نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۲۷، تابستان ۱۳۹۹
ص‌ص: ۹۳~۱۰۸

اثر بتائین و سویه بر عملکرد و بیان ژن BHMT در جوجه‌های گوشتی در معرض آب آشامیدنی دارای سطوح مختلف غلظت کل جامدات محلول

- **مسعود مستشاری**
دانشجوی گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
وعضو هیات علمی بخش تحقیقات علوم دامی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایران.
- **علی‌اصغر صادقی** (نویسنده مسئول)
دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- **سعید اسماعیل‌خانیان**
دانشیار موسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
- **جعفر احمدی**
استاد گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بین المللی امام خمینی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت : بهمن ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش : خرداد ۱۳۹۸

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۹۵۵۷۹۶۶۳
Email: aasdeghi@gmail.com

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/asj.2019.125195.1872

چکیده

این پژوهش، با هدف بررسی اثرات افزودن بتائین به جیره جوجه‌های سویه‌های راس و آرین که آب آشامیدنی با غلظت کل جامدات محلول (TDS) مختلف دریافت نموده بودند، انجام شد. ۷۲۰ جوجه گوشتی یک‌روزه، سویه‌های راس ۳۰۸ و آرین برای مدت شش هفته در ۱۲ واحد آزمایشی توزیع گردیدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل (۲ × ۲ × ۳) حاوی دو سطح بتائین افزودنی (صفر و ۰/۲ درصد جیره) و سه سطحTDS (۴۰۰ mg/l، ۲۰۰۰ و ۳۵۰۰) با چهار تکرار و ۱۵ جوجه در هر تکرار در روز هفتم انجام شد. . با افزایش غلظت TDS آب وزن بدن جوجه‌ها کاهش و ضریب تبدیل غذایی و آب مصرفی آن‌ها افزایش داشت. بتائین افزودنی تأثیر معنی‌داری برافزایش وزن و مصرف آب در طی دوره پایایی داشت. درصد تلفات و رطوبت فضولات در تیمارهایی که آب با TDS بالاتر دریافت کرده بودند بیشتر بود. مقدار رطوبت فضولات با افزودن بتائین کاهش پیدا کرد. اثر افزودن بتایین و افزایش TDS بر روی میزان غلظت سدیم خون جوجه‌ها در ۲۸ روزگی معنی‌دار بود (P> ۰/۰۵). با افزایش TDS در آب آشامیدنی همچنین در سویه آرین نسبت به سویه راس بیان ژن آنزیم BHMT در کبد جوجه‌ها کاهش داشت. با افزودن بتائین به جیره جوجه‌ها بیان ژن افزایش پیدا کرد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت مواد محلول در آب عملکرد جوجه‌ها کاهش می‌یابد و اضافه کردن بتائین می‌تواند راه‌حلی برای این مشکل باشد.

واژه‌های کلیدی: کل جامدات محلول، سویه، بتائین، جوجه گوشتی، بیان ژن، آنزیم BHMT

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 127 pp: 93-108

Effect of betaine and strain on the performance and expression of betaine--homocysteine S-methyltransferase in broiler chickens exposed to natural drinking water with different levels of total dissolve soiled.

BY: Masoud Mostashari[1] Ali Asghar Sadeghi[2], Saeid Esmaeilkhanian[3] Jafar Ahmadi[4]
1- Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN and Department of Animal Science, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research Center,AREEO, Qazvin, IRAN.
2- Department of Animal Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, IRAN.
3-. Animal Science Research Institute of Iran, Karaj, IRAN.
4- Department of Biotechnology, University of Imam Khomeini, Qazvin, IRAN

Received: February 2019 **Accepted: June 2019**

The objective of this study was to investigate the effects of adding betaine to diet and strain in broiler chickens exposed to drinking water with high TDS .In this current work, effect of betaine, strain and TDS on gene expression of BHMT in broiler chickens was studied. A total of 720 broiler chicks one day old, Ross 308 and Arian strains were selected for a six-week and distributed to 12 experimental units. The experiment was conducted in a completely randomized design with factorial arrangement (3 × 2 ×2) containing two levels of betaine added to feed (0.00 and 0.2% of diet) and three levels of TDS in water (400, 2000 and 3500 mg/l) with four replicates and 15 chicks per each. In the first week, all the chicks were grown with the same diet without adding betaine and drinking water with TDS, 400 mg / L. After 7 days, experimental treatments were performed. Weight gain decreased and feed conversion ratio and water intake increased as TDS of water increased. Betaine supplementation had no effect on body weight and water intake during the grower period, but had a significant effect on body weight and feed conversion ratio in the finisher period. Mortality rate and excreta moisture content increased as TDS of water increased. Excreta moisture content decreased with betaine supplementation. According to the results of this study, addition of betaine and increase in TDS had a significant effect on the sodium content of chickens at 28 days of age ($P < 0.05$). Total soluble solids in chicken drinking water and Aryan strain reduces gene expression and additive betaine increased the BHMT gene expression. It was concluded that, low water quality has a significant effect on productivity.

Key words: TDS, Betaine, Broiler chickens, BHMT gene expression.

مقدمه

آب‌های شور معمولاً در نواحی خشک یا نیمه‌خشک دنیا یافت می‌شوند. البته ممکن است در نقاطی که آب دریا منابع آب زیرزمینی را آلوده کرده هم این نوع آب‌ها وجود داشته باشند (Mirosh و Backe، ۱۹۸۴). در مرغهای تخمگذار مصرف آب شرب با سختی بالای ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش وزن بدن، افزایش دان مصرفی، درصد تلفات و آب مصرفی می‌گردد(Grizzl و همکاران،۱۹۹۷). در تحقیقی که در کشور سودان انجام شد، جوجه‌هایی که از آب منطقه نایل استفاده کرده بودند غلظت سدیم و پتاسیم پلاسما در آن‌ها بالاتر بود (Talha و همکاران، ۲۰۰۸). بتائین یا تری متیل گلایسین یک ماده آلی است که در صنعت از ملاس چغندر بدست می‌آید و ازنظر فیزیولوژیکی در بدن از کولین ساخته می‌شود و دو نقش دهنده گروه‌های متیل و تنظیم فشار اسمزی در کلیه مهره‌داران را بعهده دارد. اضافه کردن بتائین به جیره و یا آب در حفاظت اپیتلیوم روده در شرایط اسمز بالا (Konca و Kinkpinar، ۲۰۰۸) و همچنین در بهبود هضم و جذب مواد از دستگاه گوارش اثرات

