



موسسه تحقیقات علوم دامی کشور



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

تأثیر رقیق سازی جیره و استفاده از مکمل آنزیمی بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی

نویسنده: حسنا حاجاتی

همکار: مجید توکلی

۱۴۰۱

سرشناسه	حاجاتی، حسنا، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور	تأثیر رقیق‌سازی جیره و استفاده از مکمل آنژیمی بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی/ نویسنده حسنا حاجاتی؛ همکار مجید توکلی؛ تهیه شده در مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور- دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی؛ [برای] وزارت جهاد کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
مشخصات نشر	تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت آموزش و ترویج کشاورزی، نشر آموزش کشاورزی، ۱۴۰۱.
مشخصات ظاهری	۳۶ص.
شابک	۸-۸۵-۷۹۴۹-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	فیا
یادداشت	کتابنامه: ص. ۳۳-۳۶.
موضوع	مرغ‌های گوشتی -- تغذیه Nutrition Broilers (Chickens) مکمل‌های مواد غذایی Dietary supplements آنژیم‌ها در تغذیه حیوانات Enzymes in animal nutrition
شناسه افزوده	توکلی، مجید، ۱۳۵۷-
شناسه افزوده	مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور. دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت آموزش و ترویج کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی
شناسه افزوده	سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
رده‌بندی کنگره	SF۴۸۸
رده‌بندی دیویی	۶۰۶/۵۱۳
شماره کتابشناسی ملی	۸۸۱۵۰۹۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	فیا

شابک: ۸-۸۵-۷۹۴۹-۶۲۲-۹۷۸

ISBN: 978-622-7949-85-8

عنوان: تأثیر رقیق‌سازی جیره و استفاده از مکمل آنژیمی بر عملکرد و خصوصیات

لاشه جوجه‌های گوشتی

نویسنده: حسنا حاجاتی

همکار: مجید توکلی

طراح روی جلد: مجید توکلی

مدیر داخلی: ویدا همتی

تهیه شده در: مؤسسه تحقیقات علوم دامی کشور- دفتر شبکه دانش و رسانه‌های ترویجی

ناشر: نشر آموزش کشاورزی

شمارگان: ۱۰۰۰

نوبت چاپ: اول / ۱۴۰۱

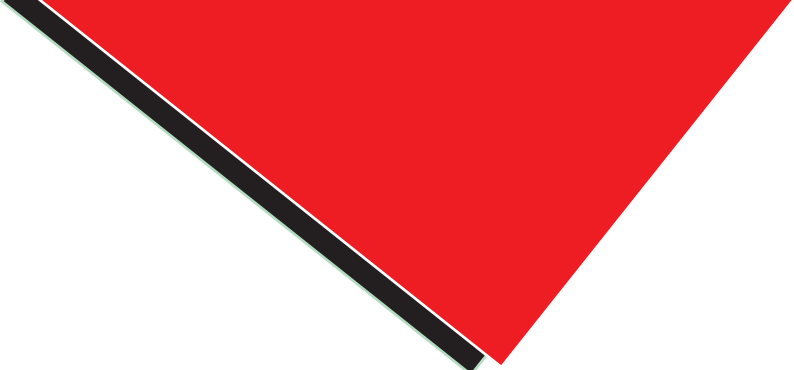
قیمت: رایگان

مسئولیت صحت مطالب با نویسنده است.

شماره ثبت در مرکز فن‌آوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی ۵۹۸۷۳ به تاریخ ۱۴۰۰/۰۴/۱۵ است.

نشانی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن، پلاک ۱ و ۲، معاونت ترویج،

