



Влияние диоксида хлора (Dutrition®) на показатели роста, кишечника Histomorphology и патогенных микробов графа типа мяса птицы

Было исследовано потенциальное преимущество применения диоксида хлора в качестве подкисляющего агента воды на эффективность микрофлоры кишечника методом гистоморфологии подвздошной кишки на 28-й день. Сто шестьдесят суточных бройлерных птенцов мужского пола Кобб-500 были разделены на четыре исследовательских группы, то есть DW-0, DW-0,3, 0,4-DW и DW-0,5, которые были воспроизведены ($n = 4$) с 10 птиц / воспроизведены. Птицы во всех группах были выращены в открытых загонках на полу и имели достаточный доступ к корму и воде. DW-0 являлся контролем, а группам DW -0,3, DW-0,4 и DW-0,5 добавили 0,3, 0,4 и 0,5 м.д. диоксида хлора в питьевой воде, соответственно. Были собраны образцы тканей нижней подвздошной кишки, остатки переваренной пищи и зафиксированы возникшие изменения. Выявлено, что диоксид хлора значительно ($P < 0,05$) снижает кишечную палочку и сальмонеллу на 21-й и 28-й день. Гистоморфология установила, что в кишке длина ворсинок (920,03 мкм) и число бокаловидных клеток на единицу (80,25) птиц в группе DW-0,5 были значительно лучше. Подача и прием воды существенно не изменились, однако, увеличение веса тела и FCR значительно улучшилось с увеличением уровня Dutrition®. Тушка (70,39%) и печень (6,08%) птиц показали значительное увеличение в группе DW-0,5. Никакой разницы ($P > 0,05$) не было замечено относительно изменения массы печени и мускулатуры желудка (%) среди различных методов исследования.

Из существующих выводов можно заключить, что добавление диоксида хлора (Dutrition®) может служить в качестве эффективного инструмента для повышения прироста бройлеров путем уменьшения нагрузки вредных патогенов.

ВВЕДЕНИЕ

Качество воды является одним из наиболее важных факторов, ограничивающих производительность бройлеров, чем качество кормов (Abbas и др., 2008) и представляет большой интерес для птицеводства. Важность воды хорошо известна из-за ее роли в различных физиологических функциях организма (Bruno и др., 2011). Кроме того, как правило, при оптимальной температуре птица пьет в 1,5 до 2 раз больше воды, чем употребляет корма (Келлемс и Church, 2002). Вода играет ключевую роль в ферментативных и химических реакциях, терморегуляции, усвоении и транспортировке питательных веществ, смазки суставов и функционирования органов (Batal et al., 2005). Во всем мире в связи с увеличением загрязнения окружающей среды ухудшается качество воды, которое негативно сказывается на производительности птицеводства (Watkins, 2008). Известно, что качество воды Пешавара снижается в области загрязнения различными патогенами (Rehman and Khan, 2000) соответственно снижается качество питьевой воды.

Кроме того, передача бактериальных, вирусных и протозойных заболеваний может быть ускорена из-за плохих методов управления, негативно влияющих на качество воды (Refregier et al., 2001). Увеличение числа вредных микробов и плохое качество воды снижают развитие птиц, снижая усвояемость питательных веществ (Fronte et al., 2013). Плохое качество воды ухудшает слизистую оболочку в желудочно-кишечном тракте в

результате чего снижается качество подстилки из-за жидкого помета и увеличивается накопление вредных газов в птичнике (Cengiz et al., 2012; Ahmad et al., 2013; Sharaf et al., 2013).

По разным причинам птицеводство в Пакистане до сих пор практикуется на обычных стандартах с низким внедрением современных технологий и инноваций. Птицеводы в большинстве не могут позволить себе установку дорогой автоматизированной питьевой системы, чтобы свести к минимуму загрязнение воды.