مثبتی دارد (Mahmoudnia و Madani، ۲۰۱۲). بتائین نقش مهمی در محافظت دستگاه گوارش در مقابل اثرات آب‌شور و اسمز بالا درحیوانات تک معده‌ای می‌شود (Ratriyanto و همکاران، ۲۰۰۹). رشد سلول‌هایی که در محیط با فشار اسمزی بالا متوقف‌شده بودند با اضافه کردن بتائین به محیط کشت از سر گرفته خواهد شد. متیلاسیون بتائین و تبدیل آن به متیونین توسط دو آنزیم بتائین ـ هموسیستئین ـ متیل ترانسفراز (BHMT)[1] و تتراهیدروفولات ـ متیل ترانسفراز (THFMT) انجام می‌گیرد. در جیره‌های کم متیونین افزایش فعالیت BHMT در طیور دیده می‌شود (Emmert و همکاران، ۱۹۹۶). وقتی موش‌ها در شرایط با اسمز بالا قرار می‌گیرند در سلول‌های کبدی بیان ژن آنزیم BHMT سرکوب می‌شود. این کاهش بیان در اثر افزایش نمک صورت می‌گیرد. اسمز پائین در انسان باعث فعال شدن رسپتورهای آنزیم BHMT می‌گردد (Hoffmann و همکاران، ۲۰۰۷). هدف از اجرای این پژوهش بررسی احتمال کاهش اثرات منفی مصرف آب آشامیدنی با کل جامدات محلول در آب (TDS[2]) بالا در جوجه‌های گوشتی با افزودن بتائین در جیره و بررسی اثرات سطوح مختلف کیفیت آب بر روی تغییرات بیان ژن BHMT و عملکرد دوسویه جوجه گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی[3] به شکل فاکتوریل۲×۲×۳ ، با ۱۲ تیمار، شامل سه سطح کل جامدات محلول در آب (۴۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و دو سطح بتائین در خوراک (صفر و ۰/۲ درصد جیره)، دوسویه (راس ۳۰۸ و آرین)، در چهار تکرار، مجموعاً در ۴۸ واحد آزمایشی و ۱۵ مشاهده در هر تکرار انجام گرفت. محل انجام آزمایش ایستگاه تحقیقات طیور صنعتی مرکز تحقیقات قزوین بود. آنالیز کیفیت شیمیایی منابع آب آشامیدنی مصرف‌شده آزمایش، در جدول شماره ۱ درج‌شده است.

1 -betaine--homocysteine S-methyltransferase

2 -Total Dissolved Solids

3- CRD: Complately Randomized Designs

جدول ۱- نتایج آزمایش سه منبع آب آشامیدنی مصرف‌شده در آزمایش

بیکربنات میلی اکی والان بر لیتر	منیزیوم میلی اکی والان بر لیتر	کلر میلی اکی والان بر لیتر	کلسیم میلی اکی والان بر لیتر	سدیم میلی اکی والان بر لیتر	اسیدیته	EC میکرو موس بر سانتی متر	کل جامدات محلول میلی‌گرم در لیتر
۱۵۲	۳۴/۶	۱۹۸	۴۷/۵	۶۳/۲	۷/۳۱	۶۲۵	۴۰۰
۱۲۱	۴۸/۰۶	۴۷۵	۱۲۸	۳۵۰	۷/۳۵	۳۲۵۰	۲۰۰۰
۱۴۳	۵۳/۰۱	۵۹۰	۱۷۱	۵۶۰	۸/۱۷	۵۳۶۰	۳۵۰۰

*- منابع آب مصرف شده در آزمایش از چاه های آب مرغداری هایی که در طرح آسیب شناسی منابع آب شرب استان کیفیت آن تعیین گردیده بود و TDS مورد نظر را داشتند بطور مداوم تهیه می شد(مستشاری، ۱۳۹۴).

اندازه گیری هدایت الکتریکی توسط دستگاه رومیزی ساخت شرکت WTO (آلمان) مدل ۷۳۱۰ انجام شد. اندازه گیری کل جامدات محلول براساس معادله($TDS(mg/l) = EC (\mu mho/cm) \times 0.64$) از روی مقادیرهدایت الکتریکی بدست آمد.

آب آشامیدنی جوجه‌ها بصورت طبیعی و از مرغداری‌های موردنظر تأمین می‌شد. غلظت‌های انتخاب‌شده برای کل جامدات محلول با توجه به بهترین کیفیت آب، حد شروع عوارض منفی کیفیت پائین آب و حد بالا با پیش‌بینی بروز عوارض قابل‌مشاهده و معنی‌دار برای پرنده بود. اندازه‌گیری آب مصرفی توسط آبخوری دستی و استوانه مدرج انجام شد. تقسیم جوجه‌ها در بین واحدهای آزمایشی به‌گونه‌ای بود که وزن جوجه‌ها تا حد ممکن یکسان باشند. در گروه‌های آزمایشی، جیره‌ها بر اساس راهنمای پرورش هر سویه تا ۴۲ روزگی تهیه شدند (جداول ۴). جیره‌ها برای سه دوره آغازین، رشد و پایانی و بر اساس آنالیز مواد خوراکی اصلی، با کمک نرم‌افزار UFFDA تنظیم گردید، پس از یک هفته تیمارها اعمال گردید. صفات وزن بدن، خوراک مصرفی، ضریب تبدیل خوراک (پس از تصحیح تلفات)، آب مصرفی، درصد تلفات و رطوبت فضولات بصورت هفتگی محاسبه و در دو دوره ۸ تا ۲۸ روزگی و ۲۹ تا ۴۲ روزگی گزارش شد. در پایان هر هفته میزان آب مصرفی بااستفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری شد. برای تعیین غلظت سدیم، پتاسیم و کلسیم پلاسما از روش فلیم فتومتری[۴] استفاده شد(Eaton و Franson ، ۲۰۰۵).

نمونه‌گیری از کبد برای آزمایش‌های بیان ژن در انتهای آزمایش صورت پذیرفته و پس از درج مشخصات، در داخل کانتینر ازت مایع به فریزر ۸۰- انتقال داده شدند. بیان ژن نمونه‌ها پس از استخراج RNA و اضافه کردن پرایمر ها (جدول شماره ۲) و تولید cDNA با استفاده از دستگاه Real Time PCR تعیین گردید.

۴- Flame photometer

جدول ۲ - توالی پرایمرها برای انجام Real time PCR

ژن	شماره سترسی	آغازگرها (Primer)
بتایین هموسیستئین s متیل ترانسفراز(BHMT)	416371	F: 5′- gcctgaaacagggcaaaagg-3′ R: 5′- tccctgtgaagctgacgaac-3′

جداسازی RNA از بافت کبد با کمک کیت استخراج RNA تولیدی شرکت فرمنتاز (Fermentas Gene JET RNA purification) صورت گرفت. نمونه‌های RNA با دستگاه نانودراپ Thermo Fisher 2000، ساخت کشور آمریکا غلظت سنجی شدند. برای ساخت cDNA کیت " RevertAid first stand cDNA TM

جدول ۳- چرخه دمایی واکنش‌هایRT-PCR

زمان	درجه حرارت($^{\circ}C$)	مراحل PCR	
۳ دقیقه	۹۴	واسرشته سازی اولیه	۱
۳۰ ثانیه	۹۴	واسرشته‌سازی	۲
۳۰ ثانیه	۵۸	اتصال آغازگر	۳
۴۵ ثانیه	۷۲	بسط	۴

مراحل دو تا چهار، ۳۵ بار تکرار گردید.

synthesis kit " تولیدی شرکت فرمنتاز استفاده شد. انجام Real time PCR توسط دستگاه Step one plus ساخت شرکت Applied Biosystem 7500 ساخت کشور آمریکا طبق برنامه جدول استفاده شد. روش بررسی تغییرات بیان ژن در این پژوهش روش $\Delta\Delta CT$ (آستانه مقایسه‌ای) و نسبت به بیان ژن بتا اکتین بود. درروش مقایسه نسبی تفاوت نسبی نمونه مورد آزمایش در مقابل نمونه‌ی کنترل انجام گردید (Pfaffi، ۲۰۰۱).کلیه داده‌های جمع‌آوری‌شده در طول آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Excel وارد کامپیوتر گردید. پس از محاسبات لازم برای صفات موردبررسی در تیمارها آنالیز واریانس تحت نرم‌افزار SAS (۲۰۰۹) انجام شد. تبدیل داده برای صفاتی که توزیع آن نرمال نبود اعمال گردید. در مواردی که نتیجه تجزیه واریانس نشان‌دهنده معنی‌دار بودن اثر متغیرهای مستقل روی بروز صفت بود از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و تحت نرم‌افزار SAS استفاده شد.

