ткани) и железа (x , мкг/г ткани) в сердце ($y = 0,16 + 0,02x$, $r = 0,54$, $P < 0,01$). Т.е. при вариации соотношения витаминов Е и С в рационе наблюдались однонаправленные сдвиги содержания некоторых микроэлементов в органах и тканях. Заключение, что применение большой дозы витамина Е (150 мг/кг корма) на фоне повышенного уровня витамина С (50 мг/кг корма) в рационе оказывает ростстимулирующее действие в период дорастивания (28-42 сут.), тогда как у молодняка цыплят (1-27 сут.) возможен ростингибирующий эффект.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовые добавки, витамин Е, сердце, микроэлементы в органах.

Проблемы биологии продуктивных животных. 2021. 3: 62-68.

Введение

Повышение продуктивности животных во многом зависит от уровня витаминно-минерального питания. Железо, как один из наиболее важных микроэлементов, играет ключевую роль для активности ферментов, участвующих в биосинтезе гема, а также непосредственно участвует в переносе электронов в дыхательной цепи, при этом участие железа в биохимических процессах в значительной степени определяется эффектами взаимодействия его с витаминами Е и С (Терруан, 1969; Chen, Thacker, 1986; Авцын и др., 1991; Bartov, Kanner, 1996).

Известно, что под действием аскорбиновой кислоты (АК) количество железа (Fe) в плазме крови снижается на 1/3 от нормального уровня, при одновременном введении Fe и АК в рацион количество гемоглобина в плазме повышается до нормы, а при даче одного Fe эффект отсутствует (Шабалов, Маркова, 1993). В свою очередь, торможение биосинтеза АК *in vitro* является одним из наиболее ранних проявлений недостаточности витамина Е (Надилов, 1991; Ребров, 1993). В начале 50-х гг было показано, что добавление к ОР 10 мг альфа-токоферола способствовало повышению

содержания аскорбиновой кислоты в надпочечниках на 80%, в селезенке – на 57 и в печени – на 43 (Cimino, Bernardini, 1951). Механизмы взаимосвязи железа и витамина Е ещё полностью не установлены. Ряд проявлений можно объяснить способностью витамина Е поддерживать необходимое соотношение закисного и окисного железа в тканях, либо влиять на распределение железа в организме. Такую же роль выполняет и аскорбиновая кислота (Иваненко, 1970). В частности, особый интерес представляет изучение этих эффектов на цыплятах-бройлерах, у которых обнаружены резкие изменения в метаболизме витамина Е, особенно в первый период выращивания (Микулец, 1996; Ионов, Сурай, 1998). Также установлено, что содержание железа в рационе птицы обычно превышает норму в 2-4 раза, а витамины Е и С могут снижать его токсичность в организме.

Целью данной работы было изучение эффектов введения в рацион с повышенным содержанием витамина С добавки разных доз витамина Е на зоотехнические показатели и распределение некоторых биоэлементов в организме цыплят-бройлеров.

Материал и методы

Эксперименты были проведены на 6 группах (по 100 гол в каждой) цыплят-бройлеров кросса «Смена-4» в условиях Могилевской бройлерной птицефабрики. Контрольная группа (6-я) получала основной рацион (ОР) согласно типовым технологическим нормам, а опытные группы получали дополнительно к ОР 50 мг/кг АК и, кроме того, 1-я, 2-я, 3-я, 4-я и 5-я группы ещё 10, 25, 50, 100 и 150 г/кг витамина Е (в пересчёте на чистое вещество). В 47-сут. возрасте цыплят декапитировали по 5 голов в группе и в полученном биологическом материале (сердце и другие органы) определяли железо методом атомно-абсорбционной пламенной спектрофотометрии (на ААС-30), витамины А и Е – методом ВЭЖХ (Милихром-2), аскорбиновую и дегидроаскорбиновую кислоту (витамин С), продукты перекисного окисления липидов: малондиальдегиды (МДА) и диеновые конъюгаты (ДК), а также активность каталазы – спектрофотометрически с использованием СФ-26.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали, что при добавке разных доз витамина Е к рациону с повышенным фоном АК в период 28-17 дней среднесуточный прирост живой массы увеличивался при больших дозах добавки ($P < 0.01$ в 5-й группе против контроля), а в период 1-28 дней прироста были на уровне контрольной группы с тенденцией к снижению в 5-й группе (табл. 1). Концентрация железа в сердце во всех опытных группах была выше контроля в 1,1-1,6 раза. Добавка витамина Е к основному рациону в количестве 25 и 50 мг/кг корма привела к снижению концентрации железа в сердце на 20-50% (табл. 2). При этом снижение концентрации меди в сердце составило соответственно в 1,65; 2,04; 2,35 и 1,42 раза. По мере увеличения уровня витамина Е в рационе (4 и 5 группы), концентрация меди восстанавливалась.