صندوق پستی: ۱۱۱۳-۱۹۳۹۵، تلفکس: ۲۲۴۱۳۹۲۳-۰۲۱

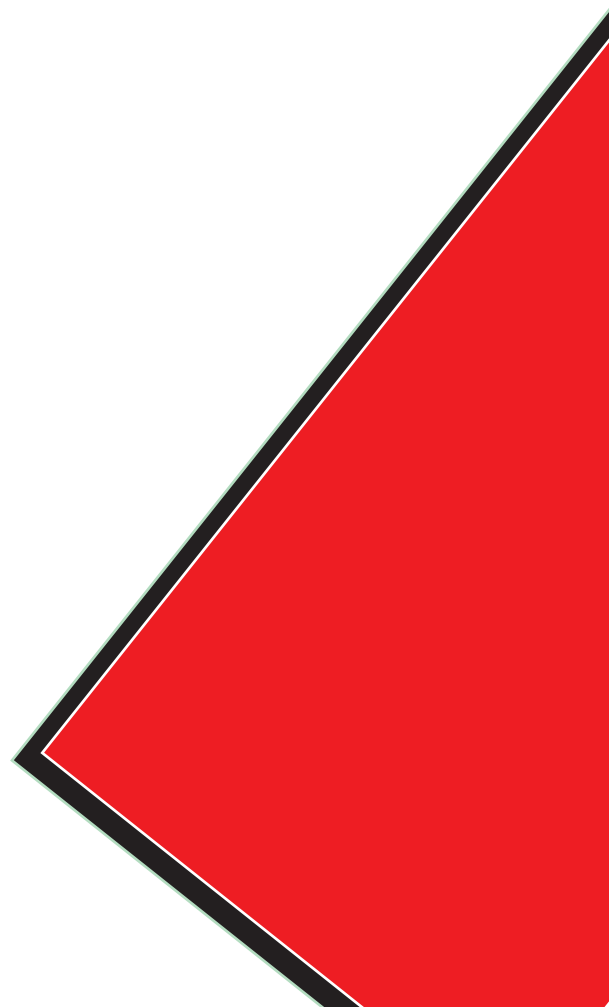


مخاطبان نشریه:

- کارشناسان
- محققان
- مروجان
- بهره‌برداران

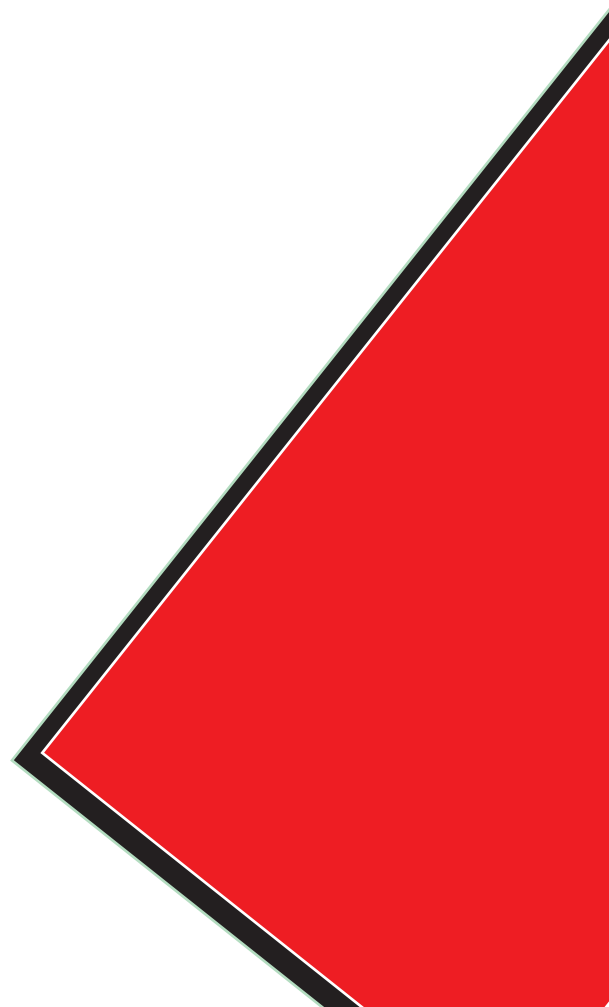
اهداف آموزشی:

- آشنایی با مزایای کاربرد محدودیت غذایی به همراه استفاده از مولتی آنزیم در تغذیه جوجه‌های گوشتی



فهرست مطالب

مقدمه	۷
محدودیت غذایی در جوجه‌های گوشتی	۹
مزایای استفاده از محدودیت غذایی	۱۲
انواع روش‌های محدودیت غذایی	۱۲
رقیق‌سازی جیره	۱۳
محدودیت غذایی و رشد جبرانی	۱۴
عوامل مؤثر بر رشد جبرانی	۱۷
مکانیسم‌های پیشنهادی برای رشد جبرانی	۱۷
- اهمیت استفاده از آنزیم‌ها در جیره طیور	۱۸
- دلایل استفاده از آنزیم‌ها در خوراک طیور	۲۰
- آنزیم‌های مورد استفاده در تغذیه طیور	۲۰
- انتخاب آنزیم مناسب	۲۴
کاربرد مکمل آنزیمی به همراه محدودیت غذایی در تغذیه طیور	۲۶
تأثیر محدودیت غذایی و مکمل آنزیمی بر عملکرد و خصوصیات لاشه	۲۹
توصیه ترویجی	۳۲
منابع	۳۳