Широко практикуется применение антибиотиков, окисляющих агентов и дезинфицирующих средств, чтобы избежать негативных последствий плохого качества воды (Binnie et al., 2002). Хлорирование и подкисление питьевой воды были рекомендованы в качестве потенциального меры контроля в производстве бройлеров (Philipsen, 2006). Чрезмерное использование некоторых подкисляющих агентов иногда может привести к сокращению потребления кормов и воды, и соответственно снижению темпов роста вследствие увеличенного кислотного вкуса воды. Некоторые дезинфицирующие средства и химикаты, используемые в птицеводстве, увеличивают коррозию и нарушают нормальную функцию кишечника за счет увеличения производства слизи и отторжения кишечной стенки (Binnie et al., 2002; Atapattu and Senevirathne, 2013).

Применение диоксида хлора имеет ряд преимуществ по сравнению с другими химическими веществами и могут быть использованы в широком диапазоне pH, чтобы

улучшить качество воды (Korn et al., 2002). Диоксид хлора может эффективно инактивировать вирусы, изменяя белки капсида вирусов и других бактерий для поддержания сбалансированной микрофлоры в кишечнике (Tian et al., 2010). Кроме того, он также очень эффективен против кишечной палочки и вносит физические изменения в структуре цист *Giardia* инактивируя их (Liyanage, 1997). Также известно, что диоксид хлора высокоэффективен против сальмонеллы и других патогенных микробов (Eryilmaz et al., 2013). Практически очень мало исследований было проведено для оценки благотворного влияния диоксида хлора в питьевой воде при выращивании птиц. Поэтому в настоящем исследовании планируется рассмотреть положительное воздействие диоксида хлора (Dutrition® Duka, Holland) на производство бройлеров, количество *E. coli* (КОЕ) и нагрузки *Salmonella* в нижней части желудочно-кишечного тракта кишечника, высоты ворсинок (мкм) и количества бокаловидных клеток.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Все лабораторные методы исследования животных, такие как обработка птиц, содержание и другие протоколы были предварительно одобрены Этическим комитетом животных при Университете сельского хозяйства, г. Пешавар. Место содержания и управление: До начала этого исследования экспериментальное помещение было очищено и обработано в марте 2014 года. Все напольные клетки (2x5 кв. футов) были очищены и оборудованы круглыми поилками (23 см диаметр) и кормушками (20 см диаметр). Биологическая безопасность и строгие гигиенические мероприятия в ходе испытаний были сохранены. В ходе эксперимента были сохранены стандартные требования и оптимальные условия окружающей среды содержание птиц (Температура 95-75°F; Влажность 65-60%). Сто шестьдесят бройлерных петушков (Кобба-500) были получены от местного коммерческого инкубатора. Эти птицы были распределены совершенно случайным рандомизированным способом в четырех исследуемых группах названных DW-0, DW-0.3, DW-0.4 и DW-0.5, имеющий четыре повторных (10 птиц / репликация). Птицам в группе DW-0 подавалась свежая питьевая вода (рН, 7.5; нормального цвета и запаха; Общее количество сухого остатка 311 мг/л; общее количество бактерий 300-550 cfu/mL), а группам DW-0.3, DW-0.4 и DW-0. В воду был добавлен Dutrition® (Duka, Holland) 0.3, 0.4 и 0.5 мг/л соответственно в течении 28 дней. рН воды 6.61, 6.11 и 5.75, соответственно. В течение этого времени регулярно контролировалось любое какое-либо непонятное поведение птицы в т.ч. и смертность. Больные и мертвые птицы, если таковые имелись, были удалены, а необычное поведение было зафиксировано.

Питание, потребление воды и массу тела птиц постоянно измеряли для вычисления коэффициента конверсии корма (FCR). FCR был скорректирован с учетом погибших птиц в различных условиях исследования: $FCR = (\text{весь вес корма употребленный}) / (\text{увеличение веса выживших} + \text{увеличение веса погибших})$. На 28 день, были выбраны случайным образом по две птицы из каждой группы. Эти птицы взвешивались, убитыми (Addeen et al., 2014) и без кожи. Из убитых птиц были удалены и взвешены все съедобные и несъедобные части. Был определен в процентах выход разделанной туши.

