

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНОГО ДЕЙСТВИЯ ДОБАВОК ВИТАМИНА С У СУПОРΟΣНЫХ И ЛАКТИРУЮЩИХ СВИНОМАТОК

¹Ниязов Н.С.-А., ¹Остренко К.С., ²Лемешевский В.О., ¹Овчарова А.Н.

¹ ВНИИ физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФНЦ животноводства – ВИЖ им. ак. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской обл., Российская Федерация; ²Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь.

В условиях промышленной технологии содержания на животных воздействует много стресс-факторов (перегоны, ветеринарные обработки, производственные шумы), оказывающих негативное влияние на состояние здоровья и продуктивность животных. Применение антиоксидантов с адаптогенными свойствами позволяет нивелировать негативное воздействие стресс-факторов. Под воздействием стрессовых агентов синтез аскорбиновой кислоты в организме свиней снижается, потребность в ней не обеспечивается, и организм нуждается в экзогенном поступлении этого витамина. Цель данной работы – определение оптимальных сроков и норм ввода витамина С в состав премиксов для супоросных и лактирующих свиноматок, содержащихся в условиях промышленных комплексов.

Проведено три опыта в условиях свиноводческого комплекса на глубокосупоросных и подсосных свиноматках крупной белой породы и на поросятах-сосунах; свиноматки опытных групп получали основной рацион с добавкой витамин С в дозе 0,1 г/кг корма за неделю до опороса и в период подсоса (1-й опыт, 4 группы по 30 голов), в период подсоса в дозе 0,2 г/кг (2-й опыт, 2 группы по 20 голов); со второго периода супоросности до опороса и для поросят-сосунов в дозе 0,1 г/кг корма, а для свиноматок в период подсоса – 0,2 г/кг (3-й опыт, 2 группы по 60 голов). Добавление витамина С в дозе 0,1-0,2 г/кг в состав комбикормов для глубокосупоросных и лактирующих свиноматок, а также в состав престартеров для поросят-сосунов способствует снижению числа мертворожденных поросят ($P<0,05$), увеличивает условную молочность свиноматок ($P<0,05$) и продуктивность поросят ($P<0,05$). Заключение, что кормовая добавка аскорбиновой кислоты экономически оправдана и положительно влияет на основные показатели продуктивности свиноматок, при этом снижается количество мертворожденных поросят, увеличивается живая масса и условная молочность маток.

Ключевые слова: супоросные и лактирующие свиноматки, поросята-сосуны, антиоксиданты, аскорбиновая кислота, продуктивность, сохранность

Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 3: 67-77

Введение

Современные условия производства свинины в крупных промышленных комплексах связаны с воздействием на организм стресс-факторов, влияющих негативно на физиологическое состояние животных, при этом нарушаются обменные процессы и ослабевают естественные защитные силы. В этих условиях развитие хронического стресса и его вредных последствий становится основным фактором снижения продуктивности (Макеев, 2009; Меньщикова, 2009). Одним из ведущих адаптивных эффектов ответной реакции организма на стресс-факторы любой этиологии является предотвращение избыточной активации перекисного окисления липидов, приводящей к дестабилизации гомеостаза и возникновению ряда хронических заболеваний (Галочкин, 2009; Галочкин, 2018). Под воздействием стрессовых агентов синтез аскорбиновой кислоты в организме свиней

снижается, потребность в ней не обеспечивается и организм нуждается в экзогенном поступлении этого витамина (Остренко, 2017). Главную роль в функционировании систем поддержания иммунобиологического статуса играют биооксиданты и микроэлементы (Ross, 2017; Sasaki, 2018). Поэтому обеспечение достаточного уровня аскорбиновой кислоты в тканях в течение всего периода супоросности и периода лактации следует рассматривать как необходимое условие для эффективного контроля процессов перекисного окисления липидов.

Аскорбиновая кислота (АК) играет в организме животных фундаментальную биохимическую и физиологическую роль, она обнаруживается во всех органах и тканях, присутствует в различных секретах – в поте, слюне, желчи. С калом в обычных условиях выводится около 5 мг аскорбиновой кислоты в сутки. Всасывание АК осуществляется в тонком кишечнике, преимущественно в двенадцатиперстной и тощей кишке, частично – в подвздошной. В настоящее время известно, что этерифицированная форма витамина С лучше абсорбируется из желудочно-кишечного тракта, по сравнению с простой формой, и дольше сохраняется в крови (Бабенкова, 1999; Rault, 2015; Ниязов, 2017; Остренко, 2017).

Функция витамина С как переносчика водорода в процессах тканевого дыхания является универсальной, как, например, соответствующая функция витамина В₂, но можно полагать, что АК участвует в более многочисленных процессах тканевого обмена. В некоторых окислительно-восстановительных процессах она играет ведущую роль, например, в системе метгемоглобин – гемоглобин. Присутствие АК в эритроцитах оказывает защитное действие на гемоглобин, препятствуя его окислению; она способна непосредственно восстанавливать метгемоглобин, сама окисляясь в ДАК (диокси-АК, обратное превращение происходит за счет глутатиона SH). Благодаря этой системе метгемоглобин не накапливается в клетках (Bartos, 2014). Способность витамина С легко отдавать электроны соответствующим акцепторам и образовывать ион-радикалы лежит в основе её участия в окислительно-восстановительных реакциях (Казимирко, 2004).

Известен механизм участия АК в процессах, происходящих в соединительной ткани. Для гидроксирования пролина требуется образование свободных радикалов АК. Образование небольших количеств оксипролина, имеющее место в обычных условиях *in vivo*, может происходить без АК или при наличии небольших её количеств, однако интенсивный синтез коллагена, а следовательно, и оксипролина, требует повышенной концентрации свободных радикалов, образующихся при окислении АК, и больших её количеств в потребляемом корме. Недостаток АК в корме у морских свинок вызывает не только снижение образования оксипролина в коллагене кожи, но и уменьшение включения Н³-пролина в коллаген. При недостатке витамина С в новообразующейся соединительной ткани изменяется также состав полисахаридов, в несколько раз увеличивается содержание гиалуроновой кислоты и резко уменьшается включение серы в хондроитинсульфат хрящей. Накопление гиалуроната в ткани связывают с участием АК в его деполимеризации, которая ослаблена при дефиците витамина С (Berchieri-Ronchi, 2011; Кривошеев, 2015).