مدل مورد استفاده برای تجریه آماری هر صفت مورد مطالعه عبارت بود از :

$$y_{ijkl} = \mu + a_i + b_j + c_k + ab_{ij} + ac_{ik} + bc_{jk} + abc_{ijk} + e_{ijkl}$$

که در آن y_{ijkl} مقدار هرمشاهده از متغیر اندازه گیری، μ میانگین کل، a_i سطح i فاکتور کیفیت آب، b_j سطح j فاکتور سویه ،c_k سطح k فاکتور ماده افزودنی، ab_{ij}، ac_{ik} ، bc_{jk} و abc_{ijk}اثرات متقابل فاکتورهای مورد بررسی و e_{ijkl} مقدار خطای باقیمانده می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج این پژوهش (جدول ۵) نشان داد که افزایش سطح کل جامدات محلول در آب در میانگین خوراک مصرفی روزانه در دوره سنی ۸ تا ۲۸ و ۲۹ تا ۴۲ تأثیر معنی‌داری نداشت. همچنین میانگین خوراک مصرفی روزانه تحت تأثیر سطوح مختلف بتائین قرار نگرفت. اثر سویه بر میانگین دان مصرفی در هر دو دوره پرورش معنی‌دار شد (P< ۰/۰۵). سویه تجارتی راس بیشتر از سویه تجارتی آرین دان مصرف کرد (P< ۰/۰۵). نتایج این تحقیق با گزارش‌های Maiorka و همکاران (۲۰۰۴) ، Ahmad (۲۰۱۳) و Ahmedو Abdel-Rahman (۲۰۰٤) در خصوص عدم تأثیر معنی‌دار کیفیت بد آب بر روی خوراک مصرفی یکسان بود. رکنی و همکاران (۱۳۸۰) و Talha و همکاران (۲۰۰۸) مصرف کمتر خوراک مصرفی با افزایش TDS آب را گزارش نمودند.Morsy و همکاران (۲۰۱۲) کاهش مصرف خوراک از ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کل جامدات محلول در آب در مرغ‌های تخم‌گذار را اعلام کردند. در خصوص اثر سطح بتائین جیره بر روی خوراک مصرفی نتایج آزمایش با گزارش Yusef و همکاران (۲۰۰۸) یکسان بود، بتائین افزودنی تأثیر معنی‌داری بر روی خوراک مصرفی جوجه‌ها نداشت، این نتایج با گزارش Wang (۲۰۰۰) مغایر بود. سویه تجارتی راس خوراک مصرفی بیشتری نسبت به سویه تجارتی آرین داشت (یعقوب فر و همکاران، ۱۳۹۱).

مقایسه میانگین وزن بدن جوجه‌ها در ۲۸ و ۴۲ روزگی نشان داد که با افزایش سطح کل جامدات محلول در آب تا ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی در سطح ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر وزن بدن جوجه‌ها، کاهش‌یافته و این تفاوت معنی‌دار شد (P<۰/۰۵). با افزودن بتائین به جیره، میانگین وزن بدن در هر دو دوره افزایش یافت ولی این افزایش فقط در سن ۴۲ روزگی معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). این نتیجه با گزارش Maksoud و همکاران (۱۹۹۲) مغایرت دارد.Morsy و همکاران (۲۰۱۲) کاهش وزن بدن از ۶۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر کل جامدات محلول را گزارش کردند. پور رضا (۱۳۷۱) وAhmed (۲۰۱۳) نتایج مشابهی با غلظت ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر آب شرب (TDS) جوجه‌ها به دست آوردند. در این آزمایش افزایش بتائین در جیره بر روی وزن بدن بخصوص در دوره دوم پرورش اثر افزایشی بود. از تأثیرات مثبت افزودن بتائین به جیره می‌توان به اثر بتائین جهت تامین کننده عامل متیل در ساخت بعضی از متابولیت ها مثل کراتین و کارنتین اشاره کرد. ازجمله تحقیقاتی که با این نتیجه یکسان بود می‌توان به نتایج Mahmoudnia وMadani (۲۰۱۲)، Garcia و همکاران (۲۰۰۰) در جوجه گوشتی، Wang (۲۰۰۰) در اردک گوشتی و ,Zou و Lu (۲۰۰۲) در مرغ‌های تخم‌گذار وAlahgholi و همکاران (۲۰۱۴) بر روی جوجه گوشتی اشاره کرد. محققین دیگری (میاحی و معتمد، ۱۳۸۹ و Yusef و همکاران ،۲۰۰۸) بی‌تأثیر بودن بتائین را روی افزایش وزن روزانه اعلام نمودند.

جدول ٤- اجزای تشکیل دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره طول آزمایش

ترکیبات (درصد)	آغازین (۱ تا ۷ روزگی)		میانی (۸ تا ۲۸ روزگی)		پایانی (۲۹ تا ۴۲ روزگی)	
	آرین	راس	آرین	راس	آرین	راس
ذرت	۵۶	۵۵/۹۹	۵۹/۳۰	۵۶	۶۲/۰۰	۶۱
کنجاله سویا	۳۸/۰۰	۳۷/۳۳	۳۴/۴۴	۳۶/۷	۳۱/۸	۳۱/۸۸
روغن سویا	۱/۶	۱/۸	۲/۱	۲/۷۲	۲/۱	۲/۷۲
کربنات کلسیم	۰/۹۵۰	۱/۲۷	۰/۹۰۰	۱/۰۲	۱/۱	۱/۰۲
دی کلسیم فسفات	۱/۹	۲/۱	۱/۸۰۰	۱/۸۲	۱/۸	۱/۷
نمک	۰/۲۶۶	۰/۲۱	۰/۲۵۰	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۲۱
بی‌کربنات سدیم	۰/۲	۰/۲۵	۰/۲۵۰	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲۵
دی ال متیونین	۰/۲۷	۰/۲۹	۰/۱۷۵	۰/۲۲	۰/۱۷۵	۰/۱۹
ال لایزین	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۲۲۵	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۳
مکمل‌های ویتامینه و معدنی[1]	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
جمع کل مواد	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