Процент разделанной = $\frac{\text{разделанный вес}}{\text{живой вес}} \times 100$

Печень и сердце были удалены из этих птиц. Все прилипшие ткани удалены из этих органов, а вес выражался, как доля от общего веса тела. Образцы дигеста с нижней подвздошной были собраны в стерильных условиях на 21 и 28 день и отправлены в буферном солевом растворе при 4 ° C в микробиологическую лабораторию Департамента здоровья животных Университета сельского хозяйства г. Пешавар. Были использованы методы последовательного разведения с использованием агара Мак-Конки (Oxoid, Basingstoke, Великобритания) и бриллиантовый зеленый агар (Oxoid, Basingstoke, UK) для *E. coli* и *Salmonella* соответственно. Культивируемые пластины инкубировали при 37 ° C при подсчете колоний. Общий подсчет колоний был выражен как \log_{10} КОЕ / г определяется путем умножения обратного коэффициента разведения и средней численности колоний. Подтверждение *E. coli* и *Salmonella* было сделано с помощью биохимических тестов (Khushi et al., 2002).

Подсчет бокаловидных клеток и высота ворсинок: Образцы тканей из нижней подвздошной кишки, случайным образом убитых птиц ($n = 32$), в двух экземплярах ($n = 64$) были собраны в 10% буферном формалине. Отобранные образцы фиксировали в формалине в течение 7 дней. После фиксации образцы были переданы в лабораторию гистологии Департамента здоровья животных при Университете сельского хозяйства г. Пешавар для дальнейшей обработки. Все ткани образцы промывали, обрабатывали (Tek® Rotary, Japan) и складывали (Tissue-Tek®, Japan). Ткани рассекали и брали 5 мкм срезы с помощью микротомы (Accu-cut SRM, Japan). Все препараты окрашивали красителями гематоксилином и эозином в автоматической машине для окрашивания. Длина ворсинок была измерена с помощью микрометра от верхней части ворсинок до начала собственной пластинки слизистой оболочки. Было проведено несколько измерений на одну птицу для этой переменной. Для статистического анализа было использовано средние из этих измерений. Бокаловидные клетки подсчитывали по длине ворсинок в многочисленных микроскопических полях для каждой ткани и принято среднее из этих подсчетов для этой переменной.

Статистический анализ: Все данные были статистически проанализированы способом ANOVA (полностью рандомизированная структура) и средствами различных экспериментальных методов обработки были отделены тестом кратного диапазона Дункана, используя SAS (2004).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Диоксид хлора не оказал существенного влияния на употребление птицей корма и воды. Тем не менее было заметно значительное ($P < 0,05$) улучшение тела птицы и увеличение ее веса (8,32 и 9,35%) и FCR (1,86 и 1,82) в группах DW-0.4 и DW-0.5, соответственно. Разница между этими двумя группами была незначительной (Таблица 1). Диоксид хлора используемый в питьевой воде не оказывает никакого существенного изменения относительного веса (%) печени, сердца и желудка к массе тела, как указано в таблице 2. Было выявлено, что применяя Dutrition® значительно увеличились тушки птиц-бройлеров в последнюю неделю эксперимента. Более высокий процент увеличения тушек наблюдался в группе DW-0.5 (70.01%) и далее в DW-0.4 (68,50%).

Количество Salmonella и E. coli значительно ($P < 0,05$) уменьшилось на 21 и 28 день в нижнем содержимом подвздошной кишки, как показано в [таблице 3](#). Количество Salmonella значительно снижается в течение последней недели эксперимента во всех обработанных группах, однако, более выраженное снижение было замечено в группе DW-0,5 (2,63 и 2.58 log₁₀ cfu/g) по сравнению с группами низкой концентрацией Dutrion®, как показано в [таблице 3](#). Значительное снижение при подсчете E. coli наблюдалось в группе DW-0.5 (3.73 and 3.53 log₁₀ cfu/g) затем в группе DW-0.4 (3.86 and 3.73 log₁₀ cfu/g) на 21 и 28 день соответственно.