Имеются сообщения о влиянии АК на некоторые реакции гидроксирования, осуществляемые энзиматически. Она выступает в качестве гидроксилирующего агента при образовании кортикостероидов в гомогенатах надпочечников и, возможно, оказывает влияние на секрецию и действие АКТГ. Последний, в свою очередь, приводит к освобождению АК из тканей и выходу её в кровь. Быстрое и резкое снижение уровня АК в надпочечниках наблюдается при различных стрессорных воздействиях – при охлаждении, ожогах, кровотечениях, высоком парциальном давлении кислорода, что связано с интенсификацией биосинтеза кортикостероидов. Введение АК повышает устойчивость организма к таким воздействиям. В присутствии АК и ферментов из энтероцитов или гепатоцитов, триптофан гидроксилируется в 5-окситриптофан. Эта реакция зависит от наличия АК и ионов двухвалентной меди, которые не могут быть заменены на Cu⁺, Fe²⁺ или Mn²⁺. ДАК и изоаскорбиновая кислота в этой реакции также активны, как и L-аскорбиновая кислота. (Спиричев, 2004).

Недостаток витамина С может усиливать явления анемии у поросят-сосунов, так как он играет существенную роль при переносе ионов железа от трансферрина крови в ферритин тканей, чем обеспечивает накопление железа в костном мозге, селезенке и печени и повышает естественную резистентность (Ленинджер, 1974; Плащенко, 1999; Микулец, 2002; Северин, 2006; Johnson, 2019; de Melo, 2019). Аскорбиновая кислота функционально связана со многими витаминами и частично заменяет их, что может влиять на витаминную обеспеченность животных. Выявлена отчётливая взаимосвязь между витамином Е и АК – витамин Е активизирует синтез витамина С, а витамин С ингибирует образование перекисей, снижая расходование токоферола (Дудин, 2004; Pinelli-Saavedra et al., 2007). Практически это означает, что добавка АК в корм снижает потребность в витамине Е. Считается, что у глубокосупоросных свиноматок синтез АК в организме недостаточен для удовлетворения потребности плода (Mahan et al., 2004). В ряде исследований в рационы супоросных и лактирующих свиноматок вводили разное количество витамина С в отдельности и в сочетании с витамином Е; при этом установили, что при добавлении АК в рационы маток увеличивается содержание токоферола в печени и витамина С в молоке, улучшается иммунный статус у отнятых поросят, повышается сохранность поросят и продуктивность свиноматок (Ching, 2000; Мирошников, 2001; Трухачев, Ахмедова, 2001; Lauridsen, Jensen, 2005; Злыднев, 2010; Ниязов, 2015). Вопрос о том, какое количество АК необходимо включать в рационы супоросных, лактирующих свиноматок и подсосных поросят, пока нельзя считать решённым.

Цель исследования – определение оптимальных сроков и норм ввода витамина С в состав премиксов для супоросных и лактирующих свиноматок, содержащихся в условиях промышленных комплексов.

Материал и методы

Проведено три опыта на основных и проверяемых свиноматках крупной белой породы, содержащихся в условиях промышленного комплекса «Кузнецовский» Московской области. Опыты проводили в периоды супоросности и лактации свиноматок, подобранных в группы по принципу парных аналогов в *первом* и *втором* опытах по 15-30 голов, а в *третьем* опыте – по 64-66 голов. Во всех опытах животные I группы (контроль) получали типовые комбикорма СК-1 и СК-2 и премиксы КС-1 и КС-2 в период супоросности и лактации соответственно. В 1 кг корма СК-2 содержалось: 1,08 кг кормовой единицы, 168,3 г сырого протеина, 136,7 переваримого протеина, 34,6 сырого жира, 67,2 сырой клетчатки, 6,69 кальция, 6,25 фосфора, 6,3 лизина и 5,32 г метионина+цистина. Рационы контрольных групп и условия технологического процесса во всех опытах были идентичными таковым в основной пользовательской группе.

В *первом опыте* были сформированы четыре группы по 30 голов в каждой. Свиноматкам II группы к комбикорму добавляли витамин С в дозе 0,1 г/кг корма за неделю до опороса и в период подсоса, свиноматки III группы его не получали, а в престаартер поросятам-сосунам с 7-го дня жизни добавляли витамин С в дозе 0,1 г/кг корма. Свиноматки IV группы получали витамин С, как во II группе, а родившиеся от них поросята – как в III группе.

Во *втором опыте* в период подсоса свиноматки опытной группы получали витамин С в дозе 0,2 г на 1 кг корма. Начиная с 10-го дня этого периода, в течение недели провели физиологический опыт по оценке переваримости питательных веществ рациона.

В *третьем опыте* свиноматки со второго периода супоросности до опороса и поросята-сосуны получали витамин С в дозе 0,1 г на кг корма, а свиноматки в период подсоса – 0,2 г на кг корма.

Кормление и содержание животных всех групп было одинаковыми и соответствовало технологии, принятой на комплексе. Учитывали воспроизводительную способность свиноматок: многоплодие, крупноплодность, живую массу гнезда и среднюю массу одного

поросёнка в возрасте 26-28 дней, а также сохранность приплода. В конце отъема убивали по 3 поросенка из каждой группы.

В кормах и в экскрементах исследовали: первоначальную и гигроскопическую влагу, содержание общего азота, сырого жира, сырую клетчатку, золу, БЭВ (расчётным методом), кальций, фосфор по общепринятым методикам (Лебедев, Усович, 1969). В крови свиноматок и поросят определяли количество гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов, в сыворотке крови – общий белок и белковые фракции (Шарабрин, 1975); в плазме крови и в печени – концентрацию витамина А по реакции Карр-Прайса с трёххлористой сурьмой, Е – по реакции Эмерри-Энгеля с использованием колоночной хроматографии (Двинская и др., 1979), содержание витамина С в плазме крови – с использованием – α -дипиридила (Петрова, Абрамова, 1972).