Ранее при исследовании влияния различных концентраций ферроиона и аскорбата на пероксидацию *in vitro* и связывание лекарств в тканевых препаратах (мозговой кортекс, печень) было показано, что наибольший пероксидантный эффект на мембраны мозга и печени отмечен для смеси 0,01 мМ Fe^{2+} и 0,5 мМ аскорбата (Дудин, 2004). При этой комбинации церебральные мембраны более чувствительны к ПОЛ, по сравнению с печеночными. Периферические бензодиазепиновые рецепторы печени оказываются более поражаемыми, чем центральные бензодиазепиновые рецепторы церебрального кортекса.

В условиях окислительного стресса за счёт воздействия аскорбинатом при низких концентрациях железа происходит снижение трансмембранного потенциала и набухание митохондрий, что сопровождается пониженной способностью этих органелл аккумулировать Ca^{2+} . В связи с тем, что циклоспорин А (ингибитор Ca^{2+} -зависимой поры) снимает этот эффект, повреждение внутренней мембраны митохондрий происходит за счёт индукции Ca^{2+} -зависимой поры. Эффекты влияния витамина Е при этом не испытывались.

Вместе с тем известно, что при некрозе и апоптозе может иметь значение Ca^{2+} -зависимая, чувствительная к циклоспирину А пора; она может открываться лишь на короткое время. Цикл открытия/закрытия поры может не нарушать энергетического сопряжения в митохондриях печени, ввиду окисления НАДН по внешнему пути, шунтирующем два первых пункта энергетического сопряжения, вследствие набухания митохондрий, которые в иных условиях экзогенный НАДН не окисляют. Показано, что ионы кальция в концентрациях до 5×10^{-7} М активируют синтез АТФ на внутренней мембране митохондрий. Явный ингибирующий эффект на окислительное фосфорилирование проявляют ионы кальция в концентрациях до 5×10^{-6} М. При инкубации гепатоцитов в бескальциевой среде отмечаются наибольшие потери α -токоферола с усилением образования α -токоферилхинона, тогда как в обогащённой кальцием среде только 3% потерь α -токоферола переходит в α -токоферил-п-хинон.

Таблица 1. Зоотехнические показатели цыплят-бройлеров, получавших рацион с разным уровнем витамина Е на повышенном фоне аскорбиновой кислоты

Возраст, сут	Группы					
	1(10)#	2(25)	3(50)	4(100)	5(150)	6 (контроль.)
Живая масса, г ($M \pm m$, $n=100$)						
1	41,06 $\pm$ 0,3	41,06 $\pm$ 0,3	41,06 $\pm$ 0,3	41,16 $\pm$ 0,3	41,06 $\pm$ 0,3	41,06 $\pm$ 0,3
28	706 $\pm$ 10	733 $\pm$ 13	820 $\pm$ 7	830 $\pm$ 10	670 $\pm$ 21*	846 $\pm$ 16
47	1418 $\pm$ 26	1525 $\pm$ 27	1571 $\pm$ 20	1611 $\pm$ 17	1629 $\pm$ 8*	1560 $\pm$ 8
Среднесуточный прирост, г/сут						
1-28	23,8 $\pm$ 0,1	24,7 $\pm$ 0,1	27,8 $\pm$ 0,1	28,2 $\pm$ 0,1	22,4 $\pm$ 0,1*	28,8 $\pm$ 0,1
28-47	42,7 $\pm$ 0,2	46,9 $\pm$ 0,2	44,8 $\pm$ 0,2	46,4 $\pm$ 0,2	55,7 $\pm$ 0,3*	42,8 $\pm$ 0,3
1-47	31,4 $\pm$ 0,3	33,7 $\pm$ 0,3	34,7 $\pm$ 0,3	35,5 $\pm$ 0,3	35,9 $\pm$ 0,2	34,4 $\pm$ 0,2
Затраты корма, кг/кг прироста						
1-28	1,65	1,71	1,89	1,98	2,00	1,85
28-47	1,55	1,66	1,78	1,81	1,88	1,74
1-47	1,84	1,909	2,09	2,12	2,20	2,05
Сохранность, %						
47	99 ¹	99	98	98	99 ¹	98
Масса потрошённой тушки, г						
47	1010	1020	970	1000	1140	1000
Убойный выход, %						
47	71,23	66,90	61,74	62,07	70,00	64,10