ترکیب مواد مغذی جیره

	آغازین (۱ تا ۷ روزگی)		میانی (۸ تا ۲۹ روزگی)		رشد (۲۹ تا ۴۲ روزگی)	
	آرین	راس	آرین	راس	آرین	راس
انرژی قابل متابولیسم (kcal/kg)	۲۸۵۱	۲۹۵۸	۲۹۳۷	۲۹۰۰	۲۹۶۵	۲۹۵۸
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۲۳	۲۲/۲۳	۲۰/۳۹	۲۰/۸	۱۸/۵	۱۹/۰۳
کلسیم (درصد)	۱/۰۶	۱/۰۵	۰/۹	۰/۹	۰/۹	۰/۸۶
فسفر زیست فراهم (درصد)	۰/۵	۰/۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۲
متیونین (درصد)	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۴۸	۰/۵۱	۰/۴۷	۰/۴۶
متیونین + سیستین (درصد)	۰/۹۹	۰/۹۹	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۷۸	۰/۸
لایزین (درصد)	۱/۲۸	۱/۲۶	۱/۱۰	۱/۱	۱	۰/۹۶
سدیم (درصد)	۰/۱۸	۰/۱۷	۰/۲۱	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
کلر (درصد)	۰/۲۰	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۱۷۲	۰/۱۹	۰/۱۷
پتاسیم (درصد)	۰/۸۵	۰/۸۸	۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۷۶	۰/۸
تعادل کاتیون- آنیون	۲۳۶	۲۵۱	۲۴۲	۲۵۴	۲۲۷	۲۳۱

منبع: راهنمای پرورش سویه تجارتی راس ۳۰۸ و آرین

جدول۵- اثر TDS، بتائین و سویه بر میانگین دان مصرفی، ، وزن بدن ، ضریب تبدیل غذایی وآب مصرفی در ۸ تا ۲۸ روزگی و ۲۹ تا ۴۲ روزگی

اثرات اصلی	خوراک مصرفی روزانه (گرم)		وزن بدن (گرم)		ضریب تبدیل غذایی		آب مصرفی سانتی‌متر مکعب	
	۸ تا ۲۸ روزگی	۲۹ تا ۴۲ روزگی	۲۸ روزگی	۴۲ روزگی	۲۸ روزگی	۴۲ روزگی	۸ تا ۲۸ روزگی	۲۹ تا ۴۲ روزگی
سطح TDS (میلی‌گرم در لیتر)								
۴۰۰	۸۰	۱۶۰	۱۱۶۲ ^{a}	۲۲۱۰ ^{a}	۱/۵۵ ^{b}	۱/۸۰ ^{b}	۱۵۰ ^{b}	۲۷۹ ^{b}
۲۰۰۰	۸۲	۱۶۲	۱۱۶۹ ^{a}	۲۲۹۵ ^{a}	۱/۵۲ ^{b}	۱/۷۵ ^{b}	۱۵۱ ^{b}	۲۸۲ ^{b}
۳۵۰۰	۸۱	۱۵۸	۱۱۱۸ ^{b}	۱۹۱۰ ^{b}	۱/۶۷ ^{a}	۲/۰۵ ^{a}	۱۶۰ ^{a}	۲۹۸ ^{a}
SEM	۱/۶۸	۲/۳۲	۶۱	۷۴	۰/۳۵	۰/۴۲	۴/۲۸	۶/۴۱
p-valu	۰/۸۸۵	۰/۶۴۸	۰/۰۳	۰/۰۱۵	۰/۰۲۷	۰/۰۳۸	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹
بتائین اضافه‌شده به جیره (درصد)								
صفر	۸۰	۱۶۱	۱۱۲۲	۲۱۷۰b	۱/۵۹	۱/۸۸ a	۱۵۴	۲۸۹
۰/۲	۸۲	۱۶۰	۱۱۸۰	۲۲۹۵ ^{a}	۱/۵۳	۱/۷۳ ^{b}	۱۵۳	۲۸۴
SEM	۲/۰۱	۳/۳۹	۷۰	۸۱	۰/۳۲	/۳۹	۵/۶۶	۸/۶۲
p-valu	۰/۱۴۵	۰/۲۹۱	۰/۰۷۵	۰/۰۳۶	۰/۳۱۲	۰/۰۲۴	۰/۲۱۵	۰/۴۴۹
سویه								
آرین	۷۳ ^{b}	۱۵۰ ^{a}	۹۸۰ ^{a}	۱۸۴۰ ^{b}	۱/۶۲ ^{a}	۲/۱۱ ^{a}	۱۴۴ ^{b}	۲۷۹ ^{b}
راس	۸۸ ^{a}	۱۷۳ ^{a}	۱۲۱۰ ^{b}	۲۳۸۰ ^{a}	۱/۵۰ ^{b}	۱/۸۰ ^{b}	۱۶۳ ^{a}	۲۹۴ ^{a}
SEM	۲/۱۳	۳/۴۶	۶۶	۸۵	۰/۲۸	۰/۳۰	۴/۵۸	۸/۲۲
p-valu	۰/۰۳۲	۰/۰۳۹	۰/۰۲۹	۰/۰۳۱	۰/۰۳۳	۰/۰۲۸	۰/۰۲۲	۰/۰۲۷

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

میانگین وزن بدن در جوجه‌های سویه راس در ۲۸ و ۴۲ روزگی بیشتر از سویه آرین بود ($P>۰/۰۵$). اثر متقابل کل جامدات محلول و بتائین بر روی وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و آب مصرفی معنی‌دار شد ($P >۰/۰۵$) بهترین وزن بدن سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۲ درصد بتائین و بدترین ضریب تبدیل غذایی مربوط به سطح ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدون بتائین افزودنی در جیره بود.

جدول٦- اثرات متقابل TDS، بتائین و سویه بر میانگین دان مصرفی، ، وزن بدن، ضریب تبدیل غذایی و آب مصرفی در ۸ تا ۲۸ روزگی و ۲۹ تا ٤٢ روزگی