Результаты и обсуждение

В ходе проведенных исследований было установлено, что применение аскорбиновой кислоты активизирует антиоксидантно-антирадикальную систему организма, что положительно сказывается на продуктивности супоросных и лактирующих свиноматок. В процессе опороса наблюдалось снижение количества мертворожденных поросят в группах, получавших добавку аскорбиновой кислоты.

В первом опыте применение витамина С в виде премикса повлияло на выживаемость поросят в молочный и последующие периоды онтогенеза, увеличилось количество новорожденных поросят во II и IV группах на 2,1 % (табл. 1). В I (контроль) и III группах, в которых свиноматки до опороса не получали аскорбиновой кислоты, количество мертворожденных поросят было выше – 0,69 и 0,78 против 0,52 и 0,58 во II и IV группах. Количество рождённых жизнеспособных поросят, средняя живая масса одного поросёнка и масса гнезда при рождении также изменялись по сравнению с контролем. В тех группах, в которых свиноматки получали витамин С, масса гнезда при рождении была выше на 2,4 и 4,2%. По-видимому, добавка витамина С в рационы свиноматок до опороса способствует более быстрому протеканию родов, снижает пупочное кровотечение у поросят, вследствие чего повышается количество жизнеспособного молодняка в гнезде.

Таблица 1. Показатели воспроизводительной способности свиноматок в первом опыте (M \pm m, n=30)

| Показатели | Группы | | | |
|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | I | II | III | IV |
| Родилось живых поросят | 9,99 \pm 0,33 | 10,20 \pm 0,23 | 10,0 \pm 0,38 | 10,23 \pm 0,38 |
| Родилось мёртвых поросят в среднем | 0,69 \pm 0,09 | 0,52 \pm 0,11 | 0,78 \pm 0,09 | 0,58 \pm 0,04 |
| Живая масса гнезда при рождении, кг | 13,19 \pm 0,48 | 13,51 \pm 0,50 | 13,01 \pm 0,02 | 13,74 \pm 0,48 |
| Крупноплодность, кг | 1,22 \pm 0,02 | 1,38 \pm 0,03 | 1,31 \pm 0,02 | 1,44 \pm 0,02 |
| Отнято поросят | 9,70 \pm 0,31 | 10,12 \pm 0,41 | 9,38 \pm 0,18 | 10,00 \pm 0,55 |
| Живая масса поросёнка при отъёме, кг | 5,36 \pm 0,05 | 5,94 \pm 0,08* | 5,47 \pm 0,06 | 5,98 \pm 0,10* |
| Живая масса гнезда в 26 суток, кг | 51,93 \pm 1,64 | 55,35 \pm 2,24 | 53,72 \pm 0,99 | 59,80 \pm 3,35* |
| Сохранность, % | 95,0 \pm 3,1 | 99,2 \pm 1,6 | 90,9 \pm 5,2 | 98,7 \pm 2,1 |

Примечания: Здесь и далее в таблицах: *P<0,05 по *t*-критерию при сравнении с I группой (контроль). Свиноматкам II группы к комбикорму добавляли АК в дозе 0,1 г/кг корма за неделю до опороса и весь период подсоса, свиноматки III группы его не получали, а в престаертер поросятам-сосунам с 7-го дня добавляли АК в дозе 0,1 г/кг корма. Свиноматки IV группы получали АК, как во II, а родившиеся поросята - как в III группе

Обогащение рационов свиноматок витамином С способствовало увеличению живой массы одного поросёнка и гнезда при отъёме. Наибольший эффект был получен при комбинированном применении витамина С маткам и поросятам-сосунам. Живая масса одного поросёнка и гнезда при отъёме в 26 дней у маток IV и II группы была выше на 6,6 % и 15,2 % (P<0,05) соответственно по сравнению с контролем. Обеспечение витамином С поросят с

периода внутриутробного развития и до отъёма, по-видимому, охватило все ответственные периоды жизни новорожденных поросят, что и сказалось на их продуктивности.

Во втором опыте добавка витамина С в состав премиксов повлияла на показатели продуктивности свиноматок (табл. 2). Хотя при рождении не наблюдалось существенной разницы по средней живой массе поросят, однако поросята опытной группы развивались несколько лучше, по сравнению с контрольной группой, их живая масса в 26-суточном возрасте составила 5,58 кг. Это можно объяснить более высокой их жизнеспособностью и различиями в молочности свиноматок, которая составила в I группе 47,53 кг и во II – 50,82 кг или на 6,9% ($P < 0,05$) больше, чем контроле. От свиноматок опытной группы отнято поросят на 0,45 голов больше, чем контрольной.

Таблица 2. Показатели воспроизводительной способности свиноматок во втором опыте ($M \pm m$, $n = 15$)

| Показатели | Группы | |
|--------------------------------------|--------------|-------------|
| | I (контроль) | II |
| Родилось живых поросят | 9,36±0,25 | 9,73±0,22 |
| Родилось мёртвых поросят | 0,46±0,06 | 0,43±0,08 |
| Живая масса гнезда при рождении, кг | 12,74±0,86 | 12,18±0,23 |
| Крупноплодность, кг | 1,32±0,03 | 1,26±0,03 |
| Отнято поросят в 26 суток | 8,69±0,25 | 9,14±0,29 |
| Живая масса поросёнка при отъёме, кг | 5,47±0,06 | 5,56±0,08 |
| Живая масса гнезда при отъёме, кг | 47,53±0,42 | 50,82±0,25* |
| Сохранность, % | 92,8±6,7 | 93,9±6,2 |

Примечание: * свиноматки 2-й группы получали витамин С в дозе 0,2 г на 1 кг корма.