Количество ворсинок бокаловидных клеток, подсчитанных в поле микроскопа вдоль стенок нижней подвздошной кишки на 21 и 28 день была значительно выше в группе с добавлением Dutrion® по сравнению с контрольной. Однако группа DW-0,5 имела, большее количество бокаловидных клеток (71.50 и 80.25) среди всех обработок на 21 и 28 день соответственно ([Таблица 4](#)). Применение Dutrion® показало значительное ($P < 0,05$) увеличение высоты ворсинок группы DW-0,5, 815,01 мкм и 920.03 мкм на 21 и 28 день соответственно, с незначительной разницей в группе DW-0,4 и 0,3-DW ([Таблица 4](#); [Рисунок 1](#)).

ОБСУЖДЕНИЕ

Диоксид хлора не влияет на употребление птицей воды и корма, при этом значительно увеличивается вес тела и эффективность использования кормов. Это может быть связано с подавляющим эффектом диоксида хлора на рост и колонизацию патогенной микрофлоры, которая конкурирует за легкодоступные питательные вещества с организмом птицы. Açıkgöz и др. (2011) сообщали о подобных результатах, когда птиц кормили некоторыми подкисляющими веществами, которые не изменяли потребление корма и воды, однако, повышали вес тела и FCR. Более сбалансированная микрофлора с уменьшенным количеством патогенов (Dibner и Richards, 2005) и улучшенной целостностью кишечника птиц, как показано в настоящем исследовании способствовала лучшему использованию кормов и увеличению веса тела птиц (Cengiz et al., 2012). Следовательно, предотвращение распространения патогенных бактерий и контроль коренных бактерий улучшают состояние иммунной системы, здоровья и рост птицы. Точно такие же, выводы ((Yang et al., 2009; Fronte et al., 2013) подтверждают итоги данного исследования. Никаких неблагоприятных воздействия диоксида хлора на поилки птиц, указывающих на какое-либо минимальное изменение нормального вкуса воды, не было замечено. К тому же диоксид хлора, способен окислять фенолы, гуминовые кислоты, железо и сульфиды, которые изменяют вкус и запах питьевой воды (Gordon et al., 2000).

В питьевой воде обработанной Dutrion® не использовались различные добавки изменяющих удельный вес (%) массы тела, печени, сердца и желудка. Islam и др. (2008) в своих исследованиях обнаружил значительное увеличение веса внутренних органов из-за различных подкисляющих водных агентов. Разница с текущими выводами, вероятно из-за возраста птиц, используемых в различных экспериментах.

Таблица 1: Влияние диоксида хлора (Dutrion®) на потребление корма (г), увеличение массы тела (г), коэффициент конверсии корма (FCR) и потребление воды (мл) бройлеров на 28-й день

Группа	Потребление корма (г)	Вес тела (г)	(FCR)	потребление воды (мл)
DW-0	1991.7	997.2	1.99	4034.0
DW-0.3	2006.7	1012.0	1.98	4013.0
DW-0.4	2013.3	1080.2	1.86	4027.0
DW-0.5	1992.7	1090.5	1.82	4084.5
Pooled SEM	35	16	0.12	65
P-Value	0.454	0.03	0.02	0.09

Таблица 2: Влияние диоксида хлора (Dutrion®) на относительный вес печени, сердца и желудка в процентах к массе тела и привес тушки (%) бройлеров на 28-й день

Группа	печень	сердце	желудок	привес тушки (%)
DW-0	2.21	0.68	1.52	62.50
DW-0.3	2.19	0.71	1.54	63.25
DW-0.4	2.16	0.61	1.47	68.50
DW-0.5	2.31	0.70	1.47	70.01
Pooled SEM	0.09	0.02	0.8	0.63
P-Value	0.12	0.21	0.26	0.02

Таблица 3: Влияние диоксида хлора (Dutrion®) на сальмонеллы и E-палочки COUNT (log₁₀ КОЕ / г) рассчитывать на более низком содержании подвздошной бройлерных птиц на 21 и 28 день

Группа	Salmonella (log ₁₀ кое/г)		E-coli (log ₁₀ кое/г)	
	21день	28 день	21день	28 день
DW-0	2.85±0.02	2.81±0.04	4.20±0.02	4.15±0.04
DW-0.3	2.80±0.01	2.77±0.06	3.96±0.05	3.94±0.06
DW-0.4	2.77±0.01	2.74±0.05	3.86±0.05	3.73±0.05
DW-0.5	2.63±0.03	2.58±0.04	3.73±0.07	3.53±0.04
P-Value	0.0001	0.0001	0.000	0.029

