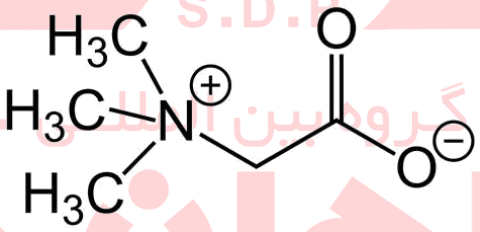
تغذیه بتائین در نشخوارکنندگان و ویژگی های منحصر به فرد آن

ترجمه :

رضا خدابخشی (دانشجوی دوره دکتری تخصصی تغذیه دام)

بتائین یک ترکیب آمونیوم چهار وجهی است که اولین بار در چغندر قند کشف گردید. شکل خالص این ترکیب یک پودر زرد کم رنگ تا سفید با بوی خیلی خاص می‌باشد که به ثبات عملکرد فیزیولوژیکی اندام‌های حیاتی مثل قلب، کبد، مغز و کلیه ها کمک می نماید. حلالیت پایین، کاهش اسیدیته و بهبود قابلیت هضم از ویژگی های بتائین هیدروکلراید می باشد. از آنجایی که بتائین می تواند در میتوکندری ساخته شود، ماده مغذی ضروری محسوب نمی شود (Craig et al, 2004). مقدار PKa برای آن در صفر درجه سانتیگراد 1/38 بوده و چگالی حجمی آن 0/35 تا 0/5 گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. بتائین ملکولی با تقارن پایین بوده، زیرا تنها شامل دو عنصر متقارن می باشد. آن کاملا در آب، متانول و اتانول محلول بوده و تا اندازه‌ای در اتر نیز قابل حل می باشد (Takis et al, 2015).

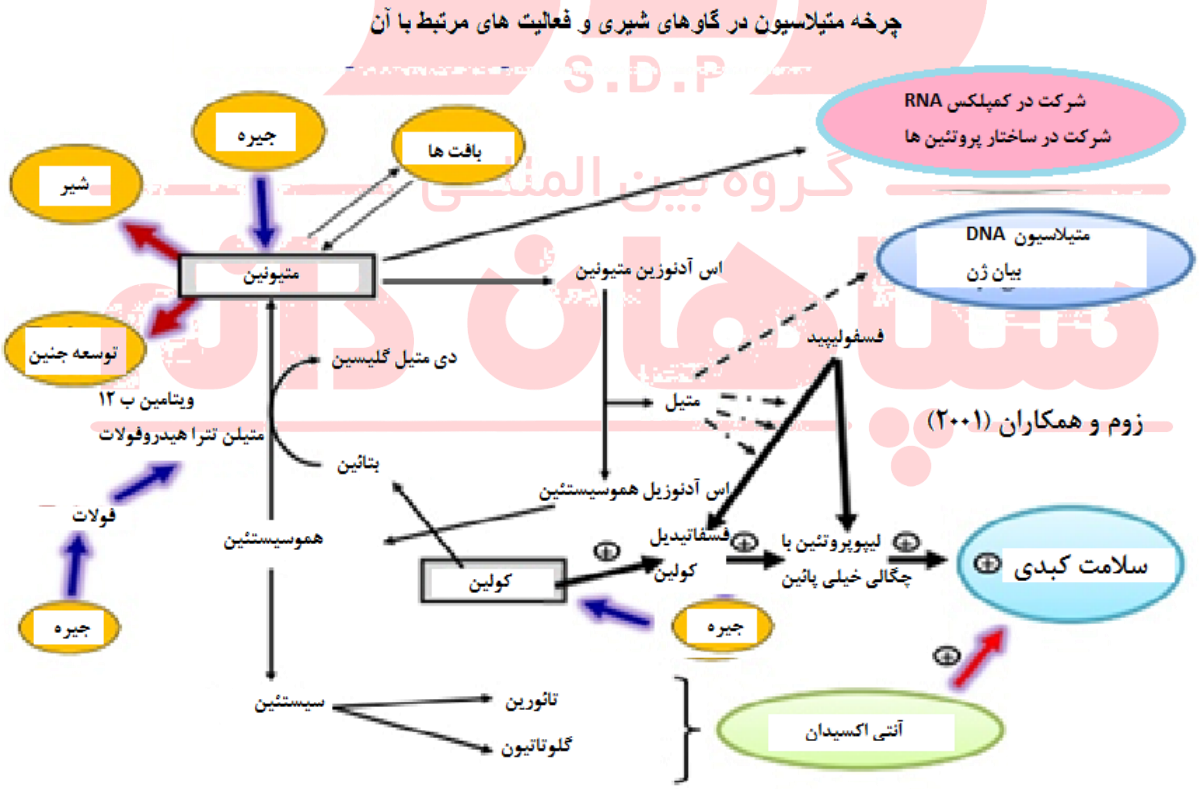


شکل 1- ساختار مولکولی بتائین

اثرات متقابل دهنده های گروه متیل در چرخه متیلاسیون:

بتائین به عنوان دهنده گروه متیل جهت ساخت متیونین از هموسیستئین اهمیت دارد. ثبات ساختار پروتئینی و اسمولالیته بتائین برگرفته از ساختار شیمیایی منحصر به فرد آن است. متیونین به s-آدنوزیل متیونین تبدیل می شود که به عنوان یک دهنده متیل برای واکنش های متیلاسیون در بدن استفاده می شود (Craig et al, 2004). زمانی که s آدنوزیل متیونین گروه متیل خود را به واکنش متیلاسیون می دهد، می تواند

به هموسیستئین تبدیل شود. هموسیستئین می تواند یا برای ساخت اسید آمینه استفاده شده یا مجددا طی متیله شدن به متیونین تبدیل می شود که به طور مؤثری موجب بازیافت متیونین به عنوان یک اسید آمینه محدود کننده می شود. متیلاسیون مجدد متیونین توسط بتائین یک واکنش کاتالیز شده توسط بتائین هموسیستئین متیل ترانسفراز محسوب می شود که تنظیم کننده فشار اسمزی است که به موجب آن نقش های بتائین را به عنوان یک اسمولالیته و یک دهنده متیل برجسته می سازد (Craig et al, 2004). با توجه به اینکه متیونین محدودیت مصرف داشته (سمیت مقدار مازاد آن) و برای اعمال نقش متابولیکی خود بایستی با مصرف ATP به شکل فعال خود یعنی آدنوزیل متیونین تبدیل شود، بتائین می تواند تا حدودی جایگزین آن شده و مسیر متابولیکی کوتاهتری را برای مقابله با تنش های متابولیکی و تأمین انرژی طی شرایط تنش دنبال نماید. از طرفی کولین هم بایستی برای اعمال نقش خود ابتدا به بتائین تبدیل شود، چرا که بتائین برای تامین انرژی در شرایط بحرانی مسیر کوتاهتری را نسبت به متیونین و کولین دنبال می کند. اکسیداسیون کولین به بتائین فرآیندی است که نه تنها عملکرد کولین را بهبود می بخشد، بلکه به علت نقش کنترل کنندگی(تنظیم فشار اسمزی، تنش‌های گرمایی و غیره) به بدن اجازه می دهد تا با بدن خود را در تغییر شرایط نامساعد محیطی تطبیق دهد. نقش دیگر بتائین دادن متیل در مسیر تبدیل هموسیستئین به متیونین در چرخه متیلاسیون می باشد که می تواند موجب بازیافت متیونین اکسید شده گردد (Lever & Slow, 2010).



شکل2. وظایف دهنده های متیل جیره ای در گاوهای شیری (سلامت کبد، نقش انتی اکسیدانی، ساخت اسیدهای نوکلئیک)

نقش بتائین در تنظیم فشار اسمزی و توسعه روده

هموستازی عاملی مهم برای سلول های در معرض فشارهای اسمزی محسوب می شود. تحت فشار اسمزی بالا تکثیر سلول های پوششی روده متوقف شده و حتی ممکن است سبب مرگ سلولی نیز شوند. بنابراین بتائین می تواند ضمن کاهش مصرف انرژی در تبادل یون‌های اضافی بین خارج و داخل سلول سبب ثبات فشار اسمزی شده و از مرگ برنامه ریزی شده سلول جلوگیری کند (Alfieri et al, 2002). نشان داده شده که بتائین می تواند باعث بهبود رشد مطلوب باکتری‌ها تحت شرایط تنش زا از جمله نوسانات pH شود. بتائین ظرفیت باند شدن به لایه آبی سلول های روده را افزایش داده و تغییرات در ساختار اپیتلیوم روده را بهبود می بخشد. گزارش شده که حدود سه چهارم بتائین جذب شده ابقاء می شود و قابلیت هضم و جذب بتائین بستگی به منبع و سطح جیره دارد. مصرف بتائین معمولا به دو نوع سیستم انتقال پیوند خورده است؛ سیستم انتقال آمینواسیدی و حامل بتائین-گاما آمینوبوتریک اسید(Kettunen et al, 2001). تاثیر متقابل بتائین با ملکول آب و بیوملکول هایی نظیر پروتئین ها (آلبومین) می تواند نقش مهمی را در ارزیابی ثبات ساختاری شان ایفا نماید(Takis et al, 2015).

نقش بتائین در عملکرد تولیدی، سیستم ایمنی و تولید مثل

محققان گزارش کردند که افزون بتائین محافظت نشده به میزان 100 گرم در روز به جیره گاوهای شیری موجب افزایش تولید و درصد چربی شیر (تولید استات و تری متیل آمین) می شود. در تحقیقی دیگر، افزودن 15 گرم در روز بتائین به جیره در شرایط تنش گرمایی موجب افزایش مصرف خوراک، تولید شیر، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و بهره وری گاوهای شیری گردید. در پژوهش‌های دیگری، افزودن بتائین به جیره گاوهای پرواری سبب افزایش غلظت اسیدهای چرب فرار در شکمبه، افزایش مصرف خوراک و در نتیجه افزایش وزن روزانه گردید. اثرات مثبت بتائین بر تولید شیر و محتوای آن در بزها نیز به اثبات رسیده است. مشخص شده است که میزان پاسخ حیوان به بتائین جیره بستگی به شکل، قابلیت دسترسی، دوز مصرفی، میزان متیونین پایه جیره، وضعیت آمینواسیدی ترکیب بدن حیوان و همچنین میزان پروتئین خام جیره دارد (Fernandez et al, 2004; Wang et al, 2010; Zhang et al, 2014) از آنجایی که بتائین به تجزیه پذیری شکمبه حساس است، لذا در صورت مصرف منابع محافظت نشده آن مقدار دسترسی برای جذب در روده کوچک محدود خواهد شد. با این حال به نظر می رسد که گاوهای شیری از فرم محافظت شده بتائین در شکمبه بهتر سود ببرند، هر چند تحقیقات روی شکل محافظت شده آن بسیار محدود است و اغلب پژوهش‌ها بر روی شکل محافظت نشده صورت پذیرفته است (Davidson et al, 2008). پژوهش‌های اولیه نشان داد که بتائین می

تواند توسط میکروارگانیسم های شکمبه برای تولید استات و تری متیل آمین متابولیزه شود. همچنین محققان نشان دادند که تزریق بتائین نشان دار به داخل شکمبه با تولید سریع تری متیل آمین توأم خواهد بود. بتائین در رشد و تولید مثل از زمان تشکیل جنین در رحم تا فرآیند زایمان نقش دارد و می تواند روی تولید مثل تاثیر مثبتی بگذارد. فرمولاسیون نامناسب جیره گاوهای خشک می تواند با کاهش BCS اثرات نامطلوبی روی رشد فولیکولی و عملکرد جسم زرد داشته باشد. به نظر می رسد که بیماری های تولید مثلی باعث کاهش شیر می شوند، اما در حقیقت این افزایش نامعقول تولید شیر است که باعث بیماری های متابولیکی می شود. گاوهایی که در شیرواری های قبلی تولید شیر بیشتری داشته اند، بیشتر مستعد بیماریهای متابولیکی و اختلالات زایمانی و پیرو آن ایجاد کیست تخمدانی خواهند بود. لذا بتائین می تواند با بهبود بالانس منفی انرژی تاثیر مثبتی را روی عملکرد تولید مثل اعمال نماید، از آنجایی که کمبود انرژی باعث به تأخیر افتادن بلوغ و توقف چرخه فحلی می گردد (Wang et al, 2010).

اهمیت بتائین را می توان در نقش ضد میکروبی برای مقابله با برخی باکتری ها نظیر سالمونلا و همچنین نقش اسمولالیته آن برای بهبود فعالیت ماکروفاژهای کبدی دنبال نمود (Eklude et al, 2005)، از آنجایی که ماکروفاژهای کبدی نقش مهمی در ایمنی دفاعی بدن از طریق فاگوسیتوز پاتوژن ها و تولید مولکول های ایمنی بازی می کند. افزایش فشار اسمزی می تواند فرآیند فاگوسیتوز سلولی در کبد را کند و در این راستا بتائین می تواند موجب تثبیت فشار اسمزی گردد. تغییرات در فشار اسمزی می تواند روی بیان ژنی سیتوکنین های مختلف نظیر TNFa و آنزیم های پیش التهابی نظیر Cox-2 تاثیر بگذارد. این سیتوکنین توسط سلول های کاپفر در پاسخ به هجوم پاتوژن ها و مقابله با اثرات توکسین ها آزاد می شوند (Wang et al, 1996).

S.D.P
گروه بین المللی
سپاهان دانم

تاثیر بتائین در مقابله با استرس گرمایی و اثرات هورمونی مرتبط با آن

تنش گرمایی در گاوهای شیری (زمانی که THI بالاتر از 72 واحد می باشد) با کاهش مصرف خوراک و کاهش تولید شیر همراه است. نتایج برخی تحقیقات حاکی از کاهش دمای رکتوم بدنبال استفاده از بتائین در جیره دام به عنوان شاخص دمایی بدن بوده است. از مهمترین اثرات استرس گرمایی کاهش ترشح هورمون های T3 و T4 بوده که اشتهای دام را کاهش داده و موجب اختلال در متابولیسم انرژی می شود. همسو با آن کاهش ترشح هورمون های پرولاکتین و پروژسترون اتفاق افتاده که آزاد شدن شیر را مختل می سازد. لذا تحقیقات نشان داده که افزودن 150 گرم بتائین می تواند به طور معنی داری با مقابله با استرس گرمایی تولید شیر را در طی اوایل شیردهی گاوهای هلشتاین بهبود ببخشد. ظرفیت آنتی اکسیدانی بتائین همچنین قادر به از بین بردن رادیکال های آزاد، گونه های فعال اکسیژن و حفاظت از سلول ها خواهد شد (Zhang et al, 2014).

پژوهش ها نشان می دهد که تغذیه نوع حفاظت شده بتائین می تواند برای جلوگیری از بیماری های متابولیکی و همچنین کاهش تولید شیر به ویژه زمانی که اسید فولیک و ویتامین B12 هم تأمین گردد بسیار موثر باشد. در واقع بتائین حفاظت شده به جای تجزیه در شکمبه وارد دوازدهه می شود و اثرات لیپوتروپیک خود را اعمال می نماید. به هرحال، مقدار مصرف و درجه خلوص بتائین نیز می تواند روی میزان تجزیه پذیری آن در شکمبه تأثیر گذار باشد.

منابع:

Alfieri, R. R., Petronini, P. G., Bonelli, M. A., Desenzani, S., Cavazzoni, A., Borghetti, A. F., & Wheeler, K. P. (2004). Roles of compatible osmolytes and heat shock protein 70 in the induction of tolerance to stresses in porcine endothelial cells. *The Journal of physiology, 555*(3), 757-767 .

Craig, S. A. (2004). Betaine in human nutrition. *The American journal of clinical nutrition, 80*(3), 539-549 .

Davidson, S., Hopkins, B., Odle, J., Brownie, C., Fellner, V., & Whitlow, L. (2008). Supplementing limited methionine diets with rumen-protected methionine, betaine, and choline in early lactation Holstein cows. *Journal of dairy science, 91*(4), 1552-1559 .

Eklund, M., Bauer, E., Wamatu, J., & Mosenthin, R. (2005). Potential nutritional and physiological functions of betaine in livestock. *Nutrition Research Reviews, 18*(01), 31-48 .

Fernández, C., Sánchez-Seiquer, P., Sánchez, A., Contreras, A., & de la Fuente, J. (2004). Influence of betaine on milk yield and composition in primiparous lactating dairy goats .*Small Ruminant Research, 52*(1), 37-43 .

Friesen, R. W., Novak, E. M., Hasman, D., & Innis, S. M. (2007). Relationship of dimethylglycine, choline, and betaine with oxoproline in plasma of pregnant women and their newborn infants. *The Journal of nutrition. 137: 2641-2646.*

Kettunen, H., Tiihonen, K., Peuranen, S., Saarinen, M., & Remus, J. (2001). Dietary betaine accumulates in the liver and intestinal tissue and stabilizes the intestinal epithelial structure in healthy and coccidia-infected broiler chicks. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 130*(4), 759-769 .

Lever, M., & Slow, S. (2010). The clinical significance of betaine, an osmolyte with a key role in methyl group metabolism. *Clinical biochemistry* .744-732 ,(9)43 ,

Simon, J. (1999). Choline, betaine and methionine interactions in chickens, pigs and fish (including crustaceans). *World's Poult. Sci. J, 55*, 353-374 .

Takis, P. G., Konstantinos, D., & Melissas, V. S. (2015). The Chemistry of Betaine. *Betaine: Chemistry, Analysis, Function and Effects*, 47 .

Wang, C., Liu, Q., Yang, W., Wu, J., Zhang, W., Zhang, P., . . . Huang, Y. (2010). Effects of betaine supplementation on rumen fermentation, lactation performance, feed digestibilities and plasma characteristics in dairy cows. *The Journal of Agricultural Science, 148*(04), 487-495 .

Zhang, L., Ying, S., An, W., Lian, H., Zhou, G., & Han, Z. (2014). Effects of dietary betaine supplementation subjected to heat stress on milk performances and physiology indices in dairy cow. *Genet. Mol. Res, 13*(3), 7577-7586 .

Zhang, W., Capp, M. W., Bond, J. P., Anderson, C. F., & Record, M. T. (1996). Thermodynamic characterization of interactions of native bovine serum albumin with highly excluded (glycine betaine) and moderately accumulated (urea) solutes by a novel application of vapor pressure osmometry. *Biochemistry, 35*(32), 10506-10516 .

S.D.P
گروه بین المللی
سپاهان دانه