В физиологическом опыте по изучению переваримости и использованию питательных веществ полнорационных комбикормов было установлено, что у свиноматок опытной группы проявлялась чётко выраженная тенденция к лучшему перевариванию сухого и органического вещества, сырого протеина, жира, клетчатки и сырой золы.

Морфологические показатели крови свиноматок и поросят находились на уровне физиологической нормы; отмечено некоторое увеличение уровня гемоглобина и общего белка в крови поросят опытной группы (1,21 и 1,02 г/100 мл), значения А/Г коэффициента у маток и поросят, получавших дополнительно витамин С, были выше, чем в контроле – 1,13 и 0,93 соответственно. На содержание гамма-глобулинов в крови поросят аскорбиновая кислота также оказала стимулирующее действие (1,14 в опыте и 1,08 г/100 мл в контроле). Увеличение количества общего белка, альбуминов, глобулинов и коэффициента А/Г в сыворотке крови поросят под влиянием витамина С свидетельствует об усилении синтеза белков в тканях, что подтверждается увеличением прироста живой массы.

Концентрация витаминов А, Е и С в плазме крови свиноматок и поросят под влиянием витамина С повысилась по отношению к контролю (табл. 4). Аналогичные данные получены по концентрации и тотальному содержанию этих витаминов в печени поросят. Надпочечники являются одним из органов, где накапливается большое количество АК, которая по мере необходимости расходуется для нужд организма. Добавка витамина С существенно повысила концентрацию и тотальное содержание его в органе. Тотальное содержание составило у животных опытной группы 628 против 522 мкг/орган в контроле. Более низкие уровни витамина уровня С у животных контрольной группы можно объяснить тем, что при стрессовых ситуациях возрастает расход этого витамина, а при добавке АК он восполняется. В работе (Mahan et al., 2004) также отмечено, что добавление витамина С в рационы свиноматок способствует снижению стресса у поросят-сосунов.

Таблица 4. Концентрация витаминов А, Е, и С в плазме крови и печени подсосных поросят и свиноматок во втором опыте (M±m, n =3)

| Группы | А, мкг/дл | | Е, мг/дл | | С, мг/дл | |
|--------|-------------------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| | матки | поросята | В плазме крови | | матки | поросята |
| I | 22,1 ±0,2 | 20,9±0,2 | 0,253±0,03 | 0,24±0,01 | 0,80±0,07 | 0,92±0,07 |
| II | 22,4± 0,4 | 22,9 ±0,7 | 0,250±0,02 | 0,25±0,01 | 0,82±0,06 | 1,03±0,03 |
| | В печени поросят | | | | | |
| I | Концентрация, мкг/г | 0,63±0,08 | | 21,5±2,4 | | 222±15 |
| | Содержание в органе, мг | 10,1±1,6 | | 3,45±0,5 | | 36,5±5,0 |
| II | Концентрация, мкг/г | 63,3±12,3 | | 23,6±1,8 | | 243±25 |
| | Содержание в органе, мг | 9,85±2,4 | | 3,68±0,4 | | 37,8±2,4 |

Примечание: свиноматки II группы получали витамин С в дозе 0,2 г на 1 кг корма.

Третий опыт. Добавка витамина С в премиксы свиноматок со второй половины супоросности и до конца отъёма поросят при одновременном вводе поросятам-сосунам способствовала увеличению условной молочности маток (живая масса гнезда при отъёме) на 6,9% (P<0,05) и средней живой массы поросёнка к отъёму на 8,9% (P<0,05) по сравнению с контролем (табл. 3). Поросята опытной группы легко переносили отъём и при дорастивании росли лучше, чем в контроле.

Таблица 3. Показатели воспроизводительной способности свиноматок в третьем опыте (M±m, n = 60-66)

| Показатели | Группы | |
|--------------------------------------|------------|-------------|
| | I | II |
| Родилось живых поросят, голов | 10,46±0,29 | 10,49±0,31 |
| Родилось мёртвых поросят | 0,75±0,11 | 0,53±0,02 |
| Живая масса гнезда при рождении, кг | 14,09±0,57 | 14,69±0,73 |
| Крупноплодность, кг | 1,35±0,09 | 1,40±0,02 |
| Отнято поросят в 26 суток, голов | 9,68±0,21 | 9,86±0,27 |
| Живая масса поросёнка при отъёме, кг | 5,57±0,10 | 5,85±0,09* |
| Живая масса гнезда при отъёме, кг | 53,92±1,92 | 57,66±1,68* |
| Сохранность, % | 92,5±3,4 | 94,0±2,9 |

Примечание: свиноматки II группы со второго периода супоросности до опроса и поросята-сосунки получали витамин С в дозе 0,1 г на кг корма, а свиноматки в период подсоса – 0,2 г на кг корма.

Витамин С (АК) является одним из важнейших антиоксидантов, участвующих в таких процессах, как гидроксигирование коллагена, синтез карнитина, дофамина и тирозина. АК максимально концентрируется в надпочечниках, а также в гипофизе, тимусе, жёлтом теле, щитовидной железе, поэтому она необходима для всей эндокринной системы. Нагрузка на эндокринную систему повышается во время супоросности от триместра к триместру, так что АК необходима в возрастающих количествах. Хорошо известно, что надпочечники особо нуждаются в адекватном обеспечении витамином С во 2-ом и 3-ем триместре. Надпочечники активно секреторируют нарастающие количества глюкокортикоидов, необходимых для нормального течения беременности. При недостатке АК происходит гиперстимуляция надпочечников адренкортикотропным гормоном (АКТГ) гипофиза. АКТГ может взаимодействовать с меланокортиновыми рецепторами меланоцитов, что приводит к усилению синтеза пигмента меланина (Song, 1985).