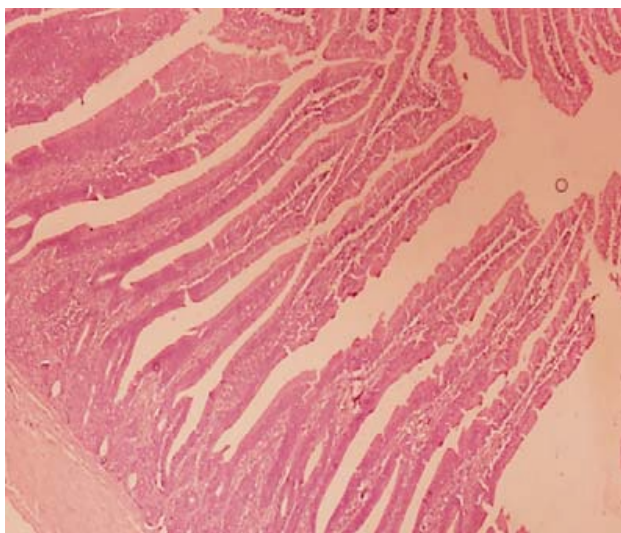
Таблица 4: Влияние диоксида хлора (Dutrion®) на количество бокаловидных клеток и среднюю высоту ворсинок (мкм) нижней подвздошной бройлерных птиц на 21 и 28 день

Группа	Кол-во бокаловидных клеток		Длина ворсинок (мкм)	
	21день	28 день	21день	28 день
DW-0	64.25±0.37	74.00±0.91	745.0±1.54	847.5±11.08
DW-0.3	65.00±0.40	76.00±0.91	797.0±1.88	900.0±17.79
DW-0.4	67.00±0.41	77.50±1.10	805.0±1.75	907.5±13.76
DW-0.5	71.50±0.64	80.25±0.75	815.0±1.93	920.0±9.12
P-Value	0.000	0.004	0.005	0.011

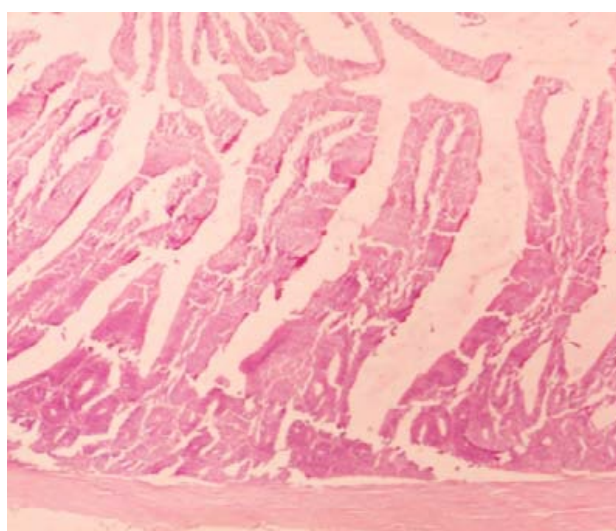
Вопреки представленным выводам Cengiz и др. (2012) в своих исследованиях также обнаружили относительно больший вес желудка в группах с подкислителем. В настоящем исследовании больший вес тушки (70.01%) в группе с применением Dutrion®, является результатом более высокого веса тела (1090.51g), в результате лучшего усвоения питательных веществ. Islam и др. (2008) заметил, что бройлеры, питающиеся с подкисляющим антом, имеют больший вес тела и значительно больший выход тушки, который совпадает с текущими данными.