پیشرفت‌های حاصله در امر تغذیه و اصلاح نژاد جوجه‌های گوشتی نظیر تعیین دقیق احتیاجات بخصوص احتیاجات رشد، استفاده از راهکارهای مدیریتی و تغذیه‌ای جهت کاهش احتیاجات نگهداری، ارائه برنامه‌های تغذیه‌ای در راستای اهداف و شرایط تولید و استفاده بهینه از اقلام خوراکی با استفاده از آنزیم‌های خوراکی، پروبیوتیک‌ها و پری‌بیوتیک‌ها به تداوم بهبود راندمان تولید جوجه‌های گوشتی شتاب بیشتری داده است.

پیشرفت برنامه‌های اصلاح نژادی در جوجه‌های گوشتی سبب شده تا سرعت رشد جوجه‌های گوشتی امروزی و نیز مصرف خوراک آن‌ها افزایش یابد به‌طوری‌که در صورت دسترسی آزاد به خوراک، ممکن است ۲ تا ۳ برابر احتیاجات نگهداری انرژی دریافت کنند. برنامه‌های محدودیت غذایی راهکارهایی هستند که می‌توانند جهت مدیریت تغذیه به‌منظور کاهش موقت نرخ رشد، بهبود بازده غذایی، کاهش تلفات ناشی از عارضه مرگ ناگهانی و آسیت، کاهش ناهنجاری‌های اسکلتی و استخوان، افزایش میزان پروتئین لاشه، کاهش ذخیره چربی در حفره شکمی و لاشه، کاهش اثرات سوء تنش گرمایی، افزایش فعالیت آنزیم‌های مترشحه از لوزالمعده، بهبود سیستم ایمنی و کاهش آلودگی محیطی مورد استفاده قرار گیرند. در گذشته استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد به‌طور مؤثری نیاز به استفاده از آنزیم را کاهش می‌داد. اما اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۶، استفاده

از تمام آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مورد استفاده در جیره حیوانات را ممنوع اعلام کرد. در ایالات متحده نیز اداره خوراک و دارو^۱ استفاده از اکثر آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد را ممنوع کرده است. بیشتر از ۲۰ سال است که از آنزیم‌ها در جیره طیور استفاده می‌شود. افزودن مکمل‌های آنزیمی به جیره‌ها سبب افزایش قابلیت هضم مواد خوراکی باکیفیت پایین و کاهش اتلاف مواد مغذی از طریق فضولات و بهبود کارایی تولید گردیده و می‌تواند باعث کاهش مقادیر جیره‌های مورد تغذیه شود. آنزیم‌ها به منظور افزایش قابلیت هضم جیره، برطرف کردن اثرات عوامل ضد تغذیه، بهبود قابلیت دسترسی ماده مغذی و مسائل زیست‌محیطی به جیره حیوان افزوده می‌شوند. آنزیم‌ها اساساً بهره‌برداری از انرژی را در غلات حاوی مقادیر زیاد پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای محلول^۲ نظیر گندم، جو، یولاف و چاودار بهبود می‌دهند. اثر ضد تغذیه‌ای این پلی‌ساکاریدها منجر به افزایش ویسکوزیته محتویات روده، کاهش مصرف خوراک و کاهش رشد می‌گردد. از این رو آنزیم‌هایی نظیر زایلاناز و بتا-گلوکاناز به‌طور گسترده در جیره طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در میان سایر آنزیم‌ها، استفاده از پروتئاز و آلفا-آمیلاز نیز برای بهبود هضم پروتئین و نشاسته در حیوانات غیرنشخوارکننده متداول است. همچنین تغییرات زیاد در کیفیت و ترکیبات ذرت و عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در کنجاله سویا نظیر پروتئین‌های حساسیت‌زا^۳ که اغلب به‌طور کامل به‌وسیله گرما خنثی نمی‌شوند می‌توانند منجر به کاهش قابلیت هضم خوراک در طیور گردند. البته هنوز طرز عمل آنزیم‌های هیدرولیز کننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای به‌طور کامل درک نشده است. این آنزیم‌ها با