АКТГ, синтезирующийся из триптофана через 5-ОТФ и серотонин, поступает в кору надпочечников, где он снижает уровень АК, так как она используется в синтезе кортикостероидов. Тот факт, что из трех центральных антагонистов серотонина лишь атропин предотвращает влияние 5-ОТФ (5-окситриптофана) на уровень АК в надпочечниках крыс,

говорит о неоднозначности действия этих антагонистов. Известно, что новокаин, например, является ингибитором моноаминоксидазы в мозге крыс, поэтому он способен предотвращать разрушение серотонина и тем самым усиливать эффект 5-ОТФ на уровень АК. Вместе с тем, сама эта кислота оказывает влияние на многие другие химические процессы и метаболизм в целом, ингибируя пероксидное окисление липидов (Фасхутдинова, 2006). Витамин С, как и тиоловые соединения, относится к антиоксидантам прямого действия (Арутюнян, 2008), оказывает антиканцерогенное действие, способствует детоксикации нитритов и нитратов, снижению токсического действия кадмия и индукции синтеза металлотioneинов (Кобялко, 2009).

Пул АК у млекопитающих находится, в основном, в надпочечниках. Судя по результатам опытов, у супоросных и лактирующих свиноматок она накапливается в печени и молочной железе, однако в условиях стресса резко возрастает её концентрация в крови, что свидетельствует об активизации надпочечников и повышении антиоксидантной функции. Но эндогенная АК быстро истощается, поэтому её необходимо восполнить с кормом, особенно в те периоды, при которых животное наиболее подвержено стрессу и нуждается в адаптогенах и антиоксидантах.

Заключение

По результатам проведенных научно-производственных опытов можно заключить, что кормовая добавка аскорбиновой кислоты экономически оправдана и положительно влияет на основные показатели продуктивности свиноматок, при этом снижается количество мертворожденных поросят, увеличивается средняя живая масса одного животного и масса гнезда при отъёме (условная молочность маток). Добавление витамина С в дозе 0,1-0,2 г/кг корма в состав комбикормов для глубокосупоросных и лактирующих свиноматок, а также в состав престаартеров для поросят-сосунов способствует снижению числа мертворожденных поросят, увеличивает условную молочность свиноматок и продуктивность поросят. Экономический эффект при использовании добавок витамина С в составе премиксов для свиноматок и поросят-сосунов достигается за счёт дополнительного прироста живой массы и повышенной сохранности молодняка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян А.В., Козина Л.С. Влияние геропротекторных пептидов на свободнорадикальные процессы // В сб. мат. IV Крымской конференции: «Окислительный стресс и свободнорадикальные патологии». – Украина, Судак, 1-9 июня 2008. – С. 7.
2. Бабенкова И.В., Теселкин Ю.О., Асейчев А.В. Влияние антиоксидантного препарата на основе биофлавоноидов и витамина С на антиоксидантную активность плазмы крови // Вопросы питания. – 1999. – Т. 68. – № 3. – С. 9-11.
3. Галочкин В.А., Галочкина В.П., Остренко К.С. Разработка теоретических основ и создание антистрессовых препаратов нового поколения // Сельскохозяйственная биология. – 2009. – № 2. – С. 43-55.
4. Галочкин В.А., Остренко К.С., Галочкина В.П. Взаимосвязь нервной, иммунной, эндокринной систем и факторов питания в регуляции резистентности и продуктивности животных // Сельскохозяйственная биология. – 2018. – № 4. – С. 673-686.
5. Двинская Л.М., Решетова Л.В., Дудин В.И. Жирорастворимые витамины и методы их определения в биохимических субстратах. – Боровск: ВНИИФБиП, 1979. – 91 с.
6. Дудин В.И. Биохимия витамина Е и связанных с ним биологически активных веществ. – М.: изд. РАСХН, 2004. – 255 с.
7. Злыднев Н.З., Трухачев В.И., Ахмедова А.К. Эффективность применения аскорбиновой кислоты в рационах супоросных и подсосных свиноматок // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 6. – С. 55-57.
8. Казимирко В.К., Мальцев В.И. и др. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная терапия. – Киев: Морин, 2004. – 160 с.

