

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ И СОДЕРЖАНИЕ Fe, Cu,
Zn, Ca, Mg ВО ВНУТРЕННИХ ОРГАНАХ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ РАЦИОНОВ
С ДОБАВКОЙ ВИТАМИНА E И РАЗНЫМ УРОВНЕМ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

Микулец Ю.И.

*Московский гуманитарно-экономический университет,
Москва, Российская Федерация*

Цель работы – изучить биохимические и зоотехнические эффекты действия добавок витамина E в рационах на фоне повышенного уровня аскорбиновой кислоты (АК) у цыплят-бройлеров. Опыт проведен на 6 группах цыплят (n=100 в каждой) кросса «Смена-4». Контрольная группа получала стандартный сбалансированный рацион (ОР). В рационы пяти опытных групп добавляли 50 мг АК и дополнительно витамин E в количестве 10, 25, 50, 100 или 150 мг/кг корма. Установили, что добавка витамина E к рациону с повышенным фоном АК увеличивает среднесуточный прирост, живую массу и убойный выход у 47-суточных цыплят-бройлеров. Концентрация железа в печени, тонком кишечнике, сердце и селезенке опытных групп у этих цыплят была выше, чем в контрольной группе (P<0,01). Содержание железа в этих органах снижалось на 20-50% при добавке витамина E в дозе 25 и 50 мг/кг корма P, а в более высоких дозах (100 и 150 мг/кг корма) оно повышалось. Содержание меди в стенке тонкого кишечника, сердце и селезенке цыплят снижалось против контроля на 30-60% при добавке витамина E в количестве 50 мг чистого вещества на 1 кг корма (P<0,01). Содержание цинка в стенке тонкого кишечника, в сердце и селезенке повышалось в четырех группах, начиная со второй (P<0,01). Заключение, что добавки витамина E к рациону с повышенным уровнем аскорбиновой кислоты увеличивают у цыплят-бройлеров усвоение железа из рациона, мобилизацию его из печени и расходование токоферолов на предотвращение процессов перекисного окисления липидов, что приводит к повышению мясной продуктивности.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, витамин E, аскорбиновая кислота, содержание микроэлементов во внутренних органах, продуктивные показатели

Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 1: 32-39

Введение

Повышение продуктивности с.-х животных во многом зависит от уровня витаминно-минерального питания. Удовлетворение потребности животных в биоэлементах обеспечивает оптимальный уровень этих веществ в рационах и доступностью их для усвоения в организме. Железо, как один из наиболее важных микроэлементов в любом живом организме, играет ключевую роль для активности ферментов, участвующих в биосинтезе гема, а также непосредственно участвует в переносе электронов в дыхательной цепи (Узбеков, 2014, 2015). Однако роль железа в биохимических процессах зависит и от эффектов взаимодействия с витаминами E и C (Терруан, 1969; Chen et al., 1986, 1987; Авцын, и др. 1991; Bartov et al., 1996).

Известно, что под действием аскорбиновой кислоты (АК) количество железа (Fe) в плазме крови снижается на 1/3 от нормального; при введении Fe и АК количество

гемоглобина в плазме повышается до нормы, а при даче одного Fe эффект отсутствует (Шабалов и др. 1993). В свою очередь, торможение биосинтеза АК *in vitro* является одним из наиболее ранних проявлений недостаточности витамина E (Надиров, 1991; Ребров, 1993). В наших работах (Микулец, 1996, 2003; Микулец и др., 2002, 2004, 2010) было показано, что при добавлении к ОР 10 мг альфа-токоферола наблюдается повышение содержания аскорбиновой кислоты в надпочечниках на 80, в селезенке – на 57 и в печени — на 43% от контроля. Механизмы взаимосвязи железа и витамина E ещё полностью не установлены. Ряд проявлений можно, например, объяснить способностью витамина E поддерживать необходимое соотношение закисного и окисного железа в тканях, либо влиять на распределение железа в организме. Такую же роль выполняет и аскорбиновая кислота (Дудин, 2001; Тырсин и др. 2013; Микулец, 2015). В частности, особый интерес представляет изучение этой взаимосвязи на цыплятах-бройлерах, у которых обнаружены резкие изменения в метаболизме витамина E, особенно в первый период выращивания (Иваненко, 1970; Микулец, 1996, 2003; Микулец и др. 2002, 2004, 2010). Также установлено, что содержание железа в рационе птицы обычно превышает норму в 2-4 раза, а витамины E и C могут снижать его токсичность в организме.