Примечания: здесь и далее в таблицах: # – доза добавки витамина Е, мг/кг корма; * $P < 0,05$ при сравнении: с контролем.

Таблица 2. Динамика концентрации Fe, Cu, Zn, Ca и Mg, в сердце у цыплят-бройлеров 47-сут. возраста в зависимости от дозы добавки витамина Е при повышенном фоне содержания аскорбиновой кислоты в рационе ($M \pm m$, $n=5$)

Группы	Концентрация элементов в сырой ткани				
	Железо мкг/г	Медь мкг/г	Цинк мкг/г	Кальций мг/г	Магний мг/г
1	47,0 $\pm$ 3,7	5,11 $\pm$ 0,62	19,9 $\pm$ 1,2	0,98 $\pm$ 0,15	2,13 $\pm$ 0,12
2	32,5 $\pm$ 1,6	3,48 $\pm$ 0,23	15,1 $\pm$ 0,7	0,50 $\pm$ 0,13	2,65 $\pm$ 0,23
3	31,2 $\pm$ 1,7	2,50 $\pm$ 0,37	15,5 $\pm$ 1,3	0,75 $\pm$ 0,09	1,89 $\pm$ 0,19
4	47,7 $\pm$ 6,9	4,71 $\pm$ 0,85	22,1 $\pm$ 1,9	1,52 $\pm$ 0,23	2,15 $\pm$ 0,09
5	63,8 $\pm$ 5,1	3,81 $\pm$ 0,19*	20,1 $\pm$ 0,4	1,65 $\pm$ 0,27	2,50 $\pm$ 0,32
6 (контроль)	57,34 $\pm$ 8,9	5,87 $\pm$ 0,54	34,1 $\pm$ 2,6	1,74 $\pm$ 0,26	2,28 $\pm$ 0,19

При корреляционном анализе совокупности индивидуальных значений содержания микро- и макроэлементов в органах по шести группам цыплят 47-сут. возраста выявлена положительная взаимосвязь между концентрацией железа (мкг/г ткани) в сердце (y) и в печени (x) ($y = 5,1 + 0,72x$, $r = 0,67$, $P < 0,01$) и между концентрацией кальция (y , мг/г ткани) и железа (x , мкг/г ткани) в сердце ($y = 0,16 + 0,02x$, $r = 0,54$, $P < 0,01$). Это даёт основание предполагать, что при вариации соотношения витаминов Е и С в рационе происходили однонаправленные сдвиги содержания некоторых микроэлементов в органах и тканях.

Представляет интерес и тенденция взаимосвязи уровней меди и цинка в сердце под влиянием различного уровня витамина Е с повышенным фоном витамина С в ОР у цыплят в 47-сут. возрасте (табл. 3),

Таблица 3. Концентрация Fe, Cu, Zn, Ca и Mg, в разных органах и тканях в зависимости от содержания витамина Е в рационе у цыплят-бройлеров 47-сут. возраста ($M \pm m$, $n=5$)