اثرات متقابل	خوراک مصرفی روزانه (گرم)		وزن بدن (گرم)		ضریب تبدیل غذایی		آب مصرفی سانتی‌متر مکعب	
	۸ تا ۲۸ روزگی	۲۹ تا ۴۲ روزگی	۲۸ روزگی	۴۲ روزگی	۲۸ روزگی	۴۲ روزگی	۸ تا ۲۸ روزگی	۲۹ تا ۴۲ روزگی
بتائین× TDS								
صفر×۴۰۰	۱۶۳۸	۲۱۱۴	۱۰۹۰ ^{b}	۲۱۶۰^{b}	۱/۷۳ ^{ab}	۱/۸۴^{ab}	۱۵۰^{b}	۲۸۱^{b}
۴۰۰×۰/۲	۱۵۹۶	۲۰۸۶	۱۱۳۶ ^{b}	۲۱۷۷^{b}	۱/۶۶^{ab}	۱/۷۹^{ab}	۱۵۱^{b}	۲۷۷^{a}
صفر ×۲۰۰۰	۱۶۲۷	۲۰۸۰	۱۱۳۸ ^{b}	۲۲۱۰^{b}	۱/۶۵ ^{ab}	۱/۸۰ ^{ab}	۱۵۷^{a}	۲۸۵^{a}
۲۰۰۰×۰/۲	۱۶۱۷	۲۱۵۶	۱۲۰۹^{a}	۲۳۰۱^{a}	۱/۶۰^{b}	۱/۷۰^{b}	۱۴۶^{b}	۲۷۹^{b}
صفر×۳۵۰۰	۱۶۳۸	۲۰۴۴	۱۱۲۲b	۲۱۲۷c	۱/۸۲^{a}	۱/۹۳^{a}	۱۵۶^{a}	۳۰۰^{a}
۳۵۰۰×۰/۲	۱۶۵۹	۲۱۲۸	۱۱۳۶^{b}	۲۱۵۶^{b}	۱/۷۳^{ab}	۱/۸۵^{ab}	۱۶۴^{a}	۲۹۸^{a}
SEM	۴۳/۵	۵۵/۴	۶۰/۵	۷۱/۸	۰/۱۱	۰/۱۴	۴/۷	۶/۵
p-valu	۰/۱۲۹	۰/۱۶۵	۰/۰۳۵	۰/۰۲۸	۰/۰۱۹	۰/۰۳۳	۰/۰۲۲	۰/۰۱۹
سویه× TDS								
آرین ×۴۰۰	۱۵۷۵ ^{b}	۲۰۸۶ ^{b}	۹۷۷^{d}	۱۹۳۸^{c}	۱/۸۱^{ab}	۱/۸۲^{bc}	۱۴۰^{c}	۲۶۷^{c}
راس×۴۰۰	۱۸۲۷ ^{a}	۲۳۹۴ ^{a}	۱۳۵۰^{a}	۲۴۴۲^{b}	۱/۶۹^{c}	۱/۷۱^{c}	۱۶۰^{a}	۲۸۴^{b}
آرین ×۲۰۰۰	۱۵۹۶ ^{b}	۲۱۰۰^{b}	۱۰۴۳^{c}	۱۹۵۲^{c}	۱/۷۲^{bc}	۱/۹۰^{b}	۱۴۲^{c}	۲۸۰^{b}
راس× ۲۰۰۰	۱۸۶۹ ^{a}	۲۴۰۸^{a}	۱۳۵۴^{a}	۲۵۲۷^{a}	۱/۶۹^{c}	۱/۶۴^{c}	۱۶۱^{a}	۲۹۱^{b}
آرین×۳۵۰۰	۱۵۷۵ ^{b}	۱۹۸۸^{b}	۹۸۱^{d}	۱۸۴۱^{d}	۱/۸۴^{a}	۲/۱۱^{a}	۱۵۱^{b}	۲۸۹^{b}
راس×۳۵۰۰	۱۹۳۲^{a}	۲۴۶۴^{a}	۱۲۹۵^{ab}	۲۴۰۴^{b}	۱/۷۵^{ab}	۱/۹۵^{b}	۱۶۸^{a}	۳۰۹^{a}
SEM	۴۳/۴	۵۶/۴	۴۶/۴	۸۱	۰/۱۷	۰/۲۲	۳/۲۸	۵/۹۶
p-valu	۰/۰۳۱	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵	۰/۰۳۴	۰/۰۲۲	۰/۰۲۹	۰/۰۱۶	۰/۰۲۵
سویه× بتائین								
آرین×صفر	۱۵۷۵^{b}	۲۰۳۰^{b}	۹۶۷^{d}	۱۸۴۰^{b}	۱/۸۶^{a}	۲/۰۳^{a}	۱۴۳^{b}	۲۸۰^{b}
راس×صفر	۱۸۹۰^{a}	۲۴۵۰^{a}	۱۲۷۰^{b}	۲۴۴۹^{a}	۱/۷۱^{ab}	۱/۸۷^{ab}	۱۶۴^{a}	۲۹۶^{a}
آرین×۰/۲	۱۵۹۶^{b}	۲۱۱۴^{b}	۱۰۳۴^{d}	۱۹۲۲^{b}	۱/۷۸^{ab}	۱/۹۴^{ab}	۱۴۵^{b}	۲۷۶^{b}
راس×۰/۲	۱۸۶۹^{a}	۲۳۹۴^{a}	۱۳۳۰^{a}	۲۴۶۶^{a}	۱/۶۵^{b}	۱/۷۸^{b}	۱۶۲^{a}	۲۹۳^{a}
SEM	۴۴/۲	۵۳/۵	۵۹/۴	۷۴/۲	۰/۰۵	۰/۰۷	۳/۴	۴/۹
p-valu	۰/۰۳۶	۰/۰۳۱.	۰/۰۱۸	۰/۰۲۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳۱	۰/۰۳۲	۰/۰۳۱

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (P <۰/۰۵).

ضریب تبدیل غذایی با افزایش سطح کل جامدات محلول در آب، در تمامی سنین تا غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوت معنی‌داری نداشت ولی با افزایش به سطح ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، افزایش معنی‌داری مشاهده گردید ($P<0/05$). احتمالاً حد ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (*TDS*) که در منابع برای آستانه حد مطلوب کیفیت آب آورده شده است در سویه‌های جدید باید تجدیدنظر گردد. در سن ۴۲ روزگی تفاوت میانگین ضریب تبدیل غذایی بین گروه شاهد و ۰/۲ درصد بتائین معنی‌دار شد ($P<0/05$). افزودن بتائین به جیره باعث بهبود در ضریب تبدیل خوراک شد. تفاوت ضریب تبدیل خوراک بین سویه راس و آرین معنی‌دار بود ($P<0/05$). خصوصیت مقاومت اسمزی و محافظت از غشاء موکوسی دیواره روده توسط بتائین موجب افزایش مواد جذب‌شده گردیده و از طرف دیگر باعث صرفه‌جویی در میزان مواد دفعی آندوژنوس می‌شود.

با افزایش غلظت کل جامدات محلول در آب آشامیدنی جوجه‌ها بیشتر از ۳۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ، اثر مفید بتائین بر روی وزن بدن تأثیرگذارتر بود. دلیل این نتایج را می‌توان بهبود شرایط روده‌ها و دستگاه گوارش به خاطر اثر بتائین دانست (Augustine و همکاران ،۱۹۹۷ و Eklund و همکاران ،۲۰۰۵ و Xu و Yu ، ۲۰۰۰). در جوجه‌های گوشتی مبتلابه کوکسیدیوز ، بتائین افزودنی قابلیت هضم متیونین (Augustine و Danforth ، ۱۹۹۹) ، پروتئین،لیزین، چربی و کاروتنوئید را افزایش داد (Remus و همکاران، ۱۹۹۵). در صورت بالا بودن سدیم وکلسیم آب آشامیدنی، اثر منفی بر روی ضریب تبدیل خوراک دارد (Nickolas، ۱۹۹۸و Augustine و همکاران ۱۹۹۷ و Honarbakhsh و همکاران ۲۰۰۷). در آزمایشی که توسط یعقوب فر و همکاران (۱۳۹۱) انجام شد گزارش گردید سویه راس ۳۰۸ دارای راندمان استفاده از انرژی و پروتئین بیشتری نسبت به سویه آرین می‌باشد. احتمالاً بهبود ضریب تبدیل خوراک در سویه راس به همین دلیل است.