Цель данной работы – изучить зоотехнические эффекты и распределение биоэлементов Fe, Cu, Zn, Ca, Mg в организме цыплят-бройлеров при использовании добавок витамина E на фоне повышенного содержания аскорбиновой кислоты в рационе.

Материал и методы

Эксперименты были проведены на 6 группах (по 100 гол в каждой) цыплят-бройлеров кросса «Смена-4» в условиях Могилевской бройлерной птицефабрике. Контрольная группа (б-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 еще 10, 25, 50, 100 и 150 мг/кг витамина E соответственно (в пересчете на чистое вещество). В 47-сут. возрасте цыплят декапитировали по 5 голов в группе и в полученном биологическом материале (кровь, печень, стенка тонкого отдела кишечника, сердце и селезенка) определяли содержание железа, меди, цинка, кальция и магния с использованием атомно-абсорбционной пламенной спектрофотометрии (на ААС-30).

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что концентрация железа в печени, стенке тонкого кишечника, сердце и селезенке цыплят во всех опытных группах была выше контроля в 1,1-1,6 раза (табл. 1).

Добавка к основному рациону витамина E в количестве 25 и 50 мг чистого вещества на 1 кг корма привела к снижению концентрации железа в указанных органах на 20-50% (табл. 1). Более высокие уровни (4 и 5-я гр.) вдвое увеличивали его, а концентрация витамина E в печени при этом даже несколько снижалась. Наиболее сильное уменьшение концентрации меди наблюдается у цыплят 3 гр. по сравнению с контролем. При этом снижение концентрации меди в печени, стенке тонкого кишечника, сердце и селезенке составило соответственно в 1,65; 2,04; 2,35 и 1,42 раза. По мере увеличения уровня витамина E в рационе (4 и 5 гр.), концентрация меди восстанавливалась.

При изучении влияния различных концентраций ферроиона и аскорбата на пероксидацию *in vitro* и связывание лекарств различными мембранными препаратами (мозговой кортекс, печень) было установлено, что наиболее активной пероксидативной смесью для мембран мозга и печени является смесь 0,01 мМ Fe²⁺ и 0,5 мМ аскорбата (Ионов и др., 1998). При этой комбинации церебральные мембраны более чувствительны к ПОЛ, по сравнению с печёночными. Периферические бензодиазепиновые рецепторы печени оказываются более поражаемыми, чем центральные бензодиазепиновые рецепторы

церебрального кортекса. В условиях окислительного стресса при низких концентрациях железа происходит снижение трансмембранного потенциала и набухание митохондрий за счёт воздействия аскорбинатом, 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. Возможности витамина Е при этом не испытывались.

Таблица 1. Концентрация Fe, Cu, Zn, Ca и Mg во внутренних органах у цыплят-бройлеров 47-сут. возраста при скормливаниях рационов с добавкой витамина Е и разным уровнем аскорбиновой кислоты ($M \pm m$, $n=5$)