9. Кобялко В.О., Мирзоев Э.Б., Губина О.А. и др. Влияние дигидрохверцетина и аскорбиновой кислоты на содержание малонового диальдегида и металлотионеинов в органах крыс, подвергнутых хроническому воздействию кадмия // Токсикологический вестник. – 2009. – № 4. – С. 16-19.
10. Кривошеев Р.А., Ниязов Н.С.-А. Воспроизводительная способность свиноматок и сохранность поросят при использовании подкислителя корма (диформиата натрия) // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – № 2. – С. 90-96.
11. Ленинджер А. Биохимия. – М.: Мир, 1974. – 957 с.
12. Макеев А.А., Сахаров А.В., Просенко А.Е., Жучаев К.В., Рябчикова Е.И. Влияние окислительного стресса на структурно-функциональную организацию кишечника свиней // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 7. – С. 120-123.
13. Меньщикова Е.Б. Окислительный стресс: Патологические состояния и заболевания. – Новосибирск: АРТА, 2008. – 284 с.
14. Микулец Ю.И. Биохимические основы взаимосвязи некоторых витаминов и микроэлементов в онтогенезе у птиц: автореф. дисс... д.б.н.. – Боровск: ВНИИФБиП, 2002. – 50 с.
15. Мирошников С.А. Обогащение комбикормов для свиноматок витаминами В и С // Зоотехния. – 2001. – № 7: – С. 26-27.
16. Ниязов Н.С.-А., Кривошеев Р.А. Продуктивность, переваримость и использования питательных веществ у растущих свиней при применении подкислителя корма (диформиата натрия) // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2015. – № 3. – С. 95-103
17. Ниязов Н.С.А. Продуктивность свиноматок и поросят при использовании в рационах диформиата натрия // Мат. межд. научно-практ. конф.: “Проблемы и перспективы развития современной репродуктивной технологии, криобиологии и их роль в интенсификации животноводства”. – Подольск: ВИЖ, 2017. – С. 410-415.
18. Остренко К.С., Галочкина В.П., Колоскова Е.М., Галочкин В.А. Влияние нового микронутриента – аскорбата лития на стрессоустойчивость и продуктивность свиноматок // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2017. – № 2. – С. 74-86.
19. Остренко К.С., Галочкина В.П., Колоскова Е.М., Галочкин В.А. Органические соли лития – эффективные антистрессовые препараты нового поколения // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2017. – № 2. – С. 5-28.
20. Петрова А.Т. Абрамова Т.К. К методике определения витамина С // Ветеринария. – 1972. – № 2. – С. 74-75.
21. Плященко С.И., Соляник В.В., Соляник А.В., Соляник Г.В. Добавка витамина С и В_с для повышения многоплодия и естественной резистентности свиноматок // Ветеринария. – 1999. – № 12. – С. 30-35.
22. Трухачев В.И., Ахмедова А.К. Влияние разных доз аскорбиновой кислоты на переваримость и обмен веществ в организме поросят-сосунов // Мат. V межд. научно-практ. конф.: “Новые направления в решении проблем АПК на основе современных ресурсосберегающих инновационных технологий”. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2011. – С. 194-195.
23. Фасхутдинова А.А., Соловьева М.Е., Соловьев В.В. Прооксидантный эффект тиолов и аскорбиновой кислоты в сочетании с гидроксикобаламином (витамином В12в) // В сб.: Окисление, окислительный стресс, антиоксиданты. – М.: изд. РУДН, 2006. – С. 199-200.
24. Шарабрин М.Г. Профилактика нарушений обмена веществ у крупного рогатого скота. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
25. Barros M.M.; Falcon D.R., de Oliveira Orsi R. et al. Non-specific immune parameters and physiological response of Nile tilapia fed β glucan and vitamin C for different periods and submitted to stress and bacterial challenge // Fish Shellfish Immunol. – 2014. – No. 39. – P. 188-195.
26. Berchieri-Ronchi C.B., Kim S.W., Y.Zhao, Correa C.R., Yeum K.J., Ferreira A.L. Oxidative stress status of highly prolific sows during gestation and lactation // Animal. – 2011. – Vol. 5. – No. 11. – P. 1774-1779. DOI: 10.1017/S1751731111000772.
27. Ching S, Mahan D.C., Dabrowski R. Liver L-gulonolactone oxidase activity and tissue ascorbic acid concentrations in nursing pigs and the effect of various weaning ages // J. Nutr. – 2001. – Vol. 131. – No. 7. – P. 2002-2006.
28. Johnson J.S. Baumgard L.H. Postnatal consequences of *in utero* heat stress in pigs // J. Anim. Sci. – 2019. – Vol. 1. – P. 962-971. DOI: 10.1093/jas/sky472

29. Lauridsen C., Jensen S.K. Influence of supplementation of all-rac-alpha-tocopheryl acetate preweaning and vitamin C post weaning on alpha-tocopherol and immune responses of piglets // *J. Anim. Sci.* – 2005. – Vol. 83. – No. 6. – P. – 1274-1286.
30. Mahan D.C., Ching S., Dabrowski K. Developmental aspects and factors influencing the synthesis and status of ascorbic acid in the pig // *Ann. Rev. Nutr.* – 2004. – Vol. 24. – P. 79-103.
31. Melo de R.L.C., Dutra Júnior W.M., Palhares L.O., de Moura Ferreira D.N., de Aquino R.S., Cordeiro Manso H.E.C. Behavioral and physiological evaluation of sows raised in outdoors systems in the Brazilian semiarid region // *Trop. Anim. Health Prod.* – 2019. – 2. DOI: 10.1007/s11250-018-1780-7
32. Pinelli-Saavedra A., Calderin de la Barca A.M., Hernandez J., Valenzuela R., Scaife J.R. Effect of supplementing sows feed with alpha-tocopherol acetate and vitamin C on transfer of alpha-tocopherol to piglet tissues, colostrum, and milk: Aspects of immune status of piglets // *Res. Vet. Sci.* – 2008. – Vol. 85. – No. 1. – P. 92-100.
33. Rault J.L., Plush K., Yawno T., Langendijk P. Allopregnanolone and social stress: regulation of the stress response in early pregnancy in pigs // *Stress.* – 2015. – Vol. 18. – No. 5. – P. 569-577. DOI: 10.3109/10253890.2015.1047340
34. Ross J.W., Hale B.J., Seibert J.T. Romoser M.R., Adur M.K., Keating A.F., Baumgard L.H. Physiological mechanisms through which heat stress compromises reproduction in pigs // *Mol. Reprod. Dev.* – 2017. – Vol. 84. – No. 9. – P. 934-945. DOI: 10.1002/mrd.22859.
35. Sasaki Y., Fujie M., Nakatake S., Kawabata T. Quantitative assessment of the effects of outside temperature on farrowing rate in gilts and sows by using a multivariate logistic regression model // *Anim. Sci. J.* – 2018. – Vol. 89. – No. 8. – P: 1187-1193. DOI: 10.1111/asj.13048