Число патогенных микроорганизмов (*Salmonella* и *E.coli*) на нижней подвздошной кишке в данном исследовании были значительно ниже на 21-й день (2.63 and 3.73 cfu/g, соответственно) и 28-й день (2,58 и 3,53 cfu/g, соответственно), несомненно из-за влияния диоксида хлора на проницаемость наружной мембраны патогенных микроорганизмов (Maćkiewicz and Dziubek, 2005). Dibner и Buttin (2002) докладывали о подобных результатах уменьшения патогенной нагрузки в кишечном тракте бройлера при использовании органических подкислителей и подтверждает выводы настоящего исследования. О снижении болезнетворных микробов в кишечнике цыплят-бройлеров также сообщил, Isabel и Santos (2009) использовавшие эфирные масла и другие окисляющие агенты растительного происхождения, присутщи и текущему исследованию. Khan и др. (2013) and Fronte и др. (2013) наблюдали аналогичные результаты в своих исследованиях с использованием подкисляющего агента в питьевой воде птиц, которые значительно сократили *Salmonella* и *E.coli* и подтверждают выводы настоящего исследования.

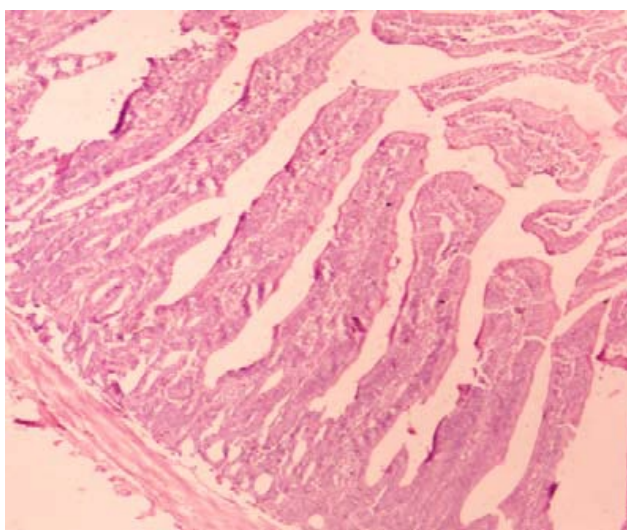
Было отмечено, что Диоксид хлора не оказывает неблагоприятного воздействия на оболочку кишечника. Вместе с тем улучшается ее целостность за счет увеличения высоты ворсинок (920.03µm) и количества бокаловидных клеток (80.25). Это воздействие может быть связано с препятствованием образования колоний патогенных микробов, которые вызывают отторжение слизистой оболочки кишечника из-за патогенного воспаления подкладки, уменьшения высоты ворсинок и функций секреции бокаловидных клеток, ухудшения пищеварения и всасывания питательных веществ (Samik et al., 2007). Слой слизистой оболочки кишечника плотно заселен микробами, в том числе и патогенными, плохо влияющих на слизистую кишечника. Патогенные бактерии часто приводят к инфекции, ухудшая здоровье птицы через некротический энтерит, который влияет на снижение темпов роста (Garrido и др., 2004), их распространение можно предотвратить с помощью использования качественных агентов подкисления (Cengiz et al., 2012).



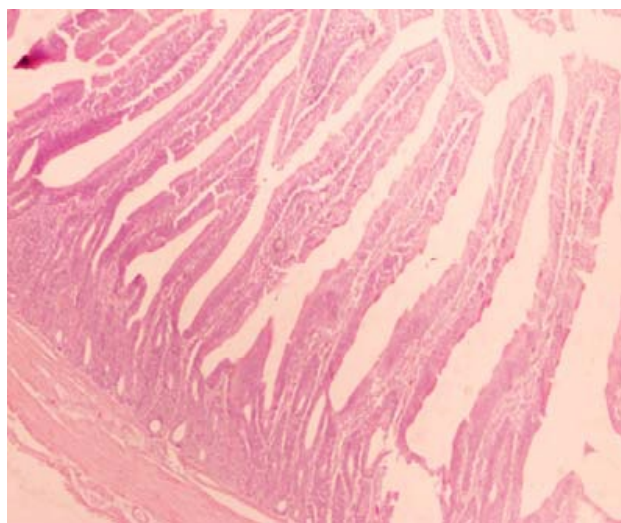
DW-0



DW-0.3



DW-0.4



DW-0.5

Рисунок 1: Микрофотография кишечника бройлерных птиц, использовавших различные уровни диоксида хлора, показывающие высоту ворсинок в 21-дневном возрасте. H&E; X100.