Органы	Группы	Концентрация элементов в сырой ткани				
		Железо мкг/г	Медь мкг/г	Цинк мкг/г	Кальций мг/г	Магний мг/г
Печень	1	52,86±3,32	4,34±0,33	21,68±0,26	2,17±1,05	2,35±0,11
Ст. киш.		24,76±2,73	2,23±0,15	15,67±0,74	1,54±0,32	1,87±0,11 ^а
Сердце		46,97±3,68	5,11±0,62	19,90±1,25	0,98±0,15	2,13±0,12 ^а
Селезенка		74,35±5,95	2,74±0,33	16,80±0,73	0,75±0,23	1,93±0,12 ^а
Печень	2	48,63±2,17 ^б	3,71±0,25 ^а	29,42±5,20 ^г	0,61±0,09	2,08±0,27 ^а
Ст. киш.		18,37±1,35	1,86±0,18 ^а	17,19±1,43	1,52±0,15	2,11±0,06 ^а
Сердце		32,54±1,63	3,48±0,23 ^а	15,10±0,70	0,50±0,13 ^г	2,65±0,23 ^а
Селезенка		62,79±4,89	1,42±0,12 ^а	15,25±0,77	0,96±0,27	1,82±0,06 ^а
Печень	3	41,88±2,37 ^б	2,86±0,17 ^а	19,12±0,83 ^г	0,87±0,21	2,12±0,14 ^а
Ст. киш.		20,75±2,97	1,65±0,11 ^{а,з}	15,10±0,60	0,74±0,08	1,91±0,13 ^а
Сердце		31,18±1,72	2,50±0,37 ^а	15,50±1,33	0,75±0,09	1,89±0,19 ^а
Селезенка		70,61±7,22	3,19±0,64 ^а	16,92±0,94	0,99±0,16	2,25±0,24 ^а
Печень	4	59,26±8,02 ^б	4,11±0,46 ^а	24,24±1,78 ^б	2,92±1,02 ^б	2,94±0,35 ^а
Ст. киш.		д	2,86±0,43 ^а	19,11±1,19	2,28±0,52	2,33±0,13 ^а
Сердце		36,29±2,78	4,71±0,85 ^а	22,09±1,90	1,52±0,23	2,15±0,09 ^а
Селезенка		47,75±6,94	2,50±0,51 ^а	18,87±1,94	1,40±0,15	2,18±0,13 ^а
		88,93±8,70				
Печень	5	70,61±5,47 ^б	4,75±0,45 ^а	32,50±4,33	1,27±0,07	2,49±0,13 ^а
Ст. киш.		д	2,26±0,20 ^а	19,71±2,20	1,13±0,14	2,10±0,17 ^а
Сердце		53,14±14,4	3,81±0,19 ^а	20,09±0,43	1,65±0,27 ^а	2,50±0,32 ^а
Селезенка		63,79±5,11	2,05±0,17 ^а	21,86±1,67	1,42±0,21	2,61±0,22 ^а
		140,2±13,8				
Печень	6 (к)	62,59±11,3 ^а	4,71±0,33 ^а	30,18±2,71 ^а	0,87±0,10 ^а	1,81±0,10 ^а
Ст. киш.		31,84±4,22	3,37±0,25	29,88±1,56	1,89±0,25	2,49±0,23
Сердце		57,34±8,66	5,87±0,54	34,14±2,63	1,74±0,26	2,28±0,19
Селезенка		86,91±11,6	4,53±0,71	27,89±2,24	1,05±0,22	1,92±0,10

Примечания: 6-я группа – контроль; $P < 0,01$ по t -критерию при сравнении: ^ас суточным возрастом цыплят и с эмбрионами; ^б и ^г – с 1-й группой; ^в – со 2-й группой; ^д – с контролем.

Вместе с тем известно, что при некрозе и апоптозе может иметь значение Ca^{2+} -зависимая, чувствительная к циклоспорину А пора (Klotz et al., 2003; Lahucky et al., 2005; Orara et al., 2006; Lobo et al., 2010; Kristal et al., 2014; Микулец, 2015; Paolo, 2016). Она может открываться лишь на короткое время. Цикл открытия/закрытия поры может не нарушать энергетического сопряжения в митохондриях печени, ввиду протекания окисления НАДН по внешнему пути, шунтирующему 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 обогащенной кальцием среде только 3% потерь α -токоферола переходит в α -токоферил-п-хинон.