REFERENCES

1. Arutyunyan A.V., Kozina L.S. [The effect of geroprotective peptides on free radical processes]. In: *Mat. IV Krymskoi konferentsii: «Okislitel'nyi stress i svobodnoradikal'nye patologii»* (Mat. IV Crimean Conference: Oxidative stress and free radical pathologies). Ukraina, Sudak, 2008, P. 7. (In Russian)
2. Babenkova I.V., Teselkin Yu.O., Aseichev A.B. [The effect of an antioxidant drug based on bioflavonoids and vitamin C on the antioxidant activity of blood plasma]. *Voprosy pitaniya – Problems of Nutrition*. 1999, 68(3): 9-11. (In Russian)
3. Barros M.M.; Falcon D.R., de Oliveira Orsi R. et al. Non-specific immune parameters and physiological response of Nile tilapia fed β glucan and vitamin C for different periods and submitted to stress and bacterial challenge. *Fish Shellfish Immunol.* 2014, 39: 188-195.
4. Berchieri-Ronchi C.B., Kim S.W., Zhao Y., Correa C.R., Yeum K.J., Ferreira A.L. Oxidative stress status of highly prolific sows during gestation and lactation. *Animal*. 2011, 5(11):1774-1779. DOI: 10.1017/S1751731111000772
5. Ching S, Mahan D.C., Dabrowski R. Liver L-gulonolactone oxidase activity and tissue ascorbic acid concentrations in nursing pigs and the effect of various weaning ages. *J. Nutr.* 2001, 131(7): 2002-2006.
6. Dvinskaya L.M., Reshetova L.V., Dudin V.I. *Zhirorastvorimye vitaminy i metody ikh opredeleniya v biokhimiicheskikh substratakh* (Fat-soluble vitamins and methods for their determination in biochemical substrates). Borovsk: VNIIFBiP Publ., 1979, 91 p. (In Russian)
7. Dudin V.I. *Biokhimiya vitamina E i svyazannykh s nim biologicheskii aktivnykh veshchestv* (Biochemistry of vitamin E and related biologically active substances). Moscow: RASCHN Publ., 2004, 255 p. (In Russian)
8. Faskhutdinova A.A., Solov'eva M.E., Solov'ev V.V. [The prooxidant effect of thiols and ascorbic acid in combination with hydroxycobalamin (vitamin B12b)]. In: *Okislenie, okislitel'nyi stress, antioksidanty* (Oxidation. Oxidizing Stress. Antioxidants). Moscow: RUDN Publ., 2006, P. 199-200. (In Russian)
9. Galochkin V.A., Galochkina V.P., Ostrenko K.S. [Development of theoretical foundations and creation of a new generation anti-stress drugs]. *Sel'skokhosyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2009, 2: 43-55. (In Russian)
10. Galochkin V.A., Ostrenko K.S., Galochkina V.P. [The relationship of the nervous, immune, endocrine systems and nutritional factors in the regulation of animal resistance and productivity]. *Sel'skokhosyaistvennaya biologiya - Agricultural Biology*. 2018, 4: 673-686. (In Russian)
11. Johnson J.S. Baumgard L.H. Postnatal consequences of in utero heat stress in pigs. *J. Anim. Sci.* 2019, 1: 962-971. DOI: 10.1093/jas/sky472
12. Kazimirko V.K., Mal'tsev V.I. et al. *Svobodnoradikal'noe okislenie i antioksidantnaya terapiya* (Free radical oxidation and antioxidant therapy). Kiev: Morion Publ., 2004, 160 p. (In Russian)

13. Kobyalko V.O., Mirzoev E.B., Gubina O.A. et al. [The effect of dihydroquercetin and ascorbic acid on the content of malondialdehyde and metallothienins in rat organs exposed to chronic cadmium]. *Toksikologicheskii vestnik - Toxicological Herald*. 2009, 4: 16-19. (In Russian)
14. Krivosheev R.A., Niyazov N.S.-A. [Reproductive ability of sows and the safety of piglets when using feed acidifier (sodium diformate)]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2015, 2: 90-96. (In Russian)
15. Lauridsen C., Jensen S.K. Influence of supplementation of all-rac-alpha-tocopheryl acetate preweaning and vitamin C post weaning on alpha-tocopherol and immune responses of piglets. *J. Anim. Sci.* 2005, 83(6): 1274-1286.
16. Lenindzher A. *Biokhimiya* (Biochemistry). Moscow: Mir Publ., 1974, 957 p. (In Russian)
17. Mahan D.C., Ching S., Dabrowski K. Developmental aspects and factors influencing the synthesis and status of ascorbic acid in the pig. *Ann. Rev. Nutr.* 2004, 24: 79-103.
18. Makeev A.A., Sakharov A.V., Prosenko A.E., Zhuchayev K.V., Ryabchikova E.I. [Effect of oxidative stress on the structural and functional organization of the intestines of pigs]. *Vestnik Krasnyarskogo GAU - Bulletin of Krasnoyarsk Agrarian University*. 2009, 7: 120-123. (In Russian)
19. Melo de R.L.C., Dutra Júnior W.M., Palhares L.O., de Moura Ferreira D.N., de Aquino R.S., Cordeiro Manso H.E.C. Behavioral and physiological evaluation of sows raised in outdoors systems in the Brazilian semiarid region. *Trop. Anim. Health Prod.* 2019, 2. DOI: 10.1007/s11250-018-1780-7
20. Men'shchikova E.B. *Okislitel'nyi stress: Patologicheskie sostoyaniya i zabolevaniya* (Oxidative stress: Pathological conditions and diseases). Novosibirsk: ARTA Publ., 2008, 284 p. (In Russian)
21. Mikulets Yu.I. [Feed fortification for sows with vitamins B and C]. *Zootechniya - Zootechnics*. 2001, 7: 26-27. (In Russian)
22. Mikulets Yu.I. *Biokhimicheskie osnovy vzaimosvyazi nekotorykh vitaminov i mikroelementov v ontogeneze u ptits* (Biochemical basis of the relationship of certain vitamins and trace elements in ontogenesis in birds). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol., Borovsk, 2002, 50 p. (In Russian)
23. Niyazov N.S.-A., Krivosheev R.A. [Productivity, digestibility, and nutrient use in growing pigs using feed acidifier (sodium diformate)]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2015, 3: 95-103 (In Russian)
24. Niyazov N.S.-A. [Productivity of sows and piglets when used in diets of sodium diformate]. In: *Mat. mezhd. nauchno-prakt. konf.: "Problemy i perspektivy razvitiya sovremennoi reproduktivnoi tekhnologii, kriobiologii i ikh rol' v intensivatsii zivotnovodstva* (Mat. Int. Conf.: Problems and prospects for the development of modern reproductive technology, cryobiology and their role in the intensification of animal husbandry). Podol'sk: VIZh Publ., 2017, P. 410-415. (In Russian)
25. Niyazov N.S.-A., Krivosheev R.A. [Effect of a new micronutrient - lithium ascorbate on sows stress resistance and productivity]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2017, 2: 74-86. (In Russian)
26. Ostrenko K.S., Galochkina V.P., Koloskova E.M., Galochkin V.A. [Organic lithium salts are effective next-generation anti-stress drugs]. *Problemy biologii productivnykh zivotnykh - Problems of Productive Animal Biology*. 2017, 2: 5-28. (In Russian)
27. Petrova A.T. Abramova T.K. [To the method for determining vitamin C]. *Veterinariya - Veterinary Medicine*. 1972, 2: 74-75.
28. Pinelli-Saavedra A., Calderin de la Barca A.M., Hernandez J., Valenzuela R., Scaife J.R. Effect of supplementing sows feed with alpha-tocopherol acetate and vitamin C on transfer of alpha-tocopherol to piglet tissues, colostrum, and milk: Aspects of immune status of piglets. *Res. Vet. Sci.* 2008, 85(1): 92-100.
29. Plyashchenko S.I., Solyanik V.V., Solyanik A.V., Solyanik G.V. [Vitamin C and BC supplementation to increase sow fertility and natural resistance]. *Veterinariya - Veterinary Medicine*. 1999, 12: 30-35. (In Russian)
30. Rault J.L., Plush K., Yawno T., Langendijk P. Allopregnanolone and social stress: regulation of the stress response in early pregnancy in pigs. *Stress*. 2015, 18(5): 569-577. DOI: 10.3109/10253890.2015.1047340
31. Ross J.W., Hale B.J., Seibert J.T. Romoser M.R., Adur M.K., Keating A.F., Baumgard L.H. Physiological mechanisms through which heat stress compromises reproduction in pigs. *Mol. Reprod. Dev.* 2017, 84(9): 934-945. DOI: 10.1002/mrd.22859
32. Sasaki Y., Fujie M., Nakatake S., Kawabata T. Quantitative assessment of the effects of outside temperature on farrowing rate in gilts and sows by using a multivariate logistic regression model. *Anim. Sci. J.* 2018, 89(8): 1187-1193. DOI: 10.1111/asj.13048