1- Food and drug administration

2 -Soluble non-starch polysaccharides

3 -Allergenic

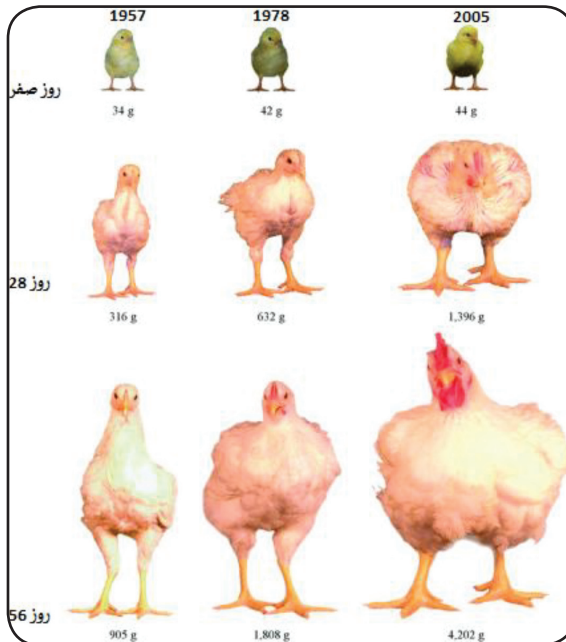
هیدرولیز قسمتی از پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای، ویسکوزیته محتویات هضمی در روده کوچک را کاهش، قابلیت هضم مواد مغذی را بهبود و فلور میکروبی روده را تغییر می‌دهند. مکمل آنزیمی می‌تواند وضعیت تغذیه‌ای^۴ را تغییر و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی را بهبود دهد. این موارد ارتباط نزدیکی با تنظیم سوخت‌وساز و کارکرد سیستم درون‌ریز مرتبط با رشد دارند. بنابراین به نظر می‌رسد طراحی برنامه‌های تغذیه‌ای به صورت تلفیقی از محدودیت غذایی و استفاده از مکمل‌های آنزیمی در پرورش جوجه‌های گوشتی با سرعت رشد بالا یک راهکار ارزشمند جهت مدیریت هزینه‌های خوراک و تلفات ناشی از بیماری‌های متابولیک و افزایش شاخص کارایی تولید گله می‌باشد.

محدودیت غذایی در جوجه‌های گوشتی

ایجاد هرگونه ممانعت یا محدودیت در دریافت مواد مغذی موردنیاز برای فعالیت‌های طبیعی یک موجود زنده، محدودیت مقدار مصرف یک جیره کاملاً متعادل و یا محدود کردن عوامل تغذیه‌ای خاص مانند انرژی و پروتئین را محدودیت غذایی گویند. محدودیت غذایی به معنای مصرف کمتر خوراک می‌تواند از طریق تغییرات هورمونی، تغییر در فعالیت‌های متابولیکی و تغییر در رفتارهای فردی حیوان باعث ایجاد محدودیت رشد شود. چنین محدودیتی می‌تواند به‌وسیله انسان یا طبیعت اعمال گردد. عوامل محیطی نظیر تنش‌های گرمایی و سرمایی، بیماری‌ها، مسائل روانی و اسارت ازجمله عوامل مؤثر بر میزان مصرف غذا در حیوانات است. هدف از اعمال چنین پدیده‌ای، بهره‌برداری از برخی واکنش‌های مفید حیوانی است.

در جوجه‌های گوشتی محدودیت غذایی به این معناست که در یک دوره معین میزان مصرف مواد مغذی به اندازه‌ای محدود گردد که کل احتیاجات نگهداری و رشد تأمین نگردد، به نحوی که در آن دوره معین جوجه‌های محدود شده در مقایسه با جوجه‌های بدون محدودیت به رشد کمتری دست یابند. به نظر می‌رسد که جوجه‌های گوشتی امروزی پتانسیل استفاده از جیره‌های با سطح انرژی پایین‌تر را دارند. به عبارت دیگر به دامنه‌ای از سطوح انرژی جیره سازگار شده و با استفاده از جیره‌های رقیق‌تر و تغییر الگوی رشد توارثی به الگوی مقعرتر، می‌توان کاهش بیشتری در احتیاجات نگهداری آن‌ها ایجاد کرد. اگر بتوان سرعت رشد اولیه جوجه‌ها را در اوایل دوره زندگی کاهش و سپس همراه با یک دوره رشد سریع به صورتی افزایش داد که در یک سن معین به همان وزن قابل‌عرضه به بازار برسند، احتیاجات نگهداری کاهش و بازده غذایی بهتر حاصل می‌شود. این نظریه امکان استفاده برنامه محدودیت

غذایی و یا کاهش مصرف مواد مغذی در دوران اولیه زندگی را جهت هماهنگ شدن اندام‌های داخلی در جوجه‌های گوشتی مطرح می‌کند.