مقدار آب مصرفی روزانه با افزایش سطح کل جامدات محلول هم در دوره اول و هم در دوره دوم پرورش افزایش یافت ($P<0/05$). ولی اثر بتائین معنی‌دار نشد. میانگین آب مصرفی در جوجه‌های نژاد راس بطور معنی‌دار از نژاد آرین در هر دو دوره پرورش بیشتر بود ($P<0/05$). اثر متقابل بتائین TDS معنی دار بود. بتائین افزودنی به جیره توانست مقدار آب مصرفی جوجه ها در غلظت TDS، ۴۰۰ در سن ۲۹ تا ۴۲ روزگی و TDS، ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر هم در سن ۸ تا ۲۸ روزگی و هم در سن ۲۹ تا ۴۲ روزگی را در جوجه ها کاهش دهد. Alahgholi و همکاران (۲۰۱۴) و Honarbakhsh وهمکاران (۲۰۰۷) اثر متقابل بتائین و TDS بر روی آب مصرفی را معنی دار گزارش نکردند. Morsy و همکاران (۲۰۱۲) ، Talha و همکاران (۲۰۰۸) و Maksoud و همکاران (۱۹۹۲) نیز در دوره‌های رشد و پایانی جوجه‌های گوشتی نتایج مشابهی را اعلام نمودند. افزایش میزان سدیم در آب آشامیدنی، نیاز حیوان به آب جهت دفع کلیوی سدیم را بیشتر می‌نماید (Hazon و Flik ، ۲۰۰۲). افزایش غلظت کلرورسدیم در نواحی هیپوتالاموس و نزدیک بطن مغزی موجب بروز تشنگی گشته که در این پدیده آنژیوتانسین II دخالت دارد. این هورمون باعث بروز تشنگی می‌شود (زنده روح کرمانی و میرسلیمی ۱۳۹۴).

درصد تلفات تحت تاثیرسطوح مختلف کل جامدات محلول در آب و اثر سویه قرار گرفت ($P<0/05$). بیشترین درصد تلفات مربوط به سطح ۳۵۰۰ و کمترین آن مربوط به سطح ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول شماره ۷). این نتایج با تحقیقات مورسی و همکاران (۲۰۱۲) هم خوانی ولی با نتایج Maksoud و همکاران (۱۹۹۲) و Honarbakhsh و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت نداشت. Nickolas (۱۹۹۸) در تحقیقی گزارش کرد درصورتی‌که میزان مواد جامد محلول در آب (TDS) بیش از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد تأثیر زیادی بر روی افزایش درصد تلفات دارد. تلفات کالبدگشایی شده در جوجه‌ها بیشتر عوارض تورم شدید کلیه‌ها و پرخونی دستگاه گوارش را نشان داد در جوجه‌های سویه آرین عوارض ناهنجاری آسیت بیشتر از سویه راس بود، (یعقوب فر و همکاران، ۱۳۹۱) .

در سن ۲۸ و ۴۲ روزگی اثر افزایش سطح کل جامدات محلول

در آب ، بتائین افزودنی و سویه بر روی درصد رطوبت فضولات معنی‌دار بود (P <۰/۰۵).افزایش کلرورسدیم و کل جامدات محلول در آب آشامیدنی باعث افزایش مصرف آب و درنتیجه دفع بیشتر آب می‌شود. نتیجه این روند بیشتر شدن درصد رطوبت فضولات می‌باشد(Maksoud و همکاران،۱۹۹۲).

جدول ۷- اثرات TDS، بتائین و سویه بر میانگین درصد تلفات و درصد رطوبت فضولات

دوره	درصد تلفات		درصد رطوبت فضولات	
	۸ تا ۲۸ روزگی	۲۹ تا ۴۲ روزگی	۲۸ روزگی	۴۲ روزگی
سطح TDS (میلی‌گرم در لیتر)				
۴۰۰	۲/۱۸ b	۵/۱۵ c	۸۰/۳۳ b	۸۱/۸۹ b
۲۰۰۰	۳/۰۴ a	۷/۱۱ b	۸۲/۷۶ ab	۸۲/۳۶ ab
۳۵۰۰	۳/۲۳ a	۸/۴۹ a	۸۴/۴۵ a	۸۵/۹۳ a
SEM	۰/۳۱	۰/۶۹	۲/۵۲	۲/۳۳
p-valu	۰/۰۳۶	۰/۰۱۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳۵
بتائین اضافه‌شده به جیره (درصد)				
صفر	۲/۲۴	۶/۲۳	۸۴/۵۲ a	۸۴/۲۱ a
۰/۲	۲/۱۱	۵/۷۱	۸۱/۸۹ b	۸۲/۲۲ b
SEM	۰/۲۸	۰/۳۱	۲/۸۸	۲/۴۱
p-valu	۰/۹۳۶	۰/۸۶۴	۰/۰۳۱	۰/۰۳۹
سویه				
آرین	۳/۳۲ a	۹/۸۶ a	۸۳/۳۳ a	۸۴/۲۰ a
راس	۱/۰۴ b	۲/۰۷ b	۸۲/۰۶ b	۸۲/۶۶ b
SEM	۰/۱۱	۰/۲۵	۲/۷۸	۳/۰۶
p-valu	۰/۰۱۸۲	۰/۰۲۹	۰/۰۳۸	۰/۰۲۶

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است (P <۰/۰۵).

میانگین فراسنجه های خونی در سن ۴۲ روزگی مشخص نمود که با افزایش سطح کل جامدات در آب آشامیدنی جوجه‌ها، غلظت سدیم افزایش یافت (P <۰/۰۵). میانگین غلظت پتاسیم و کلسیم خون جوجه‌ها تحت تأثیر افزایش TDS قرار نگرفت. سطح ۰/۲ درصد بتائین در خوراک ، میزان سدیم خون را بطور معنی‌داری در سن ۴۲ روزگی کاهش داد (P <۰/۰۵). میانگین غلظت سدیم، پتاسیم و کلسیم در سویه‌های آرین و راس معنی‌دار نشد (جدول شماره ۸). Talha و همکاران (۲۰۰۸) نتیجه مشابهی در خصوص سدیم و کلسیم خون جوجه‌ها و مغایر با نتیجه پتاسیم ارائه نمودند.

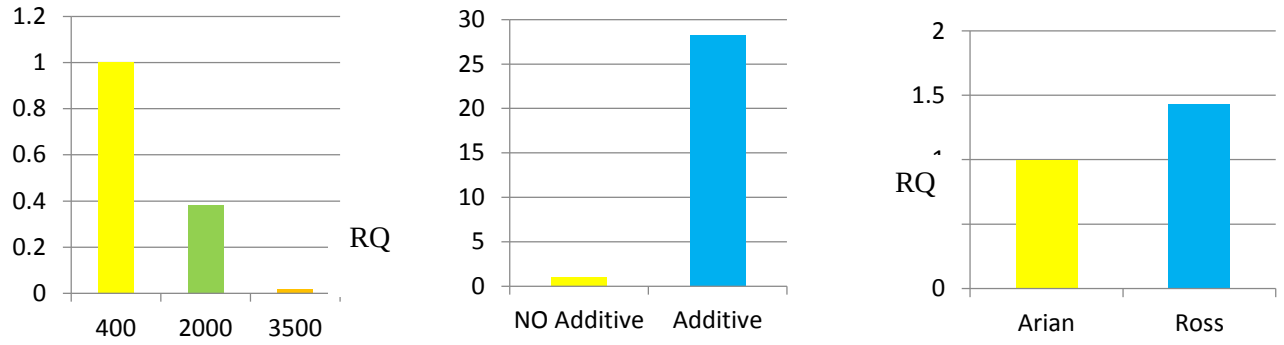
Sayed وDowning (۲۰۱۱) گزارش کردند وقتی غلظت الکترولیت‌های سدیم و پتاسیم در بدن پرنده تغییر می‌کند بتائین می‌تواند نقش مهمی در حفظ غلظت الکترولیت‌های خون داشته باشد. نتایج بدست آمده گزارش نصراللهی بروجنی و همکاران (۱۳۷۶) را مبنی بر عدم تفاوت معنی‌دار پتاسیم در خون جوجه‌هایی را که از سطح شوری ۹۰۰ تا ۹۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر دریافت کرده بودند تائید می‌نماید.