Органы и ткани	Группы	Концентрация элементов в сырой ткани				
		Железо мкг/г	Медь мкг/г	Цинк мкг/г	Кальций мг/г	Магний мг/г
Печень	1(10)	52,9±3,3	4,34±0,33	21,7±0,3	2,17±1,05	2,35±0,11
Ст. киш.		24,8±2,7	2,23±0,15	15,7±0,7	1,54±0,32	1,87±0,11
Сердце		47,0±3,7	5,11±0,62	19,9±1,3	0,98±0,15	2,13±0,12
Селезенка		74,3±5,9	2,74±0,33	16,8±0,7	0,75±0,23	1,93±0,12
Печень	2(25)	48,6±2,2	3,71±0,25	29,4±5,2	0,61±0,09	2,08±0,27
Ст. киш.		18,4±1,4	1,86±0,18	17,2±1,4	1,52±0,15	2,11±0,06
Сердце		32,5±1,7	3,48±0,23	15,1±0,7	0,50±0,13	2,65±0,23
Селезенка		62,8±4,9	1,42±0,12	15,3±0,8	0,96±0,27	1,82±0,06
Печень	3(50)	41,9±2,4	2,86±0,17	19,1±0,8	0,87±0,21	2,12±0,14
Ст. киш.		20,8±3,0	1,65±0,11	15,1±0,6	0,74±0,08	1,91±0,13
Сердце		31,2±1,7	2,50±0,37 ³	15,5±1,3	0,75±0,09	1,89±0,19
Селезенка		70,6±7,2	3,19±0,64	16,9±0,9	0,99±0,16	2,25±0,24
Печень	4(100)	59,3±8,0	4,11±0,46	24,2±1,8	2,92±1,02	2,94±0,35
Ст. киш.		36,3±2,8	2,86±0,43	19,1±1,2	2,28±0,52	2,33±0,13
Сердце		47,8±6,9	4,71±0,85	22,0±1,9	1,52±0,23	2,15±0,09
Селезенка		88,9±8,7	2,50±0,51	18,9±1,9	1,40±0,15	2,18±0,13
Печень	5(150)	70,6±5,5	4,75±0,45	32,5±4,3	1,27±0,07	2,49±0,13
Ст. киш.		53,1±14,4	2,26±0,20	19,7±2,2	1,13±0,14	2,10±0,17
Сердце		63,8±5,1	3,81±0,19	20,0±0,4	1,65±0,27	2,50±0,32
Селезенка		140,2±13,8	2,05±0,17	21,9±1,7	1,42±0,21	2,61±0,22
Печень	6 (кон-троль)	62,6±11,3	4,71±0,33	30,2±2,7	0,87±0,10	1,81±0,10
Ст. киш.		31,8±4,2	3,37±0,25	29,9±1,6	1,89±0,25	2,49±0,23
Сердце		57,3±8,7	5,87±0,54 ⁵	34,1±2,6	1,74±0,26	2,28±0,19
Селезенка		86,9±11,6	4,53±0,71	27,9±2,2	1,05±0,22	1,92±0,10

Примечание: ст. киш. – стенка кишечника.

Содержание меди в печени в опытных группах не изменяется, а в стенке тонкого кишечника, сердце и селезенке снижается на 30-50% ($P < 0,05$) по сравнению с контролем. По-видимому, витамин Е играет регуляторную роль в обмене меди и цинка параллельно с аскорбиновой кислотой и как антиоксидант процессов ПОЛ в сердечной мышце, на что указывает ряд как отечественных, так и зарубежных учёных.

Эти эффекты могут быть обусловлены стимуляцией превращения поступающего альфа-токоферола в альфа-токоферилхинон в присутствии витамина С, который расходовался на тушение окислительного стресса при повышенном железе в печени и сердце, что подтверждается как

нашими (Микулец, 2004; Дудин, 2004), так и зарубежными исследованиями (Pascos, Reed, 1987; Chen, Thacker, 1987; Retsky, Frei, 1995). При этом активность каталазы, концентрация малондиальдегида и диеновых конъюгатов в крови и печени цыплят в группах возрастала в сравнении с контролем (Микулец, 2004). По-видимому, аскорбиновая кислота вместе с витамином Е способствует более высокому усвоению железа из основного рациона, а также его мобилизации из печени (депо) и быстрому расходованию токоферолов на предотвращение процессов перекисного окисления липидов в организме цыплят 47 сут возраста.