В наших ранее проведенных исследованиях на цыплятах-бройлерах были получены интересные данные по взаимосвязи витамина А и концентрации железа, меди, цинка в печени и других органах и тканях в онтогенезе (Микулец и др. 2014). Регрессионный анализ показал, что с увеличением содержания витамина Е с повышенным фоном витамина С в рационе цыплят, концентрация железа в печени увеличивается ($P < 0,01$) параллельно с увеличением концентрации железа в сердце. Коэффициент корреляции при этом был равен 0,67 ($P < 0,01$). По мере роста цыплят и продолжения скормливания соответствующих рационов, отмечена такая же динамика увеличения концентрации кальция в печени ($r = 0,40$, $P < 0,01$) и в сердце, ($r = 0,54$, $P < 0,01$).

Эти биохимические эффекты, на наш взгляд, свидетельствуют о превращении поступающего альфа-токоферола в альфа-токоферилхинон в присутствии витамина С, который расходовался на тушение окислительного стресса при увеличении концентрации железа в печени и сердце, что подтверждается как нашими (Ионов и др., 1998; Микулец, 2003; Тырсин и др., 2013), так и зарубежными исследованиями (Chen et al., 1986; Pascoe et al., 1987; Retsky et al., 1995).

В другом нашем исследовании регрессионный анализ выявил наличие в опытных группах взаимосвязи между поступлением магния из рациона и концентрацией его в стенке тонкого кишечника (Микулец, 2003). Аналогичная взаимосвязь была отмечена между поступлением железа из рациона и концентрацией его в стенке тонкого кишечника ($r = 0,72$, $P < 0,01$), хотя связь между поступлением железа из рациона и концентрацией его в печени и сердце была более слабая ($r = 0,33$, $P < 0,01$). При этом уровни активности каталазы, концентрации малондиальдегида и диеновых конъюгатов в крови и печени цыплят этих групп были значительно повышены, по сравнению с другими группами. По-видимому, у 47-суточных цыплят аскорбиновая кислота вместе с витамином Е способствовала более высокому усвоению железа из рациона, а также его мобилизации из печени (депо) и быстрому расходованию токоферолов на предотвращение процессов перекисного окисления липидов.

Интересно отметить и установленный нами ранее факт тесной взаимосвязи уровней меди и цинка ($r = 0,47$, $P < 0,01$) в сердце у цыплят в онтогенезе при скормливании рационов с различным содержанием витамина Е и повышенным уровнем витамина С (Микулец, 2015). По-видимому, витамин Е играет существенную роль в обмене меди и цинка параллельно с аскорбиновой кислотой и как ингибитор процессов ПОЛ в сердечной мышце, на что указывает ряд отечественных и зарубежных авторов (Chen et al., 1986, 1987; Bartov et al., 1996; Klotz et al., 2003; Lahucky et al., 2005; Микулец, 2003, 2015, 2018; Микулец и др., 2014; Kristal et al., 2014).

В данной работе анализ продуктивности цыплят показал, что живая масса существенно увеличивается при добавках разных доз витамина Е на повышенном фоне аскорбиновой кислоты в рационе ($r = 0,82$, $P < 0,01$). Несмотря на относительно большие (на 6,8% по сравнению с контрольной группой) затраты корма (табл. 2), среднесуточный прирост, живая масса и убойный выход цыплят 5-й группы, был соответственно выше контрольных на 4,1; 4,2 и 9,2%.

Добавка витамина Е к рациону с повышенным уровнем аскорбиновой кислоты значительно увеличивает среднесуточный прирост, живую массу и убойный выход цыплят-бройлеров при относительно небольшом увеличении затрат корма на единицу продукции. При этом концентрация меди в печени не изменяется, а в стенке тонкого кишечника, сердце и селезенке снижается на 30-50% по сравнению с цыплятами, содержащимися на основном рационе.