جدول ۸- اثرات بتائین ، TDS و سویه بر میانگین فراسنجه های خونی کلسیم ، سدیم و پتاسیم در سن ۴۲ روزگی

فراسنجه خونی	Na میلی اکی والان در لیتر	K میلی اکی والان در لیتر	Ca میلی‌گرم در دسی لیتر
سطح TDS (میلی‌گرم در لیتر)			
۴۰۰	۱۴۹ [b]	۵/۳۶	۱۰/۲۰
۲۰۰۰	۱۵۵ [ab]	۵/۸۱	۱۰/۴۵
۳۵۰۰	۱۶۱ [a]	۶/۴	۹/۸۶
SEM	۲/۷۱	۰/۱۳	۰/۲۵
p-valu	۰/۰۲۵	۰/۱۳۰	۰/۱۵۰
بتائین اضافه‌شده به جیره (درصد)			
صفر	۱۵۶ [a]	۵/۷۹	۱۰/۲
۰/۲	۱۳۲ [b]	۷/۰۴	۱۰/۰۸
SEM	۳/۱۶	۰/۲۴	۰/۳۱
p-valu	۰/۰۱۱	۰/۰۶۶	۰/۱۶۰
سویه			
آرین	۱۴۹	۵/۹	۱۰/۳
راس	۱۴۳	۷/۱۴	۱۰/۰۱
SEM	۳/۲۹	۰/۲۶	۰/۲۹
p-valu	۰/۲۱۵	۰/۰۹۳	۰/۱۳۳

a-b: حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار است ($P < ۰/۰۵$).

نتایج آزمایش بیان ژن آنزیم بتائین هموسیستئین متیل ترانسفراز (BHMT) حاصل از آزمایش Real time PCR در شکل (شماره ۱) نشان داد که بیان ژن این آنزیم درکبد جوجه‌هایی که آب آشامیدنی با سطح کل جامدات ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر دریافت کرده بودند بیشترین و سطح ۳۵۰۰ میلی‌لیتر در لیتر کمترین بیان را داشت. افزودن بتائین به جیره هم باعث کاهش بیان ژن آنزیم 'BHMT گردید. همچنین مقایسه دو سویه آرین و راس نشان داد که بیان ژن آنزیم در سویه آرین کمتر از سویه راس است. توانایی تنظیم اسمز بالا توسط بتائین همبستگی با فعالیت و بیان ژن BHMT دارد. این کاهش بیان در اثر افزایش نمک و هورمون‌های کورتیکوسترون صورت می‌گیرد (Fridman و همکاران ۲۰۱۲). اسمز پائین در انسان باعث فعال شدن رسپتورهای آنزیم BHMT می‌گردد (Hoffmann و همکاران، ۲۰۰۷). Halima و همکاران (۲۰۱۸) و Kidd و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که در جیره‌های کم متیونین افزایش فعالیت BHMT در طیور وجود دارد. با اضافه شدن شوری آب در روده خوک‌ها بیان ژن BHMT در کبد و کلیه کاهش و بتائین اضافی صرف مقابله با اسمز بالا می‌شود (Delgado و Timothy ، ۲۰۰۴). با افزایش شوری و فشار اسمزی در محوطه دستگاه گوارش و بافت‌ها، سلول‌های بدن بصورت خودکار برای حفظ شرایط متعادل اقدام به نگهداری بتائین می‌کنند. یکی از اصلی‌ترین راه‌های این کار کاهش بیان ژن آنزیم BHMT می‌باشد (Eklund و همکاران، ۲۰۰۵).



شکل ۱- تغییرات بیان ژن آنزیم BHMT تحت تأثیر مقادیر TDS، بتائین و سویه **جنس**

نتیجه‌گیری کلی

در صورت افزایش TDS آب به سطح ۳۵۰۰، عوارض منفی در عملکرد جوجه‌ها مشاهده می‌شود.کاهش معنی داری در عملکرد جوجه های گوشتی که آب شرب با TDS ، ۲۰۰۰ میلی گرم در لیتر مصرف کرده بودند، دیده نشد. بین سویه راس و آرین ازنظر مقاومت در مقابل بالا بودن TDS آب شرب تفاوتی در بهبود عملکرد مشاهده نگردید. با افزایش TDS آب شرب در جوجه‌های گوشتی تا سطح ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر مانند انسان و خوک و بیشتر گیاهان در جوجه‌های گوشتی واکنشی به بالا رفتن شوری آب وجود دارد. این پاسخ طبیعی کاهش بیان ژن در آنزیم BHMT می‌باشد که نتیجه نهائی آن حفظ بتائین در بافت‌ها برای ایجاد مقابله با اثرات منفی آب‌شور است.

منابع

پور رضا، ج. ادریس، م ع.(۱۳۷۱). اثر نمک طعام غذا و آب بر عملکرد مرغ‌های تخم‌گذار. مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۵، ۲۵-۳۳.

رکنی، ح.، ش، رحیمی. م. م، کیانی. ا. ح، چیذری و ا، شیری. ۱۳۸۰. ارزیابی آب شرب مزارع مرغ مادر گوشتی استان تهران، مجله دامپزشکی دانشگاه تهران. ۵۶، ۱، ۴۰-۳۷.

زنده روح کرمانی، ر و میرسلیمی س. م. ۱۳۷۴. فیزیولوژی پرندگان. ویرایش چهارم. واحدآموزش وپژوهش معاونت کشاورزی سازمان اقتصادی کوثر. ۶۸۹ صفحه.

میاحی، م. معتمد. ن.(۱۳۸۹). تأثیر بتایین بر عملکرد جوجه‌های گوشتی. مجلهٔ علوم دانشگاه شهید چمران اهواز، شمارهٔ ۲۷

میاحی، م. طلازاده، ف. و عبدالشاه، م.(۱۳۹۶). مقایسه‌ی عملکرد سه سویه‌ی جوجه‌ی گوشتی در ایران. مجله دامپزشکی ایران، دوره سیزدهم، شماره ۴۰

نصراللهی بروجنی، ه. ۱۳۷۶. اثر کیفیت آب مناطق مختلف استان اصفهان بر روی عملکرد جوجه های گوشتی. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم دامی. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

یعقوب فر، ا. نوری امام زاده ع. وزیری گوهر، م. (۱۳۹۱). اثرات انرژی قابل متابولیسم ظاهری و حقیقی تصحیح شده برای ازت و اسیدآمینه قابل‌هضم و کل، بر عملکرد، بازده انرژی و پروتئین در سویه‌های تجاری گوشتی راس ۳۰۸ و آرین. نشریه دانش و پژوهش علوم دامی، پاییز و زمستان ۱۳۹۱، شماره ۱۱، صفحه ۵۶-۴۳

Ahmed MM, Abdel-Rahman MA. (2004).Effect of drinking natural saline groundwater on growth performance, behavior and some blood parameters in rabbits reared in new reclaimed lands of arid areas in Assiut Governorate. Assiut Univ Bull Environ Res, 7, 125-135.