شکل ۱- روند بهبود رشد جوجه‌های گوشتی ناشی از انتخاب ژنتیکی طی سال‌های متمادی.

برخی محققین از رابطه زیر جهت محاسبه میزان انرژی نگهداری روزانه طی دوره محدودیت استفاده کردند:

$$\text{Energy Intake (kcal ME/day)} = M \cdot BW^{2/3}$$

BW = وزن بدن در شروع محدودیت

M = ضریبی که بسته به شدت محدودیت و سویه طیور متغیر است

جونز و فارل (۱۹۹۲) رابطه وزن بدن 0.67×0.74 (تقریباً ۲۳ کیلوکالری انرژی متابولیسمی در روز) را هنگام اعمال محدودیت شدید غذایی برای جوجه‌های گوشتی به کار بردند.

پلاونیک و هرویتز (۱۹۹۱) فرمول زیر را جهت محاسبه انرژی مجاز طی محدودیت غذایی پیشنهاد کردند:

$$EA = M \times BW^{0.667} + G \times GA$$

EA = انرژی مجاز (کیلوکالری)

M = نیاز نگهداری (۱/۵ کیلوکالری / گرم)

$BW^{0.667}$ = وزن بدن متابولیکی در آغاز محدودیت غذایی

G = نیاز انرژی برای ۱ گرم رشد (۲ کیلوکالری / گرم)

GA = رشد مجاز (۱۵ گرم / روز)

هم چنین محدودیت‌های غذایی جهت تغییر ترکیبات لاشه جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. گوشت جوجه‌هایی که تحت محدودیت غذایی کیفی با استفاده از رقیق‌سازی جیره با فیبرهای خنثی قرار گرفتند نسبت به گروه شاهد، تردی کمتر اما طعم بهتر، چربی کمتر و پروتئین بیشتر داشتند. همچنین محدودیت غذایی کمی به منظور کاهش آثار منفی تنش گرمایی در جوجه‌های گوشتی پرورش یافته در مناطق آب و هوایی

گرمسیری و کاهش مرگ‌ومیر در جوجه‌خروس‌های گوشتی از طریق کاهش نرخ رشد استفاده شده است. محدودیت غذایی در پیشگیری از ناهنجاری‌های پا و بیماری‌های مفصل خرگوشی اثرات مطلوبی دارد. همچنین همبستگی قوی بین نمره راه رفتن و وزن زنده پرنده گزارش شده است، به‌طوری‌که جوجه‌های گوشتی سبک‌تر نسبت به جوجه‌های سریع سنگین‌وزن با سن و سویه مشابه توانایی بهتری در راه رفتن دارند. معمولاً جوجه‌های گوشتی با سرعت رشد کم نسبت به سویه‌های سریع‌الرشد فعال‌تر می‌باشند. محققین هدف اصلی تحقیق در مورد محدودیت غذایی در جوجه‌های گوشتی را بهبود بازده خوراک و کاهش چربی لاشه و حفره شکمی عنوان کرده‌اند.

مزایای استفاده از محدودیت غذایی

از جمله فواید استفاده از محدودیت غذایی می‌توان به بهبود ضریب تبدیل غذایی، افزایش پروتئین لاشه، کاهش ذخیره چربی، کاهش سندرم مرگ ناگهانی، کاهش وقوع آسیت و اختلالات پا، بهبود سیستم ایمنی، کاهش اثرات تنش گرمایی، افزایش فعالیت آنزیم‌های مترشحه از لوزالمعده و کاهش آلودگی محیطی اشاره کرد.