Рисунок 1 показывает, что оболочка кишечника при использовании Dutrion® является более интегрированной с большей высотой ворсинок и количества образований бокаловидных клеток. Это обусловлено уменьшением количества болезнетворных микробов в нижней части кишечника птиц. Бокаловидные клетки отвечают за секрецию слизи в виде полимерного муцина гликопротеина. Panda и др. (2009) и Cengiz и др. (2012) наблюдали подобные открытия в их научно-исследовательских работах. Они сообщили, что, когда птица получала подкислители, было значительное увеличение высоты ворсинок кишечника, данные гистоморфологии совпадают с выводами данного исследования. Fronte и др. (2013) исследовали влияние подкисляющего агента в группе и наблюдали аналогичный результат увеличения высоты ворсинок, получивший подтверждение в ходе данного исследования.

ВЫВОД

В ходе данного исследования был сделан вывод, что Диоксид хлора (Dutrion®) обладает положительным воздействием на повышение привеса мяса бройлеров путем уменьшения нагрузки вредных патогенов и улучшения здоровья кишечника птицы. Тем не менее, необходимы дальнейшие исследования его влияние на разных стадиях жизни бройлеров.

Признательность: Мы выражаем благодарность DUKA (Голландия) за предоставление Dutrion® (диоксида хлора) для данного исследования.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Abbas TEE, AE Elfadil and HA Omer, 2008. Drinking water quality and its effects on broiler chicks performance during winter season. *Int J Poult Sci*, 7: 433-436. Açıkgöz Z, H Bayraktar and Ö Altan, 2011. Effects of formic acid administration in the drinking water on performance, intestinal microflora and carcass contamination in male broilers under high ambient temperature. *Asian-Aust J Anim Sci*, 24: 96-102. Addeen A, S Benjakul, S Wattanachant and S Maqsood, 2014. Effect of Islamic slaughtering on chemical compositions and post-mortem quality changes of broiler chicken meat. *Int Food Res J*, 21: 897907. Ahmad Z, MS Butt, R Hussain, A Ahmed and M Riaz, 2013. Effect of oral application of xylanase on some hematological and serum biochemical parameters in broilers. *Pak Vet J*, 33: 388-390. Atapattu NSBM and TSMS Senevirathne, 2013. Effects of increasing levels of dietary cooked and uncooked banana meal on growth performance and carcass parameters of broiler chicken. *Pak Vet J*, 33: 179-182. Batal AB, BD Fairchild, CW Ritz and PF Vendrell, 2005. The effect of water manganese on broiler growth performance. *Poult Sci*, 84 (Suppl 1): 43. Binnie C, K Martin and S George, 2002. *Basic Water Treatment*, 3rd Ed; Thomas Telford Ltd, London, UK.