Заключение

При использовании разных доз добавки витамина Е на фоне повышенного уровня витамина С в рационе (50 мг/кг корма) в условиях опыта, проведенного на цыплятах-бройлерах кросса «Смена-4», выявлено ростстимулирующее действие большой дозы добавки витамина Е (150 мг/кг корма) в период доращивания (28-42 сут.), тогда как у молодняка цыплят (1-27 сут.) наблюдался ростингибирующий эффект. Корреляционный анализ индивидуальных значений содержания микро- и макроэлементов в органах цыплят 47-сут возраста шести подопытных групп показал, что при вариации соотношения витаминов Е и С в рационе наблюдались однонаправленные сдвиги содержания некоторых микроэлементов в органах и тканях.

Список литературы

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. М.: Медицина, 1991, 496 с.
2. Ионов И.А., Сурай П.Ф., Сахацкий Н.И. Формирование антиоксидантного статуса птиц в эмбриогенезе. // Материалы IV междунар. научно-практ. конф. «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства». Горки: Белорусская СХА, 1998. С. 154-159
3. Микулец Ю.И. Взаимосвязь витамина Е и железа у цыплят-бройлеров в онтогенезе: автореф. дисс.... к.б.н. Боровск. 1996, 27 с.
4. Микулец Ю.И., Цыганов А.Р., Тищенко А.Н., Фисинин В.И., Егоров И.А. Биохимические и физиологические аспекты взаимодействия витаминов и биоэлементов. Сергиев Посад: ВНИТИП, 2004. 192 с.
5. Надиров Н.К. Токоферолы и их применение в медицине и сельском хозяйстве. М.: Наука, 1991, 336 с.
6. Ребров Н.Н. Совершенствование критериев А- и Е-витаминной обеспеченности цыплят-бройлеров и мясных кур: автореф. дисс.... к.б.н. Сергиев Посад, 1993. 23 с.
7. Терруан Т. Взаимодействие витаминов. М.: Мир, 1969, 372 с.
8. Шабалов Н.П., Маркова И.В. Антибиотики и витамины в лечении новорожденных. Санкт-Петербург: Сотис, 1993. 255 с.
9. Bartov I., Kanner J. Effect of high levels of dietary iron, iron injection, and dietary vitamin E on the oxidative stability of turkey meat during storage. // Poult. Sci. 1996. Vol. 75. P. 1039-1046.
10. Chen L.H., Thacker R.R. Effects of dietary vitamin e and high level of ascorbic acid on iron distribution in rat tissues. // Intern. J. Vit. Nutr. Res. 1986. Vol. 56. nr 3. P. 253-258.
11. Chen L.H., Thacker R.R. Effect of ascorbic acid and vitamin E on biochemical changes associated with vitamin E deficiency in rats. // Intern. J. Vit. Nutr. Res. 1987. Vol. 57. P.385-390.
12. Pascos G.A., Reed D.J. Relationship between cellular calcium and vitamin E metabolism during protection against cell injury. // Arch. Biochem. Biophys. 1987. Vol. 253. nr 2. P. 287-296.
13. Retsky K.L., Frei B. Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid - peroxidation in human low-density-lipoprotein. // Biochim. Biophys. Acta - Lipids and Lipid Metabolism. 1995. nr 1257. P. 3279-3287.

References (for publications in Russian)

1. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. *Mikroelementozy cheloveka*. (Human microelementosis). Moscow: Meditsina Publ., 1991, 496 p.
2. Ionov I.A., Surai P.F., Sakhatskii N.I. [Formation of the antioxidant status of birds during embryogenesis]. *Mat. IV mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva»*. (Mat. IV Int. Conf. "Actual problems of intensive development of animal husbandry"). Gorki: Belarus. Agricult. Acad. Publ., 1998. P. 154-160.
3. Mikulets Yu.I. *Vzaimosvyaz' vitamina E i zheleza u tsyplyat-broilerov v ontogeneze* (Relationship of vitamin E and iron in broiler chickens in ontogenesis). Extended Abstr. Diss. Cand. Sci. Biol. Borovsk, 1996, 27 p.
4. Mikulets Yu.I. Ziganov A.R., Tishenkov A.N., Fisinin V.I., Egorov I.A. *Biokhimicheskie i fiziologicheskie aspekty vzaimodeistviya vitaminov i bioelementov* (Biochemical and physiological aspects of the interaction of vitamins and bioelements). Sergiev Posad: VNITIP Publ., 2004. 192 p.
5. Nadirov N.K. *Tokoferoly i ikh primeneniye v meditsine i sel'skom khozyaistve* (Tocopherols and their use in medicine and agriculture). Moscow: Nauka, 1991. 336 p.
6. Rebrov N.N. *Sovershenstvovanie kriteriev A i E-vitaminnoi obespechennosti tsyplyat-broilerov i myasnykh kur* (Improvement of the criteria for A- and E-vitamin provision of broiler chickens and meat hens). Extended Abstr. Diss. Cand. Sci. Biol. Sergiev Posad, 1993. 23 p.
7. Shabalov N.P., Markova I.V. *Antibiotiki i vitaminy v lechenii novorozhdennykh* (Antibiotics and vitamins in the treatment of newborns). St. Petersburg: Sotis, 1993, 255 p.
8. Terruan T. *Vzaimodeistvie vitaminov* (Interaction of vitamins). Moscow: Mir Publ., 1969. 372 p.

DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.3.62-68

Age features of the effect of vitamin E and C supplements in broiler chicken: growth rate, content of micro- and macroelements in organs and tissues

¹Mikulets Yu.I., ²Ushakov A.S.

¹Moscow University for Humanities and Economics, Moscow; ²Institute of Animal Physiology, Biochemistry and Nutrition - Branch of Ernst Federal Research Center of Animal Husbandry, Kaluga oblast, Borovsk, Russian Federation

ABSTRACT. The effect of different doses of vitamin E supplements in broiler chickens with an increased background of ascorbic acid (AA) in the diet on zootechnical parameters and content of microelements in organs was investigated. The experiment was carried out on 6 groups of chickens of the Smena-4 cross, 100 heads each. The control group was fed a standard diet (SR) balanced in all nutrients. To the SR for five experimental groups, 50 mg AA/kg feed was added, and in groups 1, 2, 3, 4, and 5, additional vitamin E was added at the amount of 10, 25, 50, 100, and 150 mg/kg feed, respectively (6th group, control). With the addition of different doses of vitamin E to the diet in the period of 28-47 days, the average daily live weight gain increased with large doses of the supplement ($P < 0.05$ in the 5th group vs control), and in the period 1-28 days the live weight gains were at the level of the control groups with a downward trend in the 5th group. At the age of 47th day, in 5th group a decrease vs control was noted of the copper level in the heart. Correlation analysis of individual values of the content of micro- and macroelements in the organs of chickens on the 47th day of age revealed a positive relationship between the concentration of iron ($\mu\text{g/g}$ of tissue) in the heart (y) and in the liver (x) ($y = 5.1 + 0.72x$, $r = 0.67$, $P < 0.01$) and between concentration of calcium (y , mg/g) and iron (x , $\mu\text{g/g}$) in the heart ($y = 0.16 + 0.02x$, $r = 0.54$, $P < 0.01$). That is to say, with a variation in the ratio of vitamins E and C in the diet, unidirectional shifts in the content of some microelements in organs and tissues were observed. Concluded that the use of a large dose of vitamin E (150 mg/kg of feed) on the background of an increased level of vitamin C (50 mg/kg of feed) in the diet has a growth-stimulating effect during the rearing period (28-42 days), while in young chickens (1-27 days), a growth-inhibiting effect is possible.

Keywords: broiler chickens, feed additives, vitamin E, vitamin C, live weight gains, trace elements in organs.

Problemy biologii productivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2021, 3: 62-68.

Поступило в редакцию: 03.08.2021

Получено после доработки: 13.09.2021

Микулец Юрий Иванович, д.б.н., проректор, моб. тел.: 8(903)783-60-67; ymikulets@mail.ru;
Ушаков Александр Сергеевич, к.б.н., с.н.с., тел. 8(48438)4-30-02; asu2004@bk