Таблица 2. Зоотехнические показатели цыплят-бройлеров, получавших рацион с разным уровнем добавки Е и повышенным содержанием аскорбиновой кислоты

Возраст, сут.	Группы (n=100)					
	1	2	3	4	5	6 (контр.)
	Живая масса, г					
1	41,06±0,3	41,06±0,3	41,06±0,3	41,06±0,3	41,06±0,3	41,06±0,3
28	706±9,7	733±12,6	820±7,3	830±9,7	670±21,0	846±15,6
47	1418±25,6	1525±27,1	1571±20,3	1611±17,1	1629±8,1	1560±81,2
	Среднесуточный прирост, г/сут					
1-28	23,76±0,17	24,71±0,2	27,81±0,2	28,17±0,2	22,45±0,16	28,76±0,21
28-47	42,72±0,59	46,95±0,8	44,80±0,4	46,38±0,54	55,75±1,75	42,83±0,79
1-47	31,42±0,37	33,70±0,6	34,68±0,45	35,53±0,38	35,91±0,18	34,44±1,79
	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	99	98	98	99	98
	Масса потрошенной тушки, г					
47	1010	1020	970	1000	1140	1000
	Убойный выход, %					
47	71,23	66,90	61,74	62,07	70,00	64,10

Таким образом, витамин Е вместе с аскорбиновой кислотой способствует более высокому усвоению железа из рациона, а также его мобилизации из печени (депо) и быстрому расходованию токоферолов на предотвращение процессов перекисного окисления липидов в у цыплят-бройлеров, что в конечном итоге приводит к повышению мясной продуктивности цыплят.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А. и др. Микроэлементозы человека. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Дудин В.И. Метаболизм альфа-токоферола в организме с.-х животных: автореф. дисс.... д.б.н. – Боровск, 2001. – 50 с.
3. Иваненко Е.Ф. Биохимия витаминов. – Киев.: Вища школа, 1970. – 212 с.
4. Ионов И.А., Сурай П.Ф., Сахацкий Н.И. Формирование антиоксидантного статуса птиц в эмбриогенезе // Тез. докл. IV межд. научн. - практ. конф., посвящённой памяти проф. И.И. Хохловой. – Горки, Белорусская СХА, 1998. – С. 154-160.
5. Микулец Ю.И. Взаимосвязь витамина Е и железа у цыплят-бройлеров в онтогенезе: автореф. дисс.... к.б.н. – Боровск, 1996, 27 с.
6. Микулец Ю.И., Цыганов А.Р., Тищенко А.Н. и др. Биохимические и физиологические аспекты взаимодействия витаминов и биоэлементов. – Сергиев Посад, 2002 (переизд. 2004, 2010). – 192 с.
7. Микулец Ю.И. Биохимические основы взаимосвязи некоторых витаминов и микроэлементов в онтогенезе у птиц: автореф. дисс.... д.б.н. – Боровск, 2003. – 52 с.
8. Микулец Ю.И., Тухина Н.Ю. Взаимосвязь разных уровней витамина А с повышенным фоном железа в рационе у цыплят-бройлеров // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2014. – № 1. – С. 59-67.
9. Микулец Ю.И. Взаимосвязь витаминов и биоэлементов. – М.: МГГЭУ, 2015. – 187 с.
10. Микулец Ю.И. Влияние витамина А и железа в рационе на взаимодействие меди и цинка в организме бройлеров // Птица и птицепродукты. – 2018. – № 1. – С. 18-21.
11. Надиров Н.К. Токоферолы и их применение в медицине и сельском хозяйстве. – М.: Наука, 1991. – 336 с.