Bruno LDG, A Maiorka, M Macari, RL Furlan and PEN Givisiez, 2011. Water intake behavior of broiler chickens exposed to heat stress and drinking from bell or and nipple drinkers. *Rev Bras Cienc Avic*, 13: 147-152. Cengiz O, O Koksali, O Tatli, O Sevim, H Avci and T Epikmen, 2012. Influence of dietary organic acid blend supplementation and interaction with delayed feed access after hatch on broiler growth performance and intestinal health. *Vet Med*, 57: 515-528. Dibner JJ and P Buttin, 2002. Use of Organic Acids as a Model to Study the Impact of Gut Microflora on Nutrition and Metabolism. *J Appl Poult Res*, 11: 453-463. Dibner JJ and JD Richards, 2005. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action. *Poult Sci*, 84: 634-643. Eryılmaz M and İM Palabıyık, 2013. Hypochlorous acid - analytical methods and antimicrobial activity. *Trop J Pharm Res*, 12: 123-126. Fronte B, I Bayram, AB Akkaya, G Rossi and M Bagliacca, 2013. Effect of corn particle size and inclusion of organic acid in the diet on growth performance and gastrointestinal structure in young chicks. *Italian J Anim Sci*, 12: 235-242. Garrido MN, M Skjervheim, H Oppegaard and H Sorum, 2004. Acidified litter benefits the intestinal flora balance of broiler chickens. *Appl Environ Microbiol*, 70: 5208-5213. Gordon G and B Bubnis, 2000. Environmentally friendly methods of water consumptions: The chemistry of alternative disinfectants. *Prog Nucl Energy*, 33: 32-36. Islam MZ, ZH Khandaker, SD Chowdhury and KMS Islam, 2008. Effect of citric acid and acetic acid on the performance of broilers. *J Bangladesh Agric Univ*, 6: 315-320. Isabel B and Y Santos, 2009. Effects of dietary organic acids and essential oils on growth performance and carcass characteristics of broiler chickens. *J Appl Poult Res*, 18: 472-476. Khan S, A Sultan, A Muhammad, I Naila, M Mobashar, H Khan, M Saleem, M Inam and Rafiullah, 2013. Lower ileal microflora and growth performance of broilers supplemented with organic acid blend (Aciflex®) during starter phase. *Greener J Agric Sci*, 3: 794. Kellems RO and DC Church, 2002. *Livestock Feeds and Feeding*, 5th Ed; Prentice Hall, New Jersey, USA. Khushi M, M Rabbani and M Siddiq, 2002. *Laboratory Animal Inoculation: in Isolation & Identification of Veterinary Bacterial Pathogens*; 1st Ed, Ferozan Publishing Co, Lahore, Pakistan, pp: 22-73. Korn C, RC Andrews and MD Escobar, 2002. Development of chlorine dioxide-related by-product models for drinking water treatment. *Water Res*, 36: 330-342. Liyanage LRJ, 1997. Effects of aqueous chlorine and oxychlorine compounds on cryptosporidium parvum oocysts. *Environ Sci Tech*, 31: 1992-1994. Maćkiewicz J and AM Dziubek, 2005. Application of chlorine dioxide in infiltration water treatment. *Environ Prot Eng*, 31: 5-12. Panda AK, RSV Rama, MVLN Raju and SG Sunder, 2009. Effect of butyric acid on performance, gastrointestinal tract health and carcass characteristics in broiler chickens. *Asian-Aust J Anim Sci*, 22: 1026-1031. Philipsen IPLJ, 2006. Acidifying drinking water supports performance. *World Poult*, 22: 20-21.

Quinn PJ, BK Markey, ME Carter, WJ Donnelly and FC Leonard, 2002. In: *Veterinary Microbiology and Microbial Disease*; Iowa State University Press, Ames, USA; pp: 91-94.

Refregier PJ, N Rose, M Denis and G Salvat, 2001. Risk Factors for *Campylobacter* spp. contamination in French broiler-chicken flocks at the end of the rearing period. *Prev Vet Med*, 50: 89-100.

Rehman AU and AR Khan, 2000. Potable water quality characteristics of the urban areas of Peshawar (Pakistan) Part 1: Tube well water. *J Chem Soc Pak*, 22: 171-177.

Samik K, PG Halder, MK Mondal and G Samanta, 2007. Effect of organic acid salt on performance and gut health of broiler chickens. *Poult Sci*, 44: 389-395.

Sharaf R, A Khan, MZ Khan, I Hussain, RZ Abbas, ST Gul, F Mahmood and MK Saleemi, 2013. Arsenic induced toxicity in broiler chicks and its amelioration with ascorbic acid: Clinical, hematological and pathological study. *Pak Vet J*, 33: 277-281.

Tian F, AZ Qiang, C Liu, T Zhang and B Dong, 2010. Kinetics and mechanism for methiocarb degradation by chlorine dioxide in aqueous solution. *Chemosphere*, 79: 646-651.

Watkins SE, CA Fritts, F Yan, ML Wilson and PW Waldroup, 2005. The interaction of sodium chloride levels in poultry drinking water and the diet of broiler chickens. *J Appl Poult Res*, 14: 55-59.

Yang Y, PA Iji and M Choct, 2009. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: a review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *World Poult Sci J*, 65: 97-114.