33. Sharabrin M.G. *Profilaktika narushenii obmena veshchestv u krupnogo rogatogo skota* (Prevention of metabolic disorders in cattle). Moscow: Kolos Publ., 1975, 304 p. (In Russian)
34. Trukhachev V.I., Akhmedova A.K. [Effect of different doses of ascorbic acid on digestibility and metabolism in the body of suckling pigs]. In: *Mat. V konf.: "Novye napravleniya v reshenii problem APK na osnove sovremennykh resursosberegayushchikh innovatsionnykh tekhnologii"* (Mat. V Int. Conf.: New directions in solving agricultural problems based on modern resource-saving innovative technologies). Vladikavkaz: Gorskii GAU, 2011, P. 194-195. (In Russian)
35. Zlydnev N.Z., Trukhachev V.I., Akhmedova A.K. [Effectiveness of ascorbic acid in the diets of pregnant and lactating sows]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK - Scientific and Technological Agribusiness*. 2010, 6: 55-57. (In Russian)

Efficiency of antioxidant action of vitamin C additive in pregnant and lactating sows

¹Niyazov N.S.-A., ¹Ostrenko K.S., ²Lemeshevsky V.O., ¹Ovcharova A.N.

¹*Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition - Branch of Ernst Federal Science Center of Animal Husbandry, Borovsk, Kaluga oblast, Russian Federation;* ²*International Sakharov Environmental Institute of Belarus State University, Minsk, Republic Belarus*

ABSTRACT. In the conditions of industrial keeping technology, animals are exposed to many stress factors (hauls, veterinary treatments, industrial noise), which have a negative impact on the health status and productivity of animals. The use of antioxidants with adaptogenic properties makes it possible to mitigate the negative effects of stress factors. Under the influence of stress agents, the synthesis of ascorbic acid in the body of pigs decreases, the need for it is not provided, and the body needs an exogenous intake of this vitamin. The aim of this work is to determine the optimal time and standards for introducing vitamin C into the premix for pregnant, lactating sows and suckling piglets kept in industrial complexes. Three experiments were carried out in the conditions of a pig-breeding complex on deep-pregnant and lactating sows of Large White breed and on suckling piglets; sows of the experimental groups received the main diet supplemented with vitamin C at a dose of 0.1 g/kg of feed a week before farrowing and during suction (1st experiment, 4 groups of 30 animals), during suction at a dose of 0.2 g/kg (2nd experiment, 2 groups of 20 goals); from the second period of gestation to farrowing and for suckling piglets at a dose of 0.1 g/kg of feed, and for sows during the lactation period – 0.2 g/kg (3rd experiment, 2 groups of 60 animals each). The addition of vitamin C at a dose of 0.1-0.2 g/kg in the composition of compound feeds for deep-pregnant and lactating sows, as well as in the composition of starters for suckling piglets, reduces the number of stillborn piglets ($P < 0.05$), increases conditional milk production in sows ($P < 0.05$) and piglet productivity ($P < 0.05$). Concluded that the feed additive of ascorbic acid is economically viable and positively affects the main indicators of sow productivity, while the number of stillborn piglets decreases, live weight and conditional milk yield of sows do increase.

Keywords: pregnant and lactating sows, suckling piglets, antioxidants, ascorbic acid, productivity, survival

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 3: 67-77

Поступило в редакцию: 27.08.2019

Получено после доработки: 05.09.2019

Ниязов Нияз Саид-Алиевич, д.б.н., зав. лаб., тел. +7(961)005-54-00; niyazov.niyaz.said-alievich@mail.ru

Остренко Константин Сергеевич, с.н.с., к.б.н., тел. +7(910)916-66-58; Ostrenkoks@gmail.com;

Лемешевский Виктор Олегович, к.с.-х, доц., тел. +37(529)938-17-70; Lemeshonak@yahoo.com;

Овчарова Анастасия Никитовна, с.н.с., к.б.н., тел. +7(964)146-68-62; naka7@yandex.ru