شرکت مرغ نوجان

تامین مواد اولیه و ضروری خوراک دام و طیور

MorgheNojan.Com Info@MorgheNojan.Com ۰۲۶ - ۳۴۳۹۰۳۵۱ - ۶

گروه علمی شرکت مرغ نوجان

اسیدآمینه‌های مصنوعی یا کریستاله: جایگزین کنجاله سویا در تولید گوشت مرغ

چکیده کوتاه

بطور قاطع این امکان وجود دارد که اسیدآمینه‌های مصنوعی یا کریستاله یا غیرمتصل را می‌توان جایگزین بخشی از کنجاله سویا در جیره غذائی مرغان گوشتی نمود و تمایل صنعت مرغ گوشتی به کنجاله سویا به عنوان منبع اصلی پروتئین را تاحدودی کاهش داد. انجام این میزان جایگزینی باعث توسعه موفقیت‌آمیز جیره‌های کم‌پروتئین می‌گردد. جیره کم پروتئین ، حاوی کنجاله سویای کمتری است و بنابراین پروتئین خام کمتری دارد، اما در این حالت مقدار اسیدآمینه‌های ضروری و غیرضروری غیرمتصل درآن جهت تامین نیاز این اسیدآمینه‌ها در جیره افزایش می‌یابد. بنابراین اگر بخواهیم جیره‌های کم‌پروتئین را با موفقیت مورد استفاده قرار دهیم بایستی بر چندین چالش غلبه کنیم.

چکیده

مقاله مروری پیش‌رو این فرضیه را بررسی می‌کند که اسیدآمینه‌های غیرمتصل(مصنوعی و کریستاله) جایگزینی برای کنجاله سویا، منبع اصلی پروتئین در جیره‌های غذائی جوجه‌های گوشتی هستند. اسیدآمینه‌های ضروری و غیرضروری می‌توانند تاحدی جایگزین کنجاله سویا شوند، بطوریکه نیازها برآورده می‌شود اما سطح پروتئین‌خام جیره غذائی کاهش می‌یابد. این مقاله تولید اسیدآمینه‌های غیرمتصل، دانه سویا و کنجاله سویا را درنظر می‌گیرد و مفهوم جیره‌های با پروتئین خام پائین را مورد بحث قرار می‌دهد. تمرکز بر روی اسیدآمینه‌های خاص از جمله گلیسین، سرین، ترئونین و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار است زیرا ممکن است برای توسعه جیره‌های غذائی با پروتئین‌خام کاهش یافته موفق باشد.درحال حاضر، کاهش متوسط پروتئین‌خام جیره به میزان تقریبی ۳۰ گرم در کیلوگرم امکانپذیر است، اما کاهش شدیدتر عملکرد جوجه‌های گوشتی را به خطر می‌اندازد. از نظر تئوری، پروفایل "ایده‌آل" اسیدآمینه از این امر جلوگیری می‌کند، اما لزوما این در عمل صادق نیست. اگر کاهش پروتئین‌خام در حد ۵۰ گرم در کیلوگرم بدون به مخاطره افتادن عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی حاصل شود، وابستگی صنعت گوشت مرغ به کنجاله سویا به نصف کاهش می‌یابد. در این صورت، اسیدآمینه‌های مصنوعی و کریستاله یا غیرمتصل، جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در تولید گوشت مرغ خواهند بود.

۱. مقدمه

گوشت مرغ سریع‌ترین منبع پروتئین برای مصرف انسان است که از نظر زیست‌محیطی سودمند است زیرا تولید گوشت مرغ در مقایسه با منابع جایگزین پروتئین گوشت ، گازهای گلخانه‌ای یا دی‌اکسیدکربن کمتری تولید می‌کند. تولید یک کیلوگرم گوشت مرغ معادل تولید ۱/۱ کیلوگرم CO_2 است، که این بطور قابل‌توجهی کمتر از تولید گوشت خوک (معادل ۳/۸ کیلوگرم CO_2) یا گوشت گاو (معادل ۱۴/۸کیلوگرم CO_2) می‌باشد. بعلاوه، پیش‌بینی شده است که تولید گوشت مرغ ۷/۱ ٪ گاز گلخانه‌ای تولید می‌کند در مقایسه با گوشت خوک که ۲۹/۸ ٪ و گوشت گاو ۶۳/۱ ٪ گاز گلخانه‌ای تولید می‌کنند. با این حال، جیره جوجه‌های گوشتی ممکن است حاوی بیش از ۲۰۰ گرم بر کیلوگرم پروتئین باشد که اکثر آن از کنجاله سویا تامین می‌شود، درنتیجه، صنعت گوشت مرغ تقاضای زیادی برای کنجاله سویا دارد. با توجه به گنجاندن معقول ۲۵۰ گرم کنجاله سویا در هر کیلوگرم از جیره غذائی و ضریب تبدیل ۲/۲۵ خوراک به یک کیلوگرم وزن لاشه، تولید یک کیلوگرم گوشت مرغ نیاز به دریافت ۵۶۰ گرم کنجاله سویا دارد. نکته مهم این است که این تقاضای کنجاله سویا را می‌توان با گنجاندن اسیدآمینه‌های غیرمتصل(مصنوعی و کریستاله) در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی ، از طریق توسعه موفقیت آمیز جیره‌های کم‌پروتئین، کاهش داد. بنابراین، اسیدآمینه‌های مصنوعی و کریستاله در واقع جایگزینی برای کنجاله سویا در تولید گوشت مرغ هستند و هدف از این مقاله مروری بررسی ظرفیت و چالش‌های جایگزینی اسیدآمینه‌های غیرمتصل به جای کنجاله سویا در جیره‌های غذائی با پروتئین خام کاهش یافته در جوجه‌های گوشتی است. چنین بررسی مورد تائید است، زیرا جیره‌های غذائی با پروتئین خام کاهش یافته دارای این ظرفیت هستند که تقاضا برای کنجاله سویا در صنعت مرغ گوشتی را تا نصف کاهش دهند.

۲. فرآیند تولید اسیدآمینه

افزودن اسیدآمینه‌های غیر متصل به جیره غذائی طیور و دام ، روش مناسبی برای کاهش منابعی نظیر، زمین، خوراک، آب و انرژی است، تا غذای پایدار و کارآمد را برای جمعیت درحال افزایش جهان تولید نماید. علاوه بر این، از طریق ارزیابی چرخه زندگی نشان داده شده است که افزودن اسیدآمینه‌ها به جیره غذائی جوجه‌های گوشتی ظرفیت انتشار گازهای گلخانه‌ای در مناطق مختلف از جمله اروپا و امریکای شمالی و جنوبی را در مقایسه با جیره‌های بدون مکمل را کاهش می‌دهد. کاربرد صنعتی اسیدآمینه‌ها برای خوراک حیوانات، تاریخچه طولانی دارد. تولید دی ، ال- متیونین به روش شیمیائی در اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی آغاز شد، درحالیکه تولید ال- لیزین از طریق تخمیر در طی دهه ۱۹۶۰ میلادی و اسیدآمینه‌های دیگر نظیر ال- ترئونین و ال- تریپتوفان در اواخر دهه ۱۹۸۰ میلادی معرفی شدند. توسعه بازار اسیدآمینه‌ها در ۴۰ سال اخیر را می‌توان به تولید و جداسازی مقرون به صرفه محصولات اسیدآمینه نسبت داد. در حال حاضر، اسیدآمینه‌ها به سه روش تولید می‌شوند: استخراج از آبکافت پروتئین، سنتز شیمیائی و فرآیندهای میکروبی شامل سنتز آنزیمی و تخمیر . هر یک از این فرآیند بیوتکنولوژیکی دارای مزایای اقتصادی و زیست محیطی مخصوص به خود هستند.

۲-۱. عصاره‌گیری از آبکافت پروتئین

استخراج از طریق آبکافت پروتئین برای تولید صنعتی در مقیاس بزرگ مناسب نیست، اما برای اسیدآمینه‌های خاص از جمله ال- سیستئین ، ال- لوسین و ال- تایروزین رایج است. فرآیند مختلف استخراج را می‌توان بر اساس میل ترکیبی شیمیائی و pH اسیدهای آمینه برای جداسازی توسعه داد. به‌عنوان مثال، ال- سیستئین ممکن است از کراتین که در پر یافت می‌شود به دست آید و به سادگی با استفاده از ذغال چوب فعال و اسیدهیدروکلریک غلیظ استخراج شود. سایر

اسیدآمینه‌ها، شامل ال- لوسین، ال- آلانین و ال- سرین را می‌توان از ضایعات حیوانی بدست آورد. مزیت اصلی این روش استفاده از فرآورده‌های جانبی و ضایعات صنعتی است که در غیر اینصورت سوزانده شده و به افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کنند. از طرف دیگر ، این را می‌توان گلوگاه اصلی روش نیز در نظر گرفت، زیرا به شدت به در دسترس بودن منابع طبیعی غنی از پروتئین وابسته است و این فرآیند را از نظر تجاری کم رقابت می‌کند.

۲-۲. ساخت شیمیائی

سنتز شیمیائی مسیر کلاسیک برای تولید مخلوط‌های راسمیک ، نظیر دی ال- متیونین است که می‌توان آنرا توسط سنتز Strecker که اولین بار در سال ۱۸۵۰ پیشنهاد شد ، بدست آورد. تبدیل یک آلدهید یا کتون و آمین یا آمونیاک به اسیدهای‌آمینه را می‌توان با استفاده از کاتالیزور اسیدی ، یک منبع سیانید و آب بدست آورد. عیب اصلی سنتز شیمیائی عدم توانائی در تولید انتخابی اشکال D یا L اسیدآمینه‌ها است. متیونین در مقیاس صنعتی از طریق واکنش Bucherer- Bergs که نوع دیگری از سنتزStrecker است، تولید می‌شود. در این روش، کتون‌ها یا آلدئیدها با کربنات آمونیم و سیانید سدیم واکنش داده و هیدانتوئین‌ها را تولید می‌کنند که سپس تحت هیدرولیز قلیائی به مخلوط‌های نمک اسیدآمینه تبدیل می‌شوند. سرانجام، دی ، ال – متیونین پس از خنثی سازی با اسیدسولفوریک و دی اکسید کربن، کریستاله می‌شود. در تولید صنعتی دی، ال- متیونین از مواد خام متداول پتروشیمی مانند متیل مرکاپتان ، آکرولین، اسید هیدروسیانیک و آمونیاک استفاده می‌شود. متیونین اولین اسیدآمینه محدودکننده برای رشد بهینه طیور در جیره‌های غذائی مبتنی بر ذرت و سویا است، بنابراین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در واقع، تخمین زده شده است که یک کیلوگرم دی، ال- متیونین مصنوعی معادل متیونین قابل هضم حاصل از ۱۷۸ کیلوگرم کنجاله سویا می‌باشد. مخلوط دی، ال – متیونین بطور گسترده‌ای مورد قبول واقع شده است زیرا جوجه‌ها قادرند نوع D را از طریق واکنش اکسیداز و ترانس‌آمیناز به شکل L فعال بیولوژیکی تبدیل کنند. بنابراین، مخلوط دی، ال - متیونین را می‌توان بدون اینکه کارآئی به خطر بیافتد، مورد استفاده قرار داد. در حال حاضر منابع مختلفی از متیونین در بازار وجود دارد، مانند دی، ال – متیونین ۹۹٪ ، ۲- هیدروکسی-۴-متیل تیوبوتانوئیک اسید(HMTBa) که به نام متیونین هیدروکسی آنالوگ (MHA) نیز شناخته می‌شود، که به شکل مایع (DL-MHA-FA88%) و به شکل پودر (DL- MHA-Ca 84%) هستند. با این حال شواهدی وجود داردکه نشان می‌دهد HMTBa/HMTBa-Ca نسبت به دی،ال متیونین کارآئی کمتری دارد. برای سایر اسیدآمینه‌ها، هیچ سیستم آنزیمی قابل مقایسه‌ای برای تبدیل شکل D به شکل L وجود ندارد، بنابراین لازم است فرم L با خلوص بالا تولید شود.

۲-۳. فرآیند آنزیمی

فرآیند آنزیمی بر اساس عمل یک آنزیم یا ترکیبی از آنزیم‌هاست که تولید آسیدآمینه‌های مورد نظر را سبب می‌شود. چندین آنزیم مورد استفاده قرار می‌گیرد، نظیر آنزیم‌های هیدرولیتیکی، لیازهای آمونیاکی، و دهیدروژنازها. اغلب این آنزیم‌ها از میکروارگانیزم‌هائی نظیر *Escherichia coli* ، *Aspergillus oryzae* و *Pseudomonas sp.* بدست می‌آیند. مزیت اصلی روش آنزیمی این است که می‌تواند اسیدآمینه‌های خالص نوع d و l در غلظت‌های بالا با تشکیل محصولات جانبی بسیار کم، تولید نماید. یک مثال کلاسیک تبدیل آنزیمی دی،ال – متیونین پس از استیلاسیون N- استیل دی، ال – متیونین است که فقط ایزومر ال به روش آنزیمی توسط ال- آمینو استیلاز از *Aspergillus oryzae* بدست می‌آید. ایرادات اصلی این فرآیند، هزینه بالای آنزیم‌ها و پایداری محدود آنهاست. بنابراین ، این روش برای تولید اسیدآمینه‌ها در مقیاس صنعتی ارجح نیست و فقط برای تولید برخی از اسیدآمینه‌ها مانند ال- آسپارتیک اسید و ال- آلانین استفاده می‌شود. همچنین تولید ال – متیونین از طریق o- سو کسینیل هموسرین تولید شده توسط تخمیر و سپس واکنش آنزیمی با متیل مرکاپتان که همان پتروشیمی مورد استفاده در تولید دی، ال – متیونین است، وجود دارد. بنابراین، تولید ال- متیونین در مقایسه با سایر منابع، کاملا آنزیمی نیست.

۲-۴. فرآیند تخمیر

اکثر فرآیندهای تولید صنعتی اسیدآمینه مبتنی بر تخمیر میکروارگانیسم‌های مهندسی شده برای کاربرد صنعتی است که کربن را از کربوهیدرات و نیتروژن را از آمونیاک به اسیدآمینه‌های خاص تبدیل کند. فرآیند تخمیر در یک تانک متلاطم، تحت شرایط استریل انجام می‌شود. محیط کشت حاوی یک منبع مناسب کربن نظیر شربت نیشکر ، و همچنین منابع مورد نیاز نیتروژن ، گوگرد، فسفر و برخی عناصر کم‌مصرف است. یک سویه قابل کشت به مخزن تخمیر اضافه و تحت شرایط تک کشتی با کنترل دما ، pH ،و هوادهی کشت می‌شود. به عنوان مثال، برای تولید اسید ال- گلوتامیک از سویه باکتری *کرینه باکتریوم گلوتامیکوم* استفاده شده و با کریستالیزاسیون در بخش بازیابی کارخانه تخمیر، خالص‌سازی و بدست می‌آید. پیشرفت در فناوری تخمیر امکان تولید ال- لیزین در مقیاس صنعتی را فراهم کرده است که از همان سویه باکتری نیز استفاده می‌کند. علاوه بر فرم کلاسیک محصول "لیزین هیدروکلراید"، اشکال دیگری مانند سولفات لیزین و لیزین مایع نیز با کاربرد و فناوری تولید متفاوت، ایجاد شده است. فرآیند پس از تخمیر برای ال- لیزین سولفات با ال-لیزین هیدروکلراید متفاوت است، زیرا تولید آن به دلایل اکولوژیکی (بدون زباله مایع و جامد) و اقتصادی بسیار جذاب است. این منبع از ال-لیزین سولفات و محصولات جانبی تخمیر حاوی سایر اسیدآمینه‌ها، فسفر و انرژی است که در محصول ال- لیزین هیدروکلراید وجود ندارد. *کرینه باکتریوم گلوتامیکوم* عمدتا درسنتزاسیدآمینه‌های شاخه‌دار ، ال- ایزولوسین، ال-لوسین و ال- والین بکار می‌رود. روش تخمیر برای اسیدامینه ال- ترئونین و ال- تریپتوفان به خوبی ایجاد شده است ، اما از سویه‌های نوترکیب *اشرشیا کلی* استفاده می‌شود. در مقایسه با فرآیندهای آنزیمی، تولید ال- فنیل آلانین و ال- سیستئین از طریق تخمیر *اشرشیا کلی* سیستم مقرون بصرفه‌تری را برای پاسخگوئی به تقاضای رو به رشد بازار ارائه می‌دهد. اغلب اسیدآمینه‌های تولیدشده توسط فرآیند تخمیر از *کرینه باکتریوم گلوتامیکوم* و *E.Coli* استفاده می‌کنند، اما باکتری‌های دیگر مانند *Brevibacterium flavum* و *Methylobacterium sp.* نیز می‌توانند به ترتیب در تولید ال- آرژنین و ال- سرین استفاده شوند. فرآیند تخمیر در مقایسه با سایر روش‌ها چندین فایده دارد. فقط شکل فعال "ال" اسیدآمینه‌ها تولید می‌شود، بنابراین از مراحل خالص‌ساری بعدی پرهیز می‌شود. بعلاوه، هزینه نگهداری بطور معنی‌داری در مقایسه با فرآیند عصاره‌گیری پائین‌تر است. در نتیجه، تخمیر به دلیل مزایای اقتصادی و زیست محیطی آن، رایج‌ترین فرآیند برای تولید اسیدآمینه" ال" در مقیاس صنعتی است.

۳. محصولات سویا و تولید کنجاله سویا

تولید جهانی سویا در طی ۲۰سال اخیر دو برابر شده ، و به ۳۴۷ میلیون تن در سال ۲۰۱۸-۲۰۱۷ رسیده است (آمار USDA، منتشرشده در مارس ۲۰۱۸ به نقل از INFO)، که عمده آن(۸۲٪) توسط ایالات متحده امریکا، برزیل، و آرژانتین تولید گردیده است. مصرف جهانی کنجاله سویا ، در همان سال، ۲۳۴ میلیون تن بوده که مهمترین مصرف کنندگان چین، امریکا و اتحادیه اروپا بوده‌اند. برای تولید گوشت طیور مقادیر قابل‌توجهی کنجاله سویا مصرف می‌شود ، بطوریکه در آمریکا ۴۴٪ و در اروپا ۳۲٪ کنجاله سویا به جوجه‌های گوشتی داده شده است. پیش‌بینی شده که تولید جهانی گوشت طیور تا سال ۲۰۵۰ دوبرابر شود و از ۸۲ میلیون تن در سال۲۰۰۷-۲۰۰۵ به ۱۸۱ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ برسد. اگر این پیش‌بینی معتبر باشد، افزایش ۷۲٪تولید گوشت مرغ از ۱۰۵/۶ میلیون تن در سال ۲۰۲۰ به ۱۸۱/۳ میلیون تن در سال ۲۰۵۰ بایستی صورت پذیرد. این آینده‌نگری، شاید محافظه‌کارانه، پیش‌بینی می‌کند که برای تقاضای جهانی در سه دهه آینده به ۷۶میلیون تن گوشت مرغ نیاز است. کنجاله سویا تنها منبع پروتئینی موجود در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی نیست، اما ماده خوراکی غالب در این زمینه است. ۷۶ میلیون تن گوشت مرغ اضافی ، ممکن است به حدود ۵۵ میلیون تن سویای کامل یا ۴۳ میلیون تن کنجاله سویا نیاز باشد، که نزدیک به۲۰٪ تولید جهانی فعلی است. حدود ۵۵میلیون تن سویا به حدود ۱۸ میلیون هکتار زمین قابل کشت با عملکرد ۳ تن در هکتار نیاز است که در سال ۲۰۰۵ در ایلات متحده امریکا وجود داشت. اگرچه این تخمین‌ها تقریبی هستند، اما وابستگی صنعت مرغ گوشتی به کنجاله سویا را نشان می‌دهد و افزایش قیمت‌ها می‌تواند این پایداری صنعت را به چالش بکشد. درنتیجه نیاز به جستجوی جایگزین‌های مناسب بطور فزآینده‌ای کاملا آشکار است.

۴. جیره‌های با پروتئین خام کاهش یافته

به نظر می‌رسد اخیرا موضوع جیره‌های غذائی با پروتئین خام کاهش یافته مطرح شده است، اما این تصور کامل نیست. برای دهه‌ها متیونین، لیزین و ترئونین غیر متصل به شکل متداول در جیره‌های غذائی جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار می‌گرفته و قابل دسترس بودن این اسیدآمینه‌های غیر متصل قبلا باعث کاهش معنی دار سطح پروتئین خام جیره و کنجاله سویا در جیره‌های غذائی جوجه‌های گوشتی شده است، گرچه این پیشرفت ممکن است به رسمیت شناخته نشده باشد. با این حال، افزایش دسترسی تجاری به اسیدآمینه‌های پروتئین زا باعث کاهش ملموس‌تری در پروتئین‌خام و به نوبه خود کاهش بیشتر سطح کنجاله سویا در جیره می‌شود.

یک مثال از ویژگی‌های ترکیبات و موادمغذی جیره‌های برمبنای ذرت، متداول (حاوی ۲۲۲گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم جیره) و کاهش پروتئین خام (۱۶۵ گرم در هر کیلوگرم)که اخیرا در یک مطالعه تغذیه‌ای انجام شده است، در جدول ۱ نشان داده شده است. گنجاندن اسیدآمینه‌های غیرمتصل از ۷/۲۳ گرم در کیلوگرم به ۳۸/۴۹ گرم در کیلوگرم در فرمولاسیون جیره با پروتئین خام کاهش یافته، افزایش یافت، درحالیکه میزان کنجاله سویای جیره، ۶۶٪ کاهش یافت (۱۱۳ در مقابل ۳۳۴ گرم در کیلوگرم). نکته مهم، عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نر که این جیره‌ها از سن ۷ الی ۳۵ روزگی پس از تفریخ به آنها داده شد، قابل مقایسه بودند (داده‌ها هنوز منتشر نشده است). جیره‌های باکاهش پروتئین‌خام ، بطور معنی‌داری افزایش وزن بالاتری به میزان ۷/۰۵٪ (۲۳۷۰ در برابر ۲۲۱۴ گرم در کیلوگرم) و خوراک مصرفی با افزایش ۸/۵۱٪ (۳۴۸۱ در برابر ۳۲۰۸ گرم در کیلوگرم) را نشان داد. این مثال به وضوح پتانسیل اسیدآمینه‌های مصنوعی و کریستاله را به عنوان جایگزینی برای کنجاله سویا در تولید گوشت مرغ نشان می‌دهد و توسط مطالعه اخیر دیگری حمایت می‌شود. با این وجود، کاهش پروتئین خام به این بزرگی ممکن است راندمان تبدیل خوراک مرتبط با افزایش ذخیره چربی را به خطر بیاندازد. احتمالا ایجاد ضریب تبدیل غذائی بد تا حدی ناشی از عدم شناسائی دقیق احتیاجات اسیدآمینه‌های ضروری و غیرضروری ، یا نسبت‌های ایده‌آل پروتئین در جیره‌های با کاهش پروتئین خام می‌باشد. علاوه بر کینتیک متفاوت اسیدآمینه‌های غیرمتصل در مقابل اسیدآمینه‌های متصل به پروتئین، نیاز به در نظرگرفتن دینامیک هضم نشاسته، پروتئین و لیپید می‌باشد که احتمالا ارتباط آنها با توسعه جیره‌های با پروتئین خام کاهش یافته ، آشکارتر می‌شود. بطور متداول، نسبت های نشاسته به پروتئین جیره در جیره‌های کاهش یافته از نظر پروتئین خام، افزایش یافته و رویکرد محدودنمودن این افزایش‌ها در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی برمبنای گندم تا حدودی امیدوارکننده است. ملاحظه دیگر این است که درحالیکه با کاهش پروتئین خام جیره ، نشاسته افزایش می‌یابد، از طرف دیگر سطح لیپید جیره کاهش می‌یابد. این می‌تواند در جیره‌های کم انرژی ، که کاهش بیشترچربی با فرمولاسیون حداقل قیمت امکانپذیر نیست ، ارتباط داشته باشد. علاوه براین، زمانی که نسبت نشاسته به لیپید از یک حد مشخص فراتر برود، ممکن است باعث افزایش ذخیره چربی در پرندگان شود.

تلاش برای توسعه موفقیت‌آمیزجیره‌های باکاهش پروتئین خام (کم پروتئین)یک چالش پیچیده است. با این حال بنظر می‌رسد که گلایسین و سرین ، ترئونین، و اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ایزولوسین، لوسین و والین چالش برانگیزترین اسیدآمینه‌ها باشند. لذا، به این دلیل در مقاله پیش رو به این اسیدآمینه‌ها توجه بیشتری شده است.

جدول ۱- مشخصات ترکیبات و مواد مغذی جیره‌های بر پایه ذرت، متداول (۲۲۲ گرم CP/Kg جیره) و کاهش پروتئین خام(۱۶۵ گرم CP/Kg جیره)

ترکیبات جیره(گرم بر کیلوگرم)	CP/Kg dietگرم۲۲۲	CP/Kg dietگرم۱۶۵	موادمغذی(گرم بر کیلوگرم)	CP/Kg dietگرم۲۲۲	CP/Kg dietگرم۱۶۵
ذرت	۵۱۱	۷۲۱	پروتئین خام	۲۲۲	۱۶۵
دانه کانولا	۶۰	۶۰	نشاسته	۳۳۵	۴۷۱
کنجاله سویا	۳۳۴	۱۱۳	ME(MJ/kg)	۱۲/۸۵	۱۲/۸۵
روغن سویا	۳۵	-	کلسیم	۸/۲۵	۸/۲۵
ال- لیزین	۱/۶۰	۸/۱۲	فسفر کل	۷/۲۰	۶/۸۴
دی، ال- متیونین	۲/۶۷	۴/۵۳	فسفر قابل دسترس	۴/۱۳	۴/۱۳
ال- ترئونین	۱/۱۸	۴/۱۰	فسفر فیتاته	۲/۴۷	۲/۰۲
ال- تریپتوفان	-	۰/۷۹	چربی خام	۸۵/۱	۵۴/۱
ال- والین	۱/۸۰	۳/۸۸	DEB(mEq/kg)	۲۵۰	۲۵۰
ال- آرژنین	-	۵/۷۷	اسیدآمینه‌های قابل هضم		
ال - ایزولوسین	-	۳/۴۶	لیزین	۱۱/۵۰	۱۱/۵۰
ال- لوسین	-	۱/۴۱	متیونین	۵/۶۳	۶/۴۹
ال- هیستیدین	-	۰/۸۱	سیستئین	۳/۰۰	۲/۱۰
گلایسین	۰/۳۲	۳/۵۷	ترئونین	۸/۰۵	۸/۰۵
ال - سرین	۰/۰۱	۳/۸۴	تریپتوفان	۲/۳۷	۱/۹۶
کلرید سدیم	۳/۷۷	۰/۵۳	ایزولوسین	۸/۱۹	۷/۹۴
بیکربنات سدیم	۰/۸۹	۵/۷۲	لوسین	۱۶/۲۹	۱۲/۵۴
کربنات پتاسیم	-	۶/۶۹	آرژنین	۱۲/۹۶	۱۲/۴۲
آهک	۵/۹۶	۵/۸۲	والین	۹/۲۰	۹/۲۰
دی کلسیم فسفات	۲۱/۲	۲۴/۴	هیستیدین	۵/۱۴	۴/۰۳
کولین کلراید	۰/۹۰	۰/۹۰	فنیل آلانین	۹/۶۳	۵/۵۸
سلیت	۲۰	۲۰	اسیدگلوتامیک	۳۳/۰۷	۱۹/۳۳
پیش مخلوط ویتامینی-معدنی	۲	۲	گلایسین	۷/۸۵	۷/۸۵
			سرین	۹/۳۲	۹/۳۲
کل اسیدآمینه‌های غیر متصل	۷/۲۳	۳۸/۴۹	اکی والان‌های گلایسین	۱۴/۵۱	۱۴/۵۱

۵. اسیدآمینه‌ها

نیاز به اسیدآمینه‌ها برای جوجه‌های گوشتی پیچیده است، زیرا در حالیکه اسیدآمینه‌ها "بلوک‌های سازنده" پروتئین هستند، همچنین نقش‌های متابولیکی متعددی دارند که مستقیما با ذخیره و رشد پروتئین اسکلتی مرتبط نیست. پیچیدگی‌های دیگری نیز وجود دارد که به آن اشاره شده است، زیرا چندین مکانیزم پیشنهادی " صرفه جوئی پروتئین یا اسیدآمینه" در جوجه‌های گوشتی با جیره‌های کاهش یافته از نظر پروتئین خام ، هم در سطح گوارش و هم پس از جذب، وجوددارد. علاوه بر این، بعید به نظر می‌رسد که قابلیت دسترسی اسیدآمینه غیر متصل به پروتئین پس از روده دقیقا با همتای متصل به پروتئین خود برابر باشد. زیرا اساسا" پویائی گوارشی آنها متفاوت است، اسیدآمینه‌های غیرمتصل تحت شرایط هضم قرار نمی‌گیرندو مستقیما برای جذب در قسمت فوقانی روده کوچک در دسترس هستند و در گردش خون کبدی سریعتر از اسیدآمینه‌های متصل به پروتئین ظاهر می‌شوند. متیونین و لیزین غیرمتصل به پروتئین در جیره‌های غذائی بر پایه سورگوم در جوجه‌های گوشتی، ثابت نرخ هضمشان نسبت به اسیدآمینه‌های متصل به پروتئین سریعتر است. این ممکن است بدان معنا باشد که احتمالا اسیدآمینه‌های غیرمتصل، در مخاط دستگاه گوارش، کمتر در معرض کاتابولیسم قرار می‌گیرند. نسبت‌های ایده‌آل پروتئین یا توصیه‌های اسیدآمینه‌ها بایستی به شکل جدیدی بازنگری شوند و با داده‌های تجربی قابل دسترس باشند، و این به همان اندازه در زمینه جدید و میزان متفاوتی که در جیره‌های غذائی کاهش پروتئین خام یافته وجوددارند، صدق‌کند.

بطور کلی، اسیدآمینه‌های غیرمتصل کاملا " قابل هضم" هستند و نتیجه گرفته شده که قابلیت هضم و زیست فراهمی لیزین هیدروکلراید کریستاله در طیور ۱۰۰٪ است. اما، در پرندگان سکوم جراحی شده که از مخلوط اسیدآمینه‌های کریستاله به عنوان تنها منبع پروتئین استفاده کرده بودند، ضرایب قابل هضم ظاهری برای متیونین (۰/۸۹۰) لیزین (۰/۹۷۴)و ترئونین(۰/۷۰۰) گزارش شده است. ضرایب قابلیت هضم حقیقی به ترتیب ۰/۹۵۰ ، ۰/۹۷۴ و ۰/۹۵۶ بود. به علاوه، مطالعات بر روی پرندگان با دی، ال- متیونین و ال- متیونین غیر متصل، نشان از جذب کامل آنها در روده کوچک بود. در فرمولاسیون عملی جیره‌های غذائی جوجه‌های گوشتی ، این فرض ضمنی وجود دارد که قابلیت هضم اسیدآمینه‌های غیرپیوندی ۱۰۰درصد است. با این وجود، جذب روده‌ای اسیدآمینه‌های غیر متصل ممکن است کمتر از ۱۰۰درصد در جیره‌های با کاهش پروتئین خام همراه باشد. جذب روده‌ای موادمغذی، از جمله اسیدآمینه‌ها، یا جذب آنها از مجرای روده به داخل آنتروسیت‌های مخاط روده کوچک برای عملکرد جوجه‌های گوشتی بسیار مهم است. اسیدآمینه‌های منفرد از طریق یک سیستم انتقالی منظم وابسته به $14Na^+$ و $7Na^+$ جذب می‌شوند. پیچیدگی جذب اسیدآمینه‌ها، دراین مورد متیونین، اخیرا دریک بررسی کامل بوضوح نشان داده شده است. با این حال، اکثر اسیدآمینه‌ها از پروتئین "دست نخورده" به جای اسیدآمینه‌های منفرد به صورت دی و تری پپتید جذب می‌شوند. بعلاوه، این احتمال وجود دارد که دی و تری پپتیدها از طریق ناقل اولیگوپپتید۱ سریعتر از اسیدآمینه‌های منفرد جذب شوند. بیان ژن PepT-1 در طیور شناسائی شده است اما اهمیت نسبی PepT-1 در جذب روده‌ای اسیدآمینه‌ها در جوجه‌های گوشتی نیاز به شفافیت بیشتری است. با این وجود، به نظر می‌رسد که جذب روده‌ای الیگوپپتیدهای مشتق شده از پروتئین‌های دست نخورده ممکن است در مقایسه با اسیدآمینه‌های غیر متصل توسط ناقل اولیگوپپتیدPepT-1 دارای مزیت باشد.

قابلیت دسترسی پس از روده‌ای اسیدآمینه‌ها در نهایت با سرنوشت متابولیکی آنها در مخاط روده تعیین می‌شود، جائی که ممکن است توسط مسیرهای آنابولیک یا کاتابولیک جذب شوند و در نتیجه از ورود به گردش خون پورتال منع شوند. اسیدآمینه‌های جذب شده ممکن است با مخاط و آنزیم‌های هضمی همراه شوند

یا برای حفظ یکپارچگی روده مورد نیاز باشند. با این حال، اسیدآمینه‌ها نیز منبع انرژی حیاتی برای مخاط روده هستند و نیازهای دستگاه گوارش ممکن است حدود ۲۰٪ از انرژی دریافتی جیره غذائی را تشکیل دهند. اسیدآمینه‌ها، بویژه گلوتامات و گلوتامین، یا گلوکز در انتروسیت‌های روده پرندگان کاتابولیز می‌شوند تا انرژی مورد نیاز روده را تامین نمایند.گلوتامین و گلوکز نسبت‌های مشابهی از انرژی را به مخاط روده در موش‌ها می‌دهند، اما احتمالا انرژی بدست آمده از گلوکز موثرتر از انرژی بدست آمده از اسیدآمینه‌ها است. نسبت اسیدآمینه‌های جیره غذائی که کاتابولیز می‌شود ممکن است ۲۰٪ باشد. این برآورد بر اساس داده‌های خوک است، که درآن جریان خروجی خالص آمونیاک ۱۸ درصد از کل نیتروژن اسیدآمینه در رژیم‌های غذائی خوک‌های از شیرگرفته را تشکیل می‌دهد.

۵.۲. تاثیر کاهش پروتئین خام جیره غذائی بر روی ضرایب قابلیت هضم ظاهری

در اکثر مطالعات تغذیه‌ای با کاهش پروتئین خام جیره، ضرایب قابلیت هضم ظاهری و استاندارد ارزیابی نشده اند. با این حال، کاهش پروتئین خام در جیره‌های برپایه ذرت- سویا بر روی ضرایب قابلیت هضم در ناحیه ژژنوم و ایلئوم تاثیرگذار است. کاهش پروتئین خام از ۲۱۰ به ۱۶۵ کیلوگرم در هر کیلوگرم، میانگین قابلیت هضم ژژنومی ۱۶ اسیدآمینه را به میزان ۲۹/۴ درصد (۰/۵۹۴ در مقابل ۰/۴۵۹) افزایش داد و همچنین باعث افزایش متقابل قابلیت هضم ایلئومی به میزان ۶/۱۸٪ گردید (۰/۷۹۰ در مقابل ۰/۷۴۴). به دنبال کاهش پروتئین خام جیره از ۲۰۰ به ۱۵۶ گرم در هر کیلوگرم ، میانگین قابلیت هضم ژژنومی ۱۶ اسیدآمینه ۹/۳۸٪ (۰/۷۵۸ در مقابل ۰/۶۹۳) و قابلیت هضم ایلئومی ۵/۸۴٪ (۰/۷۹۷ در مقابل ۰/۷۵۳) افزایش یافت. اما، با کاهش پروتئین خام از ۲۰۸ به ۱۶۵ گرم در هر کیلوگرم میانگین قابلیت هضم ایلئومی ۱۶ اسیدآمینه به مقدار محدود ۱/۶۵٪ (۰/۷۷۶ در مقابل ۰/۷۸۹) کاهش یافت و به دنبال آن در ناحیه ژژنوم قبلیت هضم این اسیدآمینه‌ها برعکس به میزان۷/۹۵٪ (۰/۶۶۵درمقابل۰/۶۱۶) افزایش نشان داد. بنابراین، با کاهش پروتئین خام از ۲۰۶ به ۱۶۲ گرم در هر کیلوگرم جیره، بطور کلی قابلیت هضم اسیدآمینه در ناحیه ژژنوم ۱۴/۱٪ و به میزان معتدل تر ۳/۴۱٪ در ناحیه ایلئوم افزایش مشاهده شد. افزایش بارزتر در ژژنوم ممکن است به افزایش افزودن اسیدآمینه‌های غیرمتصل و قابلیت هضم صددرصدی و مکان‌های نزدیک جذب آنها نسبت داده شود. با این حال ، تغییر در افزایش از ۷/۹۵ ٪ به ۲۹/۴ ٪ را نمی‌توان براحتی توضیح داد، اما ممکن است منعکس کننده ترشحات کمتر اسیدآمینه درون زا به دنبال کاهش پروتئین خام جیره غذائی باشد. با این وجود، یک دلیل ممکن در خصوص تغییر در قابلیت هضم ممکن است به دلیل ایجاد عدم تعادل اسیدآمینه در محل‌های سنتز پروتئین باشد.

۵.۲. هزینه د- آمیناسیون

گردش پروتئین اسکلتی یک فرآیند پویا و مداوم است و در نتیجه سنتز و تجزیه پروتئین یا آنابولیسم و کاتابولیسم اسیدآمینه‌ها بطور مداوم در حال انجام است. با این وجود، عدم تعادل اسیدآمینه در جیره غذائی منجر به کاتابولیسم اسیدآمینه‌های اضافی شده و می‌تواند هزینه‌های د- آمیناسیون را تحمیل کند. افزودن مخلوط اسیدآمینه‌های نامتعادل به جیره‌های حاوی پروتئین کم توسط Hill and Olsen مورد بررسی قرار گرفت و این محققان نتیجه گرفتند که افت افزایش وزن، ناشی از دفع مقادیر نسبتا زیاد اسیدآمینه‌هاست. اصولا د-آمیناسیون شامل د- آمیناسیون اکسیداتیو کبدی اسیدآمینه‌ها است که آمونیاک تولید می‌کند. آمونیاک مضر است و باید سم‌زدائی شود، جائی که گلوتامین سنتتاز به عنوان کاتالیست نقش محوری داشته و با تلفیق نمودن آمونیاک و گلوتامات، آنرا به گلوتامین تبدیل می‌کند. گلوتامین سنتتاز در طیور شناسائی و تعیین شده و معادله واکنشی که توسط آن کاتالیز می‌گردد وانجام آن نیاز به انرژی دارد، در زیر نشان داده شده است:

$$NH_4^+ + Glu + Mg^{2+} \longrightarrow Gln + ADP + Pi.$$

سپس گلوتامین وارد چرخه اسیداوریک کربس می‌شود، که تولید اسیداوریک نموده، و نیتروژن آمونیاکی به شکل نیتروژن اسیداوریک دفع می‌گردد. ورود گلایسین به داخل چرخه اسیداوریک مورد نیاز است و ممکن است سرین و احتمالا ترئونین به عنوان پیش‌سازهای گلایسین عمل کنند. ساخت هر مول اسیداوریک به عنوان فرآورده نهائی متابولیسم نیتروژن نیاز به یک مول گلایسین دارد، و از دست دادن گلایسین باعث از دست رفتن ۱۲/۵ مولکولATP می‌شود. در مدل‌های پستانداران سم‌زدائی ناکافی آمونیاک و افزایش آمونیاک در گردش ، یا هایپرآمونمیا، منجر به کاهش سنتز پروتئین می‌شود. اما برخی از مطالعات طیور اشاره می‌کند که افزایش غلظت آمونیاک پلاسما، عملکرد رشد را در جوجه‌های گوشتی کاهش می‌دهد. در واقع، هنگامیکه داده‌های دو مطالعه اخیر به شکل جمعی در نظر گرفته شود، ممکن است استنباط شود که افزایش سطح آمونیاک پلاسما به شکل درجه دو افزایش وزن($p< 0.001$; $r= 0.755$) و ضریب تبدیل غذائی ($p = 0.039$; $r = 0.576$) را کاهش می‌دهد.

۵.۳. گلایسین و سرین

ارتباط بین گلایسین و سرین در طیور توسط Baker و همکارانش گزارش شده است و غلظت‌های ترکیب شده جیره ای آنها ممکن است به شکل معادل‌های گلایسین بیان شود:

{ ۰/۷۱۴۳ × سرین(گرم در هر کیلوگرم) }+ گلایسین(گرم در هر کیلوگرم) = معادل‌های گلایسین(گرم در هر کیلوگرم)

که تفاوت در وزن مولکولی را درنظر می‌گیرد. علاقه بسیار قابل‌توجهی به گلایسین در جیره‌های کاهش یافته از نظر پروتئین خام توسط مقالات Dean و همکاران ، ایجاد شده است. درواقع، David Baker این کار را به عنوان یک پیشرفت توصیف کرد، جائیکه افزودن گلایسین، علاوه بر اسیدآمینه‌های ضروری، به جیره ای با ۱۶۰ گرم پروتئین خام در هرکیلوگرم ، منجر به عملکرد رشد قابل مقایسه با جیره کنترل مثبت ذرت – سویا، حاوی ۲۲۰ گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم، گردید. این امکان وجود دارد که عدم تعادل اسیدآمینه و متعاقب آن د- آمیناسیون اسیدآمینه‌های مازاد در جیره‌های غذائی با کاهش پروتئین خام نیاز به سنتز گلایسین و اسیداوریک را در جیره تشدید کند، گرچه طبق تعریف ممکن است د- آمیناسیون بیشتری در جیره‌های غذائی با پروتئین بالا وجود

داشته باشد.

متابولیسم گلایسین مورد بررسی قرار گرفته است، جائیکه گلایسین به دلیل سنتز ناکافی در بدن، به عنوان یک اسیدآمینه ضروری و کاربردی در نظر گرفته شده است. ارزیابی‌های بیشماری از معادل‌های گلایسین در جیره غذائی حاوی پروتئین خام کاهش یافته در جوجه‌های گوشتی گزارش شده و پاسخ‌ها متفاوت بوده‌اند. پیشنهاد شده است که معادل گلایسین در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی تا ۲۱ روز پس از تفریخ بایستی بین ۱۱ تا ۲۰ گرم در کیلوگرم باشد. این توصیه براین اساس توجیه شد که احتیاجات معادل گلایسین ثابت نیست و بسته به غلظت‌های ترئونین، آرژنین، سیستئین و کولین بطور قابل توجهی متفاوت است. زمانیکه نیاز به متابولیسم سیستئین از متیونین کم باشد و هنگامیکه غلظت پیش‌سازهائی نظیر ترئونین و کولین در جیره بالا باشد، حد پائین مد نظر گرفته می‌شود. همچنین این احتمال وجود دارد که مقدر نیتروژن دفع شده به عنوان اسیداوریک، تعیین کننده نیاز به معادل‌های گلایسین در رژیم غذائی باشد. یک مطالعه خیلی رایج تعیین نسبت نیتروژن آمونیاکی(NH3-N) به نیتروزن آمونیاکی + نیتروژن اسیداوریک در مواد دفعی بود. افزودن معادل‌های گلایسین به جیره‌های حاوی پروتئین خام کاهش یافته،در تمام سطوح(۱۳۲، ۱۴۷ و ۱۶۳ گرم در کیلوگرم)نسبت را کاهش داد، که نشان می‌دهد، معادل‌های گلایسین در سنتز اسیداوریک شرکت داشته اند. بعلاوه، از این مطالعه چنین استنباط می‌شود که نسبت‌های نیتروژن آمونیاکی(NH3-N) به نیتروزن آمونیاکی + نیتروژن اسیداوریک، به شکل خطی ارتباط منفی با افزایش وزن ($r = -0.918$; $\rho<0.0001$) وبه شکل خطی ارتباط مثبت ($r = 0.928$; $\rho<0.0001$) با FCR داشته است. پاسخ جوجه‌های گوشتی به افزودن معادل‌های گلایسین به جیره در تحقیقات گزارش شده متغییر است و به نظر می‌رسد که گلایسین(وسرین) برای ورود به چرخه اسیداوریک برای سنتز اسید اوریک، ممکن است نقش مهمی در این تنوع داشته باشد. علاوه بر این، ارتباط خطی بسیار معنی‌داری بین نسبت‌های نیتروژن آمونیاکی(NH3-N) به نیتروزن آمونیاکی + نیتروژن اسیداوریک ثبت شده توسط Hofman و همکاران ، از ارتباط هزینه سم‌زدائی و مسمومیت زدائی آمونیاک حمایت می‌کند.

۵.۴. ترئونین

ترئونین غیر متصل یا آزاد در دهه ۱۹۸۰ بصورت تجاری در دسترس قرار گرفت و ارزیابی‌های اولیه در جوجه‌های گوشتی توسط Suzuk and Mitsuhashiو Smith and Waldroup گزارش شدو متعاقبا نقش ترئونین در طیور مورد بررسی قرار گرفت. بطور قابل توجهی، همبستگی معنی‌داری بین غلظت ترئونین آزاد در پلاسمای خون کبدی گرفته شده از ورید مزانتریک قدامی، با افزایش وزن و راندمان تغذیه‌ای در جوجه‌های گوشتی از روز ۷ الی ۲۸ پس از تفریخ گزارش شده است.

غلظت ترئونین آزاد در پلاسمای سیستمیک به دلیل کاهش پروتئین خام جیره غذائی افزایش قابل توجهی داشت. در این گزارش، انتقال از ۱۸۳ به ۱۵۹ گرم پروتئین خام در هر کیوگرم جیره، غلظت ترئونین آزاد را در پلاسمای سیستمیک ۸۷٪ (۱۶۳۵ در برابر ۸۷۶ نانومول در هر میلی لیتر) در جوجه‌های گوشتی ماده در ۴۲ روز پس از تفریخ افزایش داد. علاوه براین، به دنبال کاهش پروتئین خام جیره غذائی از ۲۱۰ به ۱۶۵ گرم در هر کیلوگرم، افزایش غلظت پلاسمائی سیستمیک ترئونین آزاد به میزان ۶۶٪ در ۳۴ روز پس از تفریخ حاصل شد. بطور مشابه، به دنبال کاهش پروتئین خام جیره از ۲۰۰ به ۱۵۶ گرم در کیلوگرم، افزایش ۱۱۶ درصدی در ترئونین پلاسما(۱۰۹۳ در مقابل ۵۰۵ میکرومول در لیتر)مشاهده شد. این افزایش بی چون و چرا در غلظت ترئونین، این احتمال را افزایش می‌دهد که فعالیت ترئونین دهیدروژناز با کاهش پروتئین خام جیره غذائی کاهش می‌یابد. ممکن است فعالیت ترئونین دهیدروژناز کبدی تا حد زیادی تحت تاثیر سطوح پروتئین جیره غذائی یا سایر اسیدآمینه‌ها باشد تا نسبت به خود ترئونین. بطور سازنده، کاهش پروتئین خام جیره از ۳۲۰ به ۲۳۰ گرم در هر کیلوگرم جیره باعث کاهش ۴۸/۳ درصدی ترئونین دهیدروژناز کبدی در جوجه‌های گوشتی شد، که در آن هر دو جیره حاوی ۶/۷ گرم بر کیلوگرم ترئونین بود. دلایل کاهش فعالیت ترئونین دهیدروژناز و افزایش غلظت ترئونین در پلاسمای خون تا حدودی مبهم است. با این حال، ترئونین یک اسیدآمینه فراوان در جریان درون زای ایلئومی در جوجه‌های گوشتی است و یکی از دلایل سطوح بالای ترئونین ممکن است ترئونین بازیافتی مخاط روده برای سنتز پروتئین‌های درون زا، بویژه موسین باشد.

نکته قابل توجه دیگر این است که سطح ترئونین پلاسمای خون در جوجه‌های گوشتی نسبتا بالاتر از سطح جیره‌ای آن است. در یک مطالعه ممکن است ترئونین ۴/۱ درصد از اسیدآمینه‌های جیره را نشان دهد اما سهم ۱۷/۹ درصدی از اسیدآمینه‌های آزاد در پلاسمای خون جوجه‌های گوشتی با جیره غذائی برمبنای کازئین با ۱۸۰ گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم بود. ترئونین سهم ۴/۴۲ ٪ (۸/۴۳ از ۱۹۰/۶ گرم در کیلوگرم) از کل غلظت اسیدآمینه‌های آنالیز شده جیره را نشان داد، اما سهم ۱۰٪ (۵۰۵ از ۵۰۴۶ میکرو مول در لیتر) کل اسیدآمینه‌ها در پلاسمای خون پرندگانی که ۲۰۰ گرم در هرکیلوگرم از جیره پروتئین خام را مصرف کرده بودند را نشان داد. با این حال، در پرندگانی که جیره آنها حاوی ۱۵۶ گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم بود، ترئونین سهم ۵/۴۶ ٪ (۷/۷۴ از ۱۴۱/۸ گرم بر کیلوگرم) را در جیره داشت اما سهم قابل توجهی ۱۹/۶ درصدی (۱۰۹۳ از ۵۵۶۳ میکرو مول در لیتر) در پلاسمای خون داشت. این نتایج نشان می‌دهد که قطعا درک بهتری از پیدایش و هدف افزایش غلظت ترئونین آزاد در پلاسمای خون پرندگان و جیره‌های غذائی کاهش یافته از نظر پروتئین خام، مورد نیاز است.

در تئوری، زمانی که ترئونین توسط واکنش آنزیمی ترئونین آلدولاز به گلایسین و استالدئید تبدیل می‌شود، ترئونین ممکن است به عنوان پیش‌ساز گلایسین عمل کند و همچنین در طیور تبدیل‌های متقابلی بین سرین و گلایسین وجود دارد. بطوریکه اشاره شد، افزایش ۶۶٪ و ۱۱۶٪ در غلظت ترئونین آزاد پلاسمای خون به دنبال کاهش پروتئین خام جیره گزارش شده است. با این حال، غلظت پلاسمائی گلایسین و سرین به دنبال کاهش پروتئین خام جیره غذائی در هر دو آزمایش کاهش یافت.کاهش ۲۶/۶ ٪ (۹۱۶ در مقابل ۱۲۴۲ میکرومول در لیتر) در تحقیق Kidd and Tillman و ۳۲/۲ ٪(۹۱۶ در مقابل ۱۲۴۲ میکرومول در هر لیتر) در تحقیق Chrystal و همکاران مشاهده گردید، در زمانیکه به عنوان معادل گلایسین بیان شد. تغییرات مخالف در غلظت‌های پلاسمائی آزاد ترئونین و معادل‌های گلایسین به نظر نمی‌رسد که ترئونین به گلایسین تبدیل شده باشد. این نتیجه حمایت می‌کند، جائیکه نتیجه‌گیری شد، سنتز داخلی گلایسین از ترئونین ممکن است محدود باشد و ترئونین براحتی به گلایسین تجزیه نمی‌شود و به عنوان پیش ساز این اسیدآمینه براساس داده‌های اسیدآمینه

پلاسما، عمل نکند.
از طرف دیگر، بطور فزاینده‌ای گفته می‌شود که ترئونین به گلایسین تبدیل می‌شود و به همین دلیل، ترئونین اضافی پاسخ به گلایسین را از بین می‌برد. به طور مثال افزودن ۴گرم برکیلوگرم گلایسین به پنج جیره غذائی با پروتئین خام در محدوده ۱۶۰ الی ۲۴۰ گرم بر کیلوگرم، FCR را بطور متوسط ۲/۹۵ ٪ (۱/۳۱۵ در مقابل ۱/۳۵۵) بهبود بخشید، اما افزودن همزمان ۴ گرم در کیلوگرم ترئونین FCR را به میزان ۵/۰۲ ٪ (۱/۳۸۱ در مقابل ۱/۳۱۵ ٪) بدتر کرد. بارزترین پاسخ گلایسین در پرندگانی بود که از رژیم غذائی حاوی ۱۸۰ گرم پروتئین خام در کیلوگرم جیره استفاده کرده بودند، بطوریکه ۷/۹۶ ٪(۱/۳۴۲ دربرابر ۱/۴۵۸) در FCR بهبود حاصل شد، اما با افزودن همزمان ترئونین ۶/۰۴ ٪ در FCR افزایش ایجاد شد. از طرف دیگر، یافته‌های مطالعه دیگر، اشاره به این موضوع دارد که ترئونین مازاد روش موثری بر جبران کمبود معادل گلایسین در جیره‌های با پروتئین کم، نیست.
Chrystal و همکاران در تحقیقی نشان دادند که افزودن منحصرا ، ترئونین آزاد (غیرمتصل)به میزان ۱/۱ گرم یا ۴/۳۳ گرم معادل گلایسین آزاد به هر کیلوگرم جیره حاوی ۱۶۵گرم پروتئین خام، تاثیر اندکی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی دارد. با اینحال، افزودن ترکیبی از ترئونین و معال‌های گلایسین امیدوارکننده بود، زیرا باعث افزایش وزن به میزان ۷/۸۲ ٪ (۲۱۵۰ در برابر ۱۹۹۴ گرم در هرکیلوگرم) و کاهش وزن لایه چربی به میزان ۱۲/۵ ٪(۱۱/۶۵ در برابر۱۳/۳۱ ٪) گردید. این نتیجه قابل پیش بینی نبود و واضح است که جهت روشن شدن مکانیزم های تاثیرگذار توسط محور ترئونین- گلایسین – سرین ، نیاز به تحقیقات بیشتری می‌باشد. بنابراین، ترئونین دو چالش کاملا متفاوت ایجاد می‌کند. نخست اینکه باعث درک بهتر افزایش غلظت‌های ترئونین آزاد پلاسمای خون در پاسخ به کاهش پروتئین خام جیره می‌شود. ثانیا، باعث روشن شدن ارتباط بین ترئونین، گلایسین، سرین و تعیین میزان ترئونین به عنوان پیش‌ساز گلایسین در جیره‌های کم‌پروتئین جوجه‌های گوشتی می‌شود.

۵.۵. اسیدآمینه‌های شاخه‌دار : ایزولوسین ، لوسین ، و والین

اسیدآمینه‌های شاخه‌دار (BCAAs) مورد توجه هستند زیرا ایزولوسین یا والین ممکن است چهارمین اسیدآمینه محدودکننده در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی باشند، درحالیکه، سطح لوسین معمولا کافی درنظر گرفته می‌شود. علاوه بر این، اثرات متضاد بین اسیدآمینه‌های شاخه‌دار وجود دارد، که این اثرات در جوجه‌های گوشتی شناخته شده‌اند، گرچه مکانیزم‌های مرتبط با آنها هنوز بدرستی مشخص نشده‌اند. احتمالا Mathieu and Scott اولین محققینی بودند که اثرات تضاد بین اسیدآمینه‌های شاخه‌دار را مشخص کردند و به دنبال آن سایر محققین تحقیق خود را انجام دادند. ممکن است رقابت بین اسیدآمینه‌های شاخه‌دار برای جذب از روده ، یک عامل برای این تضاد باشد. لوسین جذب ایزولوسین و والین را مهار می‌کند و نشان داده شده است که ایزولوسین جذب لوسین و والین را در موش نر صحرائی از روده و پلاسمای خون کبدی به تاخیر می‌اندازد. با اینحال، بعید به نظر می‌رسد که تضاد بین اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در جیره‌های عملی مطرح باشد، اما ممکن است در جیره‌های کاهش یافته از نظر پروتئین خام مطرح باشد، جائیکه لوسین مازاد می‌تواند باعث تجزیه ایزولوسین و والین شود. ضرایب قابلیت هضم ظاهری اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در چهار ناحیه از روده کوچک و سرعت هضم آنها در پرندگانی که از جیره‌های متدول بر پایه سورگوم استفاده کرده بودند در جدول ۲ نشان داده شده اند. بر اساس یافته‌های Liu و همکاران، فقط تایروزین سرعت هضم پائین‌تری از اسیدآمینه‌های شاخه‌دار داشته است. این نشان دهنده آب گریزی اسیدآمینه‌های شاخه‌دار است و ممکن است سرعت هضم ایزولوسین، لوسین و والین آزاد بطور نامتناسبی سریعتر از همتایان متصل به پروتئین آنها باشد که می‌تواند باعث عدم تعادل اسیدآمینه شود.

جدول ۲- ضرایب قابلیت هضم اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در چهار بخش از روده باریک و سرعت هضم آنها در پرندگانی که از جیره‌های بر مبنای سورگوم تغذیه شده‌اند.

اسیدآمینه	ضرایب قابلیت هضم ظاهری				سرعت هضم
	ابتدای ژژنوم	انتهای ژژنوم	ابتدای ایلئوم	انتهای ایلئوم	(۱۰$^{-۲}$× در هر دقیقه)
ایزولوسین	۰/۳۶۳	۰/۵۶۸	۰/۷۲۶	۰/۷۷۴	۲۰۵
لوسین	۰/۳۵۹	۰/۵۳۶	۰/۶۹۵	۰/۷۴۸	۲۰۷
والین	۰/۳۵۲	۰/۵۶۰	۰/۷۱۵	۰/۷۶۰	۲۰۴

سه تحقیق مروری نظرات سازنده‌ای در مورد پیچیدگی‌های ذاتی لوسین و و بطور کلی اسیدآمینه‌های شاخه‌دار ارائه می‌نماید. این تصور که نیاز اسیدآمینه‌هائی که بطور متداول بیش از مقادیرکافی در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی ممکن است وجود داشته باشد به اندازه کافی شناسائی نشده است. مسلما، لوسین کاندیدای اصلی در این زمینه است زیرا نسبت‌های لوسین به لیزین در جیره‌های کاربردی جوجه‌های گوشتی ۱۳۰:۱۰۰ است که براحتی از نسبت بهینه دانشگاه تگزاسA&M فراتر می‌رود.
لوسین برای ذخیره ماهیچه‌های اسکلتی مورد نیاز است، اما هنگامی که لوسین پلاسما و لوسین داخل سلولی از حداقل مورد نیاز برای سنتزپروتئین بیشتر شود، نقش‌های متابولیکی این اسیدآمینه خود را نشان می‌دهد. به عنوان مثال، نشان داده شده است که سطوح بالای لوسین در جیره غذائی، هدف مسیرهای سیگنال‌دهی راپامایسین (mTOR) را در عضله اسکلتی جوجه‌های نوزاد فعال می‌کند. فعال شدن mTOR سنتز پروتئین را در ماهیچه‌های اسکلتی ترویج و تجزیه پروتئین را سرکوب می‌کند. علاوه بر این نشان داده شده است که لوسین چربی را در موش کاهش می‌دهد و این بحث وجود داردکه لوسین نقش تنظیمی در کاهش چربی دارد. بطور جالب، بین لوسین و گلوکز بر همکنش وجود دارد و وضعیت گلوکز ممکن است تعیین کند که آیا لوسین در سنتز پروتئین استفاده می‌شود یا برای تولید انرژی. بنابراین، ظرفیت بالقوه لوسین برای ارتقاء سنتز پروتئین است اما سرکوب ذخیره چربی ارتباط فوری با توسعه جیره‌های با کاهش پروتئین خام دارد. لذا، این مفهوم وجود دارد که جوجه‌های گوشتی ممکن است از افزودن بالای لوسین به جیره غذائی بهره‌مند شوند، اما نتیجه آن این است که برای مقابله با اثرات آنتاگونیسمی بین اسیدآمینه‌های شاخه‌دار، ایزولوسین و والین بیشتری را باید به جیره اضافه نمود.

نشانه‌هائی هرچند محدود،وجود دارد، مبنی براینکه ممکن است غلظت‌های بالاتر از استاندارد اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در جیره‌های متداول و جیره‌های باکاهش پروتئین خام ، مفید باشد. غلظت ایزولوسین (۷/۸ به ۱۵/۶ گرم در کیلوگرم)، لوسین (۱۴/۷ به ۲۶/۲ گرم در کیلوگرم) و والین (۸/۳ به ۱۵/۸ گرم در کیلوگرم)در جیره غذائی جوجه‌های گوشتی بر مبنای ذرت -سویا با پروتئین خام ۱۹۰ گرم در کیلوگرم حاوی ۱۱/۶ گرم در کیلوگرم لیزین، افزایش یافت. این باعث بهبود قابل توجه ۲۰٪ در افزایش وزن و۶/۵۶ درصد در راندمان غذائی پرندگانی شد که این جیره‌ها را از سن ۷ الی ۲۱ روزگی پس از تفریخ مصرف کرده بودند. به پرندگان جوان (۶ الی ۲۰ روزگی پس از تفریخ)جیره‌های بر مبنای ذرت/ کنجاله سویا با ۲۲۶ گرم در هرکیلوگرم پروتئین داده شد که در هر کیلوگرم جیره ۱۴/۷ گرم لیزین همراه با سه اسیدآمینه شاخه‌دار وجود داشت. نسبت به لیزین، برای لوسین نسبت‌های ۷۹، ۱۳۲و ۱۸۶ ، برای ایزولوسین ۴۶، ۷۷ و ۱۰۹ و برای والین ۵۴، ۹۱ ، ۱۲۸ در برابر مقادیر ۱۰۹، ۶۹ و ۸۰ تکزاسA&M بود. سطح بالای اسیدآمینه‌های شاخه‌دار بیشترین افزایش وزن را ایجاد نمود، درحالیکه سطح متوسط اسیدآمینه‌های شاخه‌دار کارآمدترین ضریب تبدیل غذائی و بالاترین تولیدگوشت سینه را به همراه داشت. نسبت‌های، ۱۵۰لوسین، ۸۷ ایزولوسین و ۱۰۳ والین برای ضریب تبدیل غذائی و تولید گوشت سینه مفیدترین بودند، مهمتر از همه، این سطوح به راحتی از توصیه‌های استاندارد فراتر می‌روند.

از طرف دیگر، افزایش غلظت لوسین قابل هضم از میانگین ۱۴/۶ به ۱۶/۹ و ۲۰/۶ گرم در کیلوگرم در جیره‌های آغازین، رشد و پایانی بر مبنای ذرت – سویا حاوی پروتئین خام ۱۹۶ گرم در هر کیلوگرم در جوجه‌های گوشتی از سن ۱ الی ۳۴ روزگی پس از تفریخ بر عملکرد رشد در تحقیق Zeitz و همکاران ، تاثیری نداشت. اما،در این مطالعه غلظت جیره‌ای ایزولوسین و والین ثابت در نظر گرفته شد. در مطالعه بعدی، ایزولوسین و والین نسبت به غلظت لوسین قابل هضم افزایش یافت که این افزایش از میانگین ۱۲/۶ به ۱۶/۴ و ۱۹/۶ گرم در کیلوگرم در جیره های بر مبنای ذرت – سویا در مراحل آغازین، رشد و پایانی بود با میزان پروتئین خام ۱۹۸گرم در کیلوگرم که به جوجه‌های گوشتی از ۱ الی ۳۵ روزگی پس از تفریخ داده شد. باز هم، عملکرد رشد تحت تاثیر افزودن اسید آمینه‌های شاخه دار به جیره‌های حاوی نخود، جو و گندم علاوه بر ذرت و کنجاله سویا ، قرار نگرفت.

افزایش ذخیره چربی در پرندگانی که از جیره‌های کم پروتئین تغذیه نموده باشند یک پیامد نامطلوب اما ثابت است و با ضریب تبدیل غذائی نامطلوب مرتبط است. افزودن ۵ گرم بر کیلوگرم لوسین به جیره‌های بر پایه ذرت- کنجاله سویا حاوی ۲۰۰ و ۱۸۰ گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم جیره، چربی لاشه را در جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی به شکل قابل توجهی به میزان ۱۶/۴ ٪ (۵۸/۲ در برابر ۶۹/۶ گرم به ازای هرپرنده) کاهش داد. با افزودن ۵ گرم بر کیلوگرم لوسین میانگین نسبت لوسین به لیزین جیره از ۱۳۹ به ۱۸۴ افزایش یافت. علاوه بر این، افزودن ۶/۷ گرم بر کیلوگرم لوسین به جیره غذائی ، چربی محوطه شکمی را تا ۴۰/۹ ٪ (۶۹/۸ در مقابل ۱۱۷/۶ گرم در کیلوگرم)کاهش داد. قابل توجه است که افزایش جایگزینی انفرادی لوسین و والین به شکل خطی چربی محوطه شکمی را کاهش می‌دهد. افزایش نسبت لوسین به لیزین از ۹۸ به ۱۷۱ بطور خطی باعث کاهش وزن نسبی چربی محوطه بطنی به میزان ۱۳/۵ ٪ (۳۵/۸ در مقابل ۴۱/۴ گرم در کیلوگرم) شد و افزایش نسبت والین به لیزین از ۵۳ به ۱۰۷ یک کاهش خطی۱۸/۸٪ (۳۶/۴ در مقابل ۴۴/۸ گرم در کیلوگرم) در سنین ۲۱ الی ۴۲ روزگی پس از تفریخ ایجاد کرد. محققان نتیجه گرفتند که مکمل کردن لوسین و والین می‌تواند باعث کاهش ذخیره چربی محوطه بطنی در پرندگانی شود که در طی دوره رشد از جیره‌های کم پروتئین تغذیه کرده بودند.

این موضوع عجیب است که نسبت بهینه اسیدآمینه Texas A&M برای خوک‌های در حال رشد (۲۰ تا ۵۰ کیلوگرم وزن زنده) برای لوسین به لیزین ۱۳۱ است، امابرای جوجه‌های گوشتی در حل رشد (۲۱ الی ۴۲ روز پس از تفریخ) نسبت بهینه کمتر از ۱۰۹ است. باتوجه به اینکه لوسین ۶/۸۳ درصد از کل پروتئین بدن خوک و تقریبا ۶/۹۲ درصد در کل بدن مرغ را تشکیل می‌دهد، جای سوال است که چرا توصیه لوسین در طیور به میزان قابل توجهی کمتر است. یک علت احتمالی این است که لوسین نقش‌های عملکردی بیشتری در خوک نسبت به طیور اجرا می‌کند. جالب توجه است افزودن ۱/۹ گرم بر کیلوگرم ایزولوسین، یک گرم بر کیلوگرم لوسین ، و ۳/۴ گرم بر کیلوگرم والین در یک جیره حاوی ۱۷۱ گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم برای خوک‌چه‌های از شیر گرفته شده ، پاسخ‌های بزرگی به میزان ۶۴٪ در میانگین افزایش وزن روزانه و ۲۳ درصد در ضریب تبدیل غذائی در ۱۴ روز پس از دوره از شیر گیری ایجاد نمود. این محققین به نتیجه رسیدند که بیان ژن روده ای انتقال دهنده اسیدآمینه در خوکهای از شیر گرفته شده توسط مکمل اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در جیره‌های کم پروتئین، افزایش می یابد، که نمایانگر نقش عملکردی اسیدآمینه‌های شاخه‌دار در تغذیه حیوانات است.

۵.۶. لیزین

لیزین غیر متصل در سال ۱۹۷۰ میلادی به شکل تجارتی به بازار ارائه شد، اما ارزیابی آن در طیور گوشتی خیلی زودتر صورت گرفته بود. در یکسری از مطالعات برجسته، Ted Batterham اذعان نمود که مدت زمان دسترسی روزانه به غذا تاثیر منفی بر روی کارائی استفاده از لیزین HCl در خوکها دارد. اینکه این پدیده به طیور گسترش می‌یابد توسط داده‌های تولید شده پشتیبانی می‌شود، اما نه توسط داده‌های بدست آمده توسط Baker and Izquierdo. با فرض اینکه یافته های Batteram برای جوجه‌های گوشتی قابل استفاده باشد، بدان مفهوم است که افزایش ساعات روشنائی روزانه استفاده از اسیدآمینه‌های غیرمتصل را بهبود می‌بخشد. این احتمال مورد بررسی قرر گرفت، جائی که مشخص شد فراهم کردن دسترسی فیزیکی روزانه به غذا در جوجه‌های گوشتی برای فواصل ۱۲ ، ۱۶ ، و ۲۰ ساعت بر استفاده از لیزین هیدروکلراید، تاثیری ندارد. به نظر می‌رسد که اساس این مسئله در ظرفیت چینه‌دان پرندگان از طریق تغذیه پیش‌بینی شده و ابقاء محتویات هضمی در چینه دان باشد. بطور آموزنده‌ای، کاهش دفعات تغذیه از ۲۰ ساعت به ۱۶ و ۱۲ ساعت بر وزن نسبی چینه دان، با افزایشی از ۳/۸ به ۵/۵ و۷/۷ گرم در کیلوگرم، تاثیر گذاشت. کاهش خطی در وزن نسبی چینه دان با افزایش ساعات دسترسی به غذا مشاهده شد. همچنین کاهش فواصل دسترسی به غذا نیز بطور قابل توجهی وزن نسبی سنگدان و محتوای آنها را افزایش داد. بنابراین، نتیجه گیری شد که دوگانگی بین خوک‌ها و طیور در ارتباط با لیزین، مربوط به عملکرد چینه‌دان و سنگدان و تنظیم حرکات معکوس دودی در جذب نسبی روده‌ای لیزین غیر متصل در برابر لیزین متصل به پروتئین است. لذا، در عمل مفهوم اینکه رژیم روشنائی بکار رفته در شرایط رشد احتمالا بطور خاص بر استفاده از لیزین غیرمتصل، و بطور کلی اسیدآمینه‌های غیرمتصل، تاثیر نمی‌گذارد.

۵.۷. متیونین

نقش متیونین در تولید گوشت مرغ مورد مطالعه قرارگرفته است. متیونین اولین اسیدآمینه محدودکننده برای جوجه‌های گوشتی است که از جیره‌های بر مبنای ذرت- کنجاله سویا تغذیه می‌کنند و اولین اسیدآمینه غیرمتصل بود که به شکل تجاری ساخته شد. متیونین ممکن است بطوربرگشت ناپذیری به سیستئین تبدیل شود و برای تولید پروتئین جهت ذخیره ماهیچه اسکلتی و پردرآوری نیاز به اسیدآمینه‌های گوگرددار است. هموسیستئین یکی دیگر از اسیدآمینه‌های حاوی گوگرد است که در تبدیل متیونین به سیستئین نقش دارد. همچنین متیونین یک اسیدآمینه محوری است که در تولید متیل نقش داشته و پیش‌ساز کارنیتین و گلوتاتیون برای مقابله با تنش اکسیداتیو است. علاوه براین، متیونین و سیستئین بطور مثبت بر روی پاسخ‌های ایمنی و التهابی در طیور تاثیر می‌گذارند.

متیونین غیرمتصل از طریق شیمیائی تولید می‌شود و ممکن است در جیره‌های طیور به شکل پودر (دی ، ال – متیونین یا ال – متیونین) یا به شکل مایع (دی،ال – ۲- هیدروکسی – ۴- متیل بوتانوئیک اسید) استفاده شود. سطح متیونین قابل‌هضم توصیه شده برای جوجه‌های راس ۳۰۸ از ۴ الی ۵/۱ گرم در کیلوگرم متغییر است، و از آنجائی‌که جیره‌های کاربردی جوجه‌های گوشتی اغلب حاوی ۲ الی ۳ گرم در کیلوگرم متیونین غیرمتصل می‌باشند، معمولا نسبت قابل‌توجهی از کل متیونین جیره را نشان می‌دهد. پردرآوری یک تفاوت عمده بین خوک و طیور است و این احتمال وجود دارد که سویه‌های با پردرآوری سریع نسبت به سویه‌های با پردرآوری آهسته به سیستئین بیشتر، اما نه متیونین، نیاز دارند. این امر بر اهمیت سیستئین در رابطه با پردرآوری تاکید دارد، اما سطح بیش از حد سیستئین بطور بالقوه سمی است. علاوه براین، مجزا درنظرگرفتن متیونین و سیستئین موانعی ایجاد می‌کند زیرا ممکن است غلظت سیستئین تاثیر عمیقی بر میزان پاسخ به متیونین داشته باشد.

در تحقیق Huyghebaert and Pack مقادیر درجه‌بندی شده دی،ال-متیونین، یک ترکیب مساوی از دی،ال-متیونین و ال-سیستئین، یا اسیدآمینه‌های حاوی گوگرد مشتق شده از پروتئین دست‌نخورده به جیره پایه جوجه‌های گوشتی حاوی ۲۰۸ گرم بر کیلوگرم پروتئین ، اضافه شد. بطور جالب توجهی، متیونین غیرپیوندی در بهبود افزایش وزن و راندمان غذائی موثرتر از متیونین غیرمتصل بعلاوه سیستئین، و به نوبه خود، متیونین متصل به پروتئین بعلاوه سیستئین با حاشیه قابل توجهی بود. علاوه براین، محققین فوق نشان دادند که با افزایش میزان پروتئین خام جیره، نیاز برای متیونین بعلاوه سیستین بیشتر می‌شود ، که ممکن است در مورد جیره‌های کم‌پروتئین برعکس باشد. بطور قطع، در تحقیق Chrystal و همکاران افزودن ۱/۷۶ گرم در کیلوگرم متیونین غیرمتصل به جیره مرغان گوشتی حاوی ۱۶۵ گرم پروتئین خام در هر کیلوگرم تاثیری بر روی عملکرد رشد نداشت. با این حال، افزایش استفاده ازمتیونین در جوجه‌های گوشتی نر از سن ۸ الی ۲۱ روزگی پس از تفریخ یک جیره کاهش یافته از نظر پروتئین (۱۸۳ گرم پروتئین خام در کیلوگرم) در مقایسه با جیره استاندارد(۲۲۹گرم پروتئین خام در کیلوگرم)گزارش شده است. حداکثر عملکرد و ذخیره پروتئین در مطالعات پاسخ به سطوح مختلف متیونین مشابه بود، اما حداکثر استفاده تجمعی از متیونین برای ذخیره در جیره حاوی ۱۸۳ گرم پروتئین خام در کیلوگرم ۸۵٪ بود، اما در جیره حاوی ۲۲۹ گرم پروتئین خام در کیلوگرم فقط ۷۶٪ بود. جالب توجه اینکه، حداکثر استفاده از متیونین در ۴۸٪ و ۳۸٪ حداکثر ذخیره بدست آمد. در نقطه حداکثر ذخیره متیونین (۹۵٪ پاسخ جانبی، نیاز)، استفاده حاشیه‌ای از آخرین واحد متیونین اضافه شده به ۲۱٪ و ۱۹٪ در تیمارهای کم پروتئین و استاندارد کاهش یافت، که قانون بازده کاهشی را نشان می‌دهد.

جالب توجه اینکه متیونین به عنوان یک دی‌پپتید دردسترس می‌باشد، که برای آبزی‌پروری ساخته شده است. ارزیابی این دی‌پپتید در طیور ممکن است ارزشمند باشد زیرا جذب روده‌ای آن می‌تواند توسط ناقل اولیگوپپتید، Pep T-1 ، در مقایسه با متیونین ساختگی مونومر مفید باشد.

۶ . نتیجه‌گیری

درنهایت، استدلال ما این است که توسعه جیره جوجه‌های گوشتی با کاهش پروتئین خام به میزان ۵۰ گرم در کیلوگرم ممکن است بخوبی بدست آید، مشروط به اینکه تحقیقات کافی برای شناسائی و رسیدگی به عوامل محدودکننده تکمیل شود. پیشرفت"نسبت‌های پروتئین ایده‌آل" که مرتبط با جیره‌های غذائی کم‌پروتئین ، نه مرسوم، می‌باشد، مورد نیاز است. تا آنجا که به اسیدآمینه‌های خاص مربوط می‌شود، ما معتقدیم که درک بهتر نقش ترئونین، گلایسین و سرین، لوسین،ایزولوسین و والین در پرندگانی که از جیره‌های کم‌پروتئین مصرف می‌کنند ضروری است. با این حال، آنها را نباید جدا از دینامیک هضم نشاسته – پروتئین و شاید، بالاخص، دینامیک هضم اسیدآمینه‌های غیرمتصل در مقابل اسیدآمینه‌های متصل به پروتئین در نظر گرفت. با این وجود، اسیدآمینه‌های مصنوعی و کریستاله جایگزین مناسبی برای کنجاله سویا در تولید گوشت مرغ خواهند شد، اگر هدف بطور کامل، یا حدی، محقق شود.

منبع:

P.H.Selle.,J.Cesar dePaula Dorigam., A.Lemme.,P.V.Chrystal and S.Y.Liu.2020.Synthetic and Crystalline Amino Acids: Alternatives to Soybean Meal in Chicken-Meat Production.**Animals**.10,729.