Ahmed, A.S.(2013). Performance and immune response of broiler chicks as affected by different levels of total dissolved solids in drinking water under hot arid environments. *Animal Prod Science*, 53, 322-327.

Alahgholi, M. Tabeidian, SA. Toghyani, M and Ale Saheb Fosoul, S. (2014). Effect of betaine as an osmolyte on broiler chickens exposed to different levels of water salinity. Archiv Tierzucht 57 (4), 1-12.

Augustine, P.C. McNaughton, J.L. Virtanen, E. and Rosi, L.(1997). Effects of betaine on the growth performance of chicks inoculated with mixed cultures of avian Eimeria species and on invasion and development of Eimeria tenella and Eimeria acervulina in vitro and in vivo. *Poultry Science*. 76, 802-809.

Augustine, P.C. and Danforth, H.D.(1999). Influence of betaine and salinomaycin on intestinal absorption of methionine and glucose and on the ultrustructure of intestinal cells and parasite developmental stages in chicks infected with Eimeria acervulina. Avian Diseases 43, 89-9.

Delgado-Reyes, V. and Timothy, A.(2004). High Sodium Chloride Intake Decreases Betaine-Homocysteine Methyltransferase Expression in Guinea Pig Liver and Kidney. Cassandra Garrow Department of Food Science and Human Nutrition, University of Illinois, Urbana, IL61801 Articles in Press. Am J Physiology Regul Integr Comp Physiology, 1152

Eaton A.D. Franson M.A.(2005).Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed., 135-140, American Public Health Association, USA. 2005.

Emmert J.L. Garrow T. A. and Baker D.H.(1996) Hepatic betaine-homocysteine methyltransferase activity in the chicken is influenced by dietary intake of sulfur amino acids, choline and betaine. *Journal of Nutrition* 126(8):2050-8

Eklund M, Bauer E, Wamatu J and Mosenthin R (2005) Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. Nutrition research reviews 18, 31-48

Garcia MN, Petsi GM & Bakalli RI (2000) Influence of dietary protein level on the broiler chickens's response to methionine and betaine supplements. *Poultry Science* 79, 1478-1484.

Grizzle, J.M. Armbrust, M.A. and Saxton, A.M.(1997). The effect of water nitrite and Bactria on broiler breeder performance. *Applied Poultry Science* 32:218-225

Gray, James R. (2004). "Conductivity Analyzers and Their Application". Wiley. pp. 491–510. ISBN 978-0-471-46354-2. Retrieved 10 May 2009.

Halima A, Yun H. Zhen H. Qinwei S. Abdulrahman A. Idriss, Nagmeldin A. Omer, Yibo Zong, and Ruqian Z. (2018). Dietary betaine supplementation increases adrenal expression of steroidogenic acute regulatory protein and yolk deposition of corticosterone in laying hens. *Poultry Science* 96:4389–4398.

Hazon, N. and Flik, G.(2002). Osmoregulation and drinking in vertebraytes. First edn. Bios Scientific publishers, UK.190 pages.

Hoffmann, L. Heldt, K. Lornejad-Schäfer, M.R. Brauers, G. Gehrmann, T. Garrow, T.A. Häussinger, D, Mayatepek, E. Schwahn, B.C. Schliess, F. (2007). Osmotic regulation of betaine homocysteine-S-methyltransferase expression in H4IIE rat hepatoma cells. *American Journal of Physiology*. Gastrointestinal and Liver Physiology. 292(4):G1089-98

Honarbakhsh S, Zaghari M, Shivazad M (2007) Can Exogenous Betaine Be an Effective Osmolyte in Broiler Chicks under Water Salinity Stress? *Asian- Australian Journal Animal Science* 20,1729-1737

Konca Y, Kinkpinar F (2008) Effect of Betaine on performance carcass, bone and blood characteristics of Broilers during natural summer temperature. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 7: 930-937

Mahmoudnia, N. Madani, Y. (2012). Effect of Betaine on performance and carcass composition of broiler chicken in warm weather. *International Journal of AgriScience* Vol. 2(8): 675-683

Maiorka A, Magro N, Bartles H, Kessler A and Penz J (2004) Different sodium levels and electrolyte balances in Pre-starter diets for broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science* 6, 143-146.

Maksoud AM, Maie FA, Mekkawy M.Y and Afifi M (1992). Archiv-fur-Geflugelkunde. 6, 241-246.

Mirosh L.W & Backer W.A (1984) Comparison of abdominal region components with abdominal fat in broiler chickens. *Poultry Science* 63,414-417.

Morsy, A. S. Hassan, M. and Amal, M.(2012).Effect of natural saline drinking water on productive and physiological performance of laying hens under heat stress condition. Egypt. *Poultry Science*. Vol (32) (III): (561-578)

National Academy of Science,(1974). Nutrients and toxic substances in water for livestock and poultry. Washington D.C

Nickolas, G.(1998). Relationship of Drinking Water Quality and Broiler Performance on Delmarva. Maryland Nutrition Conference for Feed Manufacturers. pp 66-76

Pfaffi, M.(2001). A new mathematical model for relative quantification in real-time RT–PCR. *Nucleic Acids Research journal*. 9:201-209

Ratriyanto, A. Mosenthin1, R. Bauer, E. and Eklund, M. (2009) Osmoregulatory and utritional Functions of Betaine in Monogastric Animals Asian-Aust. *Journal Animal Science*.Vol. 22, No. 10: 1461 – 1476

Remus, J. Virtanen, E. Rosi, L. and McNaughton, J.(1995). Effect of betaine on nutrient utilization of 21-day-old broilers during coccidiosis. In Proceedings of the 10th European Symposium on Poultry Nutrition, 15-19 October 1995, pp.371-372. Antalya, Turkey: *World Poultry Science Association*

Sayed,M. A. and Downing, J. (2011).The effects of water replacement by oral rehydration fluids with or withoutbetaine supplementation on performance, acid-base balance, and water. *Poultry Science*, 90, 157-167.

SAS lnstitute, SAS User's Guide. Release 9.1 Ed. SAS Institute Inc. Cary. NC.(2001)

Stuart, A.C. 2004. Betaine in human nutrition. American Journal Clin Nutrition 80, 539-549.

Talha, E.E. Abbas, Elzubeir, A. and Omer Arabbi, H.(2008). Drinking water quality and its effects on broiler chick's performance during Winter Season. *International Journal of Poultry Science* 7 (5): 433-436.

Wang, Y.Z.(2000). Effect of betaine on growth performance and carcass traits of meat ducks. Journal of Zhejiang University Agriculture and Life Sciences. 26, 347-352.

Xu, Z.R. and Yu, D.Y.(2000). Effect of betaine on digestive function of weaned piglets. *Chinese Journal of Veterinary Science*. 20, 201-204.

Yusef, K. Figen, K. salim, M. and yaylak, E.(2008). Effects of betain on performance carcass bone and blood characteristics of broiler during natural summer temperatures. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8: 930-937

Zou, X.T. and Lu, J.J.(2002). Effects of betaine on the regulation of the lipid metabolism in laying hen. *Agricultural Sciences in China*, 1, 1043-1049.