12. 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.
13. Терруан Т. Взаимодействие витаминов. – М.: Мир, 1969. – 372 с.
14. Тырсин Ю.А., Кролевец А.А., Чижик А.С. Витамины и витаминоподобные вещества. – М.: ДеЛиПлюс. 2013. – 48 с.
15. Узбеков М.Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантные системы при психических заболеваниях // Социальная и клиническая психиатрия. – 2014. – Т. 24. – № 4. – С. 97-103.
16. Узбеков М.Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантные системы при психических заболеваниях // Социальная и клиническая психиатрия. – 2015. – Т. 25. – № 4. – С. 93-101.
17. Шабалов Н.П., Маркова И.В. Антибиотики и витамины в лечении новорожденных. – Санкт-Петербург: Сотис, Технобалт, 1993. – 255 с.
18. 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 // Poultry Science. – 1996. – Vol. 75. – P. 1039-1046.
19. Chen L.H., Thacker R.R. Effects of dietary vitamin e and high level of ascorbic acid on iron distribution in rat tissues // Int. J. Vit. Nutr. Res. – 1986. – Vol. 56. – No. 3. – P. 253-258.
20. Chen L.H., Thacker R.R. Effect of ascorbic acid and vitamin E on biochemical changes associated with vitamin E deficiency in rats // Int. J. Vit. Nutr. Res. – 1987. – Vol. 57. – P. 385-390.
21. Klotz L.O., Kröncke K.D., Buchczyk D.P., Sies H. Role of copper, zinc, selenium and tellurium in the cellular defense against oxidative and nitrosative stress // J.Nutr. – 2003. – Vol. 133. – No. 5(Suppl 1). – P. 1448S-1451S.
22. Kristal A.R., Darke A.K., Morris J.S. et al. Baseline selenium status and effects of selenium and vitamin E supplementation on prostate cancer risk // J. Natl. Cancer Inst. – 2014. – Vol. 106. – P. 456-458.
23. Lahučký R, Bahelka I, Novotná K, Vašíčková K. Effects of dietary vitamin E and vitamin C supplementation on the level of α -tocopherol and L-ascorbic acid in muscle and on the antioxidative status and meat quality of pigs // Czech. J. Anim. Sci. – 2005. – Vol. 50. – No. 4. – P. 175-184.
24. Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health // Pharmacognosy Reviews. – 2010. – Vol. 4. – No. 8. – P. 118-126. <<https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>>
25. Opara E.C., Rockway S.W. // Effect of nutritional intervention treatment for ovx induced osteoporosis on oxidant-antioxidant status in female wistar rats // J. Antioxid. Micronutr. – 2006. – Vol. 52. – No. 4. – P. 151-163.
26. Paolo M. Suter. Superdosen // Therapeutische Umschau. – 2016. – Vol. 73. – P. 673-678. <<https://doi.org/10.1024/0040-5930/a000849>>
27. Pascoe G.A., Reed D.J. Relationship between cellular calcium and vitamin E. Metabolism during protection against cell injury // Arch. Biochem. Bioph. – 1987. – Vol. 253. – No. 2. – P. 287-296.
28. Retsky K.L., Frei B. Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density-lipoprotein // Bioch. Bioph. Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism. – 1995. – Vol. 1257. – P. 3279-3287.