انواع روش‌های محدودیت غذایی

محدودیت خوراک به دو دسته کلی، کمی و کیفی تقسیم می‌شود. در محدودیت غذایی به روش کمی میزان خوراک مصرفی روزانه محدود می‌شود ولی در محدودیت کیفی با کاهش سطح یک یا چند ماده مغذی مانند انرژی، پروتئین، اسید آمینه‌ها و نمک به سطحی کمتر از حد نیاز و یا با استفاده از رقیق‌کننده‌های خنثی از نظر مواد مغذی مانند پوسته برنج،

پوسته یولاف، سلولز، شن و ماسه و ذغال چوب و یا با استفاده از روش‌های شیمیایی نظیر استفاده از مواد کاهنده اشتها (اسید گلایکولیک و سولفات آمونیوم) می‌توان رشد را کند کرد. هنگام به کارگیری برنامه محدودیت غذایی و بهره‌گیری از پدیده رشد جبرانی، جهت حفظ کیفیت لاشه باید نسبت صحیح و متعادل اسید آمینه‌ها به انرژی جیره رعایت گردد. بهترین راه رسیدن به این هدف، استفاده از جیره‌های معمولی همراه با محدودیت فیزیکی خوراک (محدودیت در میزان مصرف) و یا محدودیت به روش رقیق سازی (کاهش تراکم مواد مغذی) جیره است. شدت محدودیت خوراک، مدت زمان محدودیت و سن ارائه به بازار از عوامل اصلی هستند که باید در برنامه‌های محدودیت خوراک مورد توجه قرار گیرند.

رقیق‌سازی جیره

بسیاری از محققین در برنامه‌های تعدیل رشد اولیه به علت مزیت دستیابی به الگوی رشد یکنواخت‌تر در گله از جیره‌های رقیق شده استفاده کرده‌اند. در این روش جیره‌ها با اجزای خوراکی غیرقابل هضم و خنثی از نظر مواد مغذی از قبیل پوسته برنج، پوسته یولاف، ماسه و ذغال چوب رقیق می‌شوند. برخی محققین پیشنهاد کردند که رقیق‌سازی جیره با یک ماده خنثی و غیرقابل هضم، مصرف خوراک جوجه‌ها را افزایش می‌دهد. در واقع این جوجه‌ها سعی می‌کنند با مصرف خوراک بیشتر احتیاجات رشد و نگهداری خود را تأمین کنند. محدودیت به روش رقیق سازی علاوه بر کنترل مصرف خوراک (مکانیسم سیری فیزیکی)، ممکن است با افزایش ظرفیت اندام‌های هضمی به خصوص چینه‌دان و سنگدان به رشد جبرانی

کمک کند. به نظر می‌رسد که روند افزایش مصرف خوراک در هنگام تغذیه یک جیره رقیق شده، تلاش پرنده جهت حفظ مصرف مواد مغذی مورد نیاز خود است و بیان‌کننده این امر است که جوجه‌های گوشتی امروزی مصرف خوراک خود را در پاسخ به غلظت مواد مغذی جیره تعدیل می‌کنند. رقیق‌سازی ممکن است قابلیت دسترسی به مواد مغذی را بهبود داده و یا اینکه این پرندگان انرژی بیشتری را صرف رشد نمایند. مشخص شد که جوجه‌های گوشتی تحت محدودیت در دوره پایانی مصرف خوراک را مطابق با تراکم انرژی جیره تغییر می‌دهند. تحقیقات نشان داد که رقیق‌سازی جیره جوجه‌های گوشتی از سن ۸ تا ۱۴ روزگی با ذغال چوب در سطوح ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ درصد سبب افزایش مصرف خوراک شد. با افزایش شدت رقیق‌سازی، افزایش وزن بدن پرنده‌های تحت محدودیت در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به دلیل رشد جبرانی بعد از دوره محدودیت، در سن ۴۲ روزگی تفاوت معنی‌داری بین وزن بدن پرندگان تحت محدودیت و گروه شاهد وجود نداشت. با توجه به اینکه جوجه‌های گوشتی جیره‌های رقیق شده را بیشتر مصرف می‌کنند، پیشنهاد شده که جوجه‌های گوشتی امروزی هنوز توانایی تنظیم مصرف خوراک را در پاسخ به الگوهای متغیر مواد مغذی جیره دارند.

محدودیت غذایی و رشد جبرانی

منظور از محدودیت غذایی با تکیه بر رشد جبرانی در جوجه‌های گوشتی، تغذیه در حد نگهداری یا نگهداری و مقداری رشد در مرحله خاصی از دوره پرورش است که انتظار می‌رود پس از دوره محدودیت و در دوره بازپروری جوجه‌ها با سرعت بیشتری کاهش رشد دوره محدودیت غذایی