REFERENCES

1. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A. *Mikroelementozy cheloveka* (Human microelementosis). Moscow: Meditsina Publ., 1991, 496 p.
2. 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. *Poultry Science*. 1996, 75: 1039-1046.
3. Chen L.H., Thacker R.R. Effects of dietary vitamin e and high level of ascorbic acid on iron distribution in rat tissues. *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 1986, 56(3): 253-258.
4. Chen L.H., Thacker R.R. Effect of ascorbic acid and vitamin E on biochemical changes associated with vitamin E deficiency in rats. *Int. J. Vit. Nutr. Res.* 1987, 57: 385-390.
5. Dudin V.I. *Metabolizm al'fa-tokoferola v organizme s.- kh zhivotnykh* (Metabolism of alpha-tocopherol in the organism of agricultural animals). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol., Borovsk, 2001, 50 p.
6. Ivanenko E.F. *Biokhimiya vitaminov* (Biochemistry of vitamins). Kiev: Vishcha shkola Publ., 1970, 212 p.
7. Ionov I.A., Surai P.F., Sakhatskii N.I. [Formation of the antioxidant status of birds in embryogenesis]. In: *Tez. dokl. IV mezhd. nauchn. - prakt. konf., posvyashchennoi pamyati prof. I.I. Khokhlovoi (Rep. IV Int. scientific - practical conf. dedicated to the memory of prof. I.I. Khokhlova)*. Gorki: Bel. SHA Publ., 1998, P. 154-160.

8. Klotz L.O., Kröncke K.D., Buchczyk D.P., Sies H. Role of copper, zinc, selenium and tellurium in the cellular defense against oxidative and nitrosative stress. *J. Nutr.* 2003, 133(5, Suppl 1): 1448S-1451S.
9. Kristal A.R., Darke A.K., Morris J.S. et al. Baseline selenium status and effects of selenium and vitamin E supplementation on prostate cancer risk. *J. Natl. Cancer Inst.* 2014, 106: 456-458.
10. Lahučký R., Bahelka I., Novotná K., Vašíčková K. Effects of dietary vitamin E and vitamin C supplementation on the level of α -tocopherol and L-ascorbic acid in muscle and on the antioxidative status and meat quality of pigs. *Czech. J. Anim. Sci.* 2005, 50(4): 175-184.
11. Lobo V., Patil A., Phatak A., Chandra N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews.* 2010, 4(8): 118-126. <<https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>>
12. Mikulets Yu. I. *Vzaimosvyaz' vitamina E izheleza u tsyplyat-broilerov v ontogeneze* (The relationship between vitamin E and iron in broiler chickens in ontogenesis). Extended Abstract of Diss. Cand. Sci. Biol., Borovsk, 1996, 27 p.
13. Mikulets Yu.I. Tziganov A.R., Tishenkov A.N. et al. *Biokhimicheskie I fiziologicheskie aspekty vzaimodeistviya vitaminov I bioelementov* (Biochemical and physiological aspects of the interaction of vitamins and bioelements). Sergiev Posad, 2002 (reprint 2004, 2010), 192 p.
14. Mikulets Yu.I. *Biokhimicheskie osnovy vzaimosvyazi nekotorykh vitaminov i mikroelementov v ontogeneze u ptitsy* (Biochemical bases of interrelation of some vitamins and microelements in ontogenesis in birds). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol., Borovsk, 2003, 52 p.
15. Mikulets Yu.I., Tikhina N. Yu. [Interrelation of different levels of vitamin A with elevated iron background in the diet of broiler chickens]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology.* 2014, 1: 59-67.
16. Mikulets Yu.I. *Vzaimosvyaz' vitaminov I bioelementov* (Interrelation of vitamins and bioelements). Moscow: MGEU Publ., 2015, 187 p.
17. Mikulets Yu.I. [The influence of vitamin A and iron in the diet on the interaction of copper and zinc in the body of broilers]. *Ptitsa i ptitseproducty - Poultry and poultry products.* 2018, 1: 18-21.
18. Nadirov N.K. *Tokoferoly i ikh primeneniye v meditsine I sel'skom khozyaistve* (Tocopherols and their use in medicine and agriculture). Moscow: Nauka Publ., 1991, 336 p.
19. Opara E.C., Rockway S.W. *J. Antioxid. Micronutr.* 2006, 52(4): 151-163.
20. Pascoe G.A., Reed D.J. Relationship between cellular calcium and vitamin E. Metabolism during protection against cell injury. *Arch. Biochem. Bioph.* 1987, 253(2): 287-296.
21. Paolo M. Suter. Superdosen. *Therapeutische Umschau.* 2016, 73: 673-678. <<https://doi.org/10.1024/0040-5930/a000849>>
22. Rebrov N.N. *Sovershenstvovanie kriteriev A- i E-vitaminnoi obespechennosti tsyplyat-broilerov I myasnykh kur* (Improvement of criteria for A- and E-vitamin provision of broiler chicken and meat chicken). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol. Sergiev Posad, 1993, 23 p.
23. Retsky K.L., Frei B. Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density-lipoprotein. *Bioch. Bioph. Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism.* 1995, 1257: 3279-3287.
24. Shabalov N.P., Markova I.V. *Antibiotiki I vitaminy v lechenii novorozhdennykh* (Antibiotics and vitamins in the treatment of newborns). St. Petersburg: Sotis, Tehnobalt Publ., 1993, 255 p.
25. Terruan T. *Vzaimodeistvie vitaminov* (Interaction of vitamins). Moscow: Mir Publ., 372 p.
26. Tyrsin Yu.A., Krolevets A.A., Chizhik A.S. *Vitaminy I vitaminopodobnye veshchestva* (Vitamins and vitamin-like substances). Moscow: DeLiplyus Publ., 2013, 48 p.
27. Uzbekov M.G. [Peroxide oxidation of lipids and antioxidant systems in mental illnesses]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikiatriya - Social and Clinical Psychiatry.* 2014, 24(4): 97-103.
28. Uzbekov M.G. [Peroxide oxidation of lipids and antioxidant systems in mental illnesses]. *Sotsial'naya i klinicheskaya psikiatriya - Social and Clinical Psychiatry.* 2015, 25(4): 93-101.

**Productivity of chicken-broilers and content of Fe, Cu, Zn, Ca, Mg
in internal organs when feeding the ration with vitamin E supplementation
and different level of ascorbic acid**

Mikulets Yu.I.

Moscow State University of Human-Economics, Moscow Russian Federation

ABSTRACT. The aim of the work is to study the biochemical and zootechnical effects of the action of dietary vitamin E supplementation against the background of an elevated level of ascorbic acid (AK) in broiler chickens. The experiment was carried out on 6 groups of chickens (n = 100 each) cross "Smena-4". The control group received a standard balanced diet (OP). In the rations of five test groups, 50 mg of AK and supplemental vitamin E were added in amounts of 10, 25, 50, 100 or 150 mg / kg of feed. It was found that the addition of vitamin E to a diet with an elevated background of AK increases the daily average gain, live weight and slaughter yield in 47-day-old broiler chickens. The concentration of iron in the liver, small intestine, heart and spleen of experimental groups in 47-day-old chickens was higher than in the control group ($P < 0,01$). The iron content in these organs decreased by 20-50% with the addition of vitamin E at a dose of 25 and 50 mg/kg of feed, and at higher doses (100 and 150 mg/kg of feed) it increased. The content of copper in the wall of the small intestine, heart and spleen of chickens decreased against control by 30-60% with the addition of vitamin E in the amount of 50 mg/kg of feed ($P < 0,01$). The content of zinc in the wall of the small intestine, in the heart and spleen was increased in 4 groups, starting with the second ($P < 0,01$). Concluded that dietary vitamin E supplementation against the background of increased level of ascorbic acid increases in the broiler chickens the absorption of iron from the diet, its mobilization from the liver and the consumption of tocopherols to prevent the processes of lipid peroxidation, which leads to an increase in meat production.

Key words: broiler chicken, vitamin E, ascorbic acid, micronutrients content in internal organs, productive traits

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 1: 32-39

Поступило в редакцию: 19.01.2019

Получено после доработки: 21.02.2019.

Микулец Юрий Иванович, д.б.н., проректор по научной работе, тел.: 8-903-783-60-67;
ymikulets@mail.ru,