را جبران کنند. معمولاً در پی برنامه غذایی و سپس تغذیه با جیره با کیفیت بالا، رشدی سریع‌تر از رشد طبیعی نسبت سن حیوان رخ می‌دهد (احتمالاً ناشی از افزایش بازده استفاده از مواد مغذی است) که به آن رشد جبرانی می‌گویند. برای توصیف سرعت رشد افزایش‌یافته‌ای که بعد از یک دوره محدودیت مشاهده می‌گردد. علاوه بر اصطلاح "رشد جبرانی" از اصطلاح "رشد شتابدار" نیز استفاده می‌گردد. رشد جبرانی نشان می‌دهد که پرندگان کاهش وزن ایجاد شده در دوره محدودیت را در دوره بعد از محدودیت جبران می‌نمایند، درحالی که رشد شتابدار به این معناست که سرعت رشد گروهی که تحت محدودیت قرار گرفتند در دوره بعد از محدودیت نسبت به گروه شاهد بیشتر است اما ممکن است کاهش وزن ایجاد شده در دوره محدودیت جبران نشود. قبلاً تصور می‌شد که جوجه‌های گوشتی به دلیل عمر اقتصادی نسبتاً کوتاه، زمان کافی برای بهره‌گیری از رشد جبرانی را در مقایسه با حیوانات با دوره رشد طولانی‌تر مانند بوقلمون‌ها و نشخوارکنندگان ندارند، در صورتی که نتایج مطالعات نشان داد که رشد جبرانی در جوجه‌های گوشتی نیز مشاهده می‌شود.

آنچه از نظر اقتصادی حائز اهمیت است این است که چنین حیواناتی باید به وزن طبیعی در سن قابل ارائه به بازار رسیده و یا اینکه بهبودی در راندمان رشد نشان داده و یا خصوصیات لاشه‌ی بهتری داشته باشند. تحقیقات نشان داد که جوجه‌های گوشتی حتی در طی ۶ هفته نیز قادر به استفاده از پدیده رشد جبرانی هستند. در این پدیده فرض بر این است که اگر نرخ رشد حیوانات در ابتدای دوره پرورش کاهش و بعد به همراه یک دوره جبرانی رشد به صورتی افزایش یابد که در یک سن معین به همان وزن

قابل عرضه به بازار برسند، احتیاجات نگهداری آن‌ها کاهش یافته و بهبود راندمان خوراک مصرفی حاصل خواهد شد. طی مطالعه بر روی بوقلمون‌ها با استفاده از جیره‌های با پروتئین پایین و انرژی بالا و همچنین انرژی پایین و پروتئین بالا، علاوه بر برابری وزن در سن ارائه به بازار با گروه شاهد، راندمان افزایش وزن به خوراک مصرفی و پروتئین لاشه بوقلمون‌های تغذیه‌شده با این جیره‌ها، بهبود یافت. تغذیه جوجه‌های گوشتی در سه سطح ۲۵، ۵۵ و ۷۵ درصد کمتر از خوراک مصرفی روز قبل مشخص کرد که جوجه‌های تحت محدودیت غذایی علاوه بر توانایی جبران رشد عقب‌افتاده، میزان‌تری گلیسیرید و چربی حفره شکمی کمتری در سن ارائه به بازار دارند.

بهبودی راندمان در بیشتر تحقیقاتی که از برنامه محدودیت غذایی در جوجه‌های گوشتی استفاده کردند، مشاهده شد. مشخص شد که انرژی تأمین‌کننده رشد جبرانی ممکن است ناشی از کاهش احتیاجات نگهداری کل یا ناشی از کاهش نرخ متابولیسم پایه پرنده‌های تحت محدودیت غذایی و عادت‌پذیری متابولیکی باشد. پرنده‌هایی که در طی دوره محدودیت غذایی دچار کاهش رشد می‌گردند، غلظت فاکتورهای رشد شبه انسولین ۱ و ۲ در پلاسمای آن‌ها کاهش می‌یابد که می‌تواند منجر به کاهش رشد گردد. هنگامی که قابلیت دسترسی طبیعی به خوراک به حالت اول بر می‌گردد، جوجه‌ها با نرخی بالاتر از حد طبیعی رشد می‌کنند. ممکن است رشد شتابدار در پرنده‌ها بعد از دوره اعمال محدودیت غذایی، به دلیل مقادیر بالاتر هورمون رشد باشد.

عوامل مؤثر بر رشد جبرانی

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پاسخ جوجه‌های گوشتی بر رشد جبرانی متعاقب یک دوره محدودیت غذایی به شرح زیر است:

نوع محدودیت، شدت و مدت دوره محدودیت، سن شروع محدودیت غذایی، ژنوتیپ و جنس پرنده، طول دوره بازگشت دوباره به تغذیه آزاد یا دوره بازپروری، کیفیت جیره در دوره بازپروری و....

مکانیسم‌های پیشنهادی برای رشد جبرانی

کاهش احتیاجات نگهداری

تئوری کاهش احتیاجات نگهداری در پی محدودیت غذایی مکانیسمی است که بسیار مورد توجه قرار گرفته است. کاهش هزینه نگهداری سبب خواهد شد تا مقدار انرژی بیشتری در دوره بازپروری صرف رشد شده و این انرژی در رشد جبرانی مشارکت خواهد کرد. طبق برآورد محققان، احتیاجات انرژی نگهداری جوجه‌های گوشتی در حد $1/5$ کیلوکالری انرژی متابولیسمی / گرم وزن متابولیکی بدن در روز است.

افزایش مصرف خوراک

میزان مصرف خوراک در دوران بازپروری ممکن است بر میزان رشد جبرانی تأثیر داشته باشد. افزایش اشتها در دوره بازپروری می‌تواند دلیل اصلی بهبود رشد و ضریب تبدیل غذایی و نهایتاً رشد جبرانی باشد.

افزایش راندمان رشد

بیشتر تحقیقات در دوره بازپروری افزایش وزن روزانه بالاتری را در

جوجه‌های محدودیت دیده نشان دادند زیرا در دوره بازپروری پروتئین با سرعت بالاتری ذخیره می‌شود. لیپنز و همکاران (۲۰۰۰) نیز با اعمال محدودیت غذایی در اوایل پرورش نشان دادند که با اینکه در پایان محدودیت غذایی میزان چربی و پروتئین لاشه (گرم در کیلوگرم) کاهش یافت اما در پایان دوره پرورش، میزان پروتئین لاشه جوجه‌های نری که شدت و مدت محدودیت طولانی تر (۸۰ درصد از تغذیه گروه شاهد به مدت ۸ روز) داشتند بیشتر بود.

اهمیت استفاده از آنزیم‌ها در جیره طیور

بخش اعظم هزینه تولید گوشت و تخم طیور مربوط به خوراک است و هرگونه بهبود در عملکرد که می‌تواند به جیره مربوط باشد همواره تأثیر عمیقی بر سوددهی دارد. امروزه، صنعت طیور با چالش قیمت بالای اقلام خوراکی مواجه است. به علاوه، کمبود خوراک متداول برای استفاده در جیره‌های طیور نیز وجود دارد و تلاش می‌شود که از منابع خوراکی دیگری به جای اقلام خوراکی رایج استفاده گردد. واضح است که ارزش غذایی غلات، نظیر جو، یولاف، چاودار و گندم تحت تأثیر اثرات نامطلوب حضور پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای ویژه‌ای در اندوسپرم دیواره‌های سلولی قرار می‌گیرد. به منظور خنثی کردن اثرات مضر چنین ترکیباتی، آنزیم‌های خوراکی به جیره افزوده می‌گردند تا ارزش غذایی جیره را بهبود داده، پرورش طیور را از نظر اقتصادی مقرون به صرفه کرده و آلودگی محیطی را کاهش دهند. استفاده از اقلام خوراکی که توسط دستگاه گوارش طیور خوب هضم نمی‌شوند نه تنها باعث عملکرد ضعیف آن‌ها می‌شود بلکه منجر به رشد بیش از حد باکتری‌ها می‌گردد زیرا خوراک هضم نشده یک سوبسترای بالقوه برای تخمیر باکتریایی است و منجر به اختلالات و بیماری‌های روده

می‌گردد. برای غلبه بر اثرات بیماری از آنتی بیوتیک‌ها و دیگر ترکیبات ضد میکروبی استفاده می‌گردد. آنزیم‌های اگزوژنوس پراکندگی عملکرد پرندگان را به وسیله عمل روی سوبستراهای ویژه کاهش می‌دهند و کارایی هضم، جذب و استفاده از مواد مغذی را بیشتر می‌کنند. آنزیم‌ها با تخریب دیواره سلولی غلات و حبوبات، مواد مغذی درون آن‌ها را آزاد کرده و در دسترس طیور قرار می‌دهند و طیور را قادر می‌سازند که پتانسیل بالای خود را جهت رشد مناسب آشکار سازند. کربوهیدرات، پروتئین و چربی خوراک می‌تواند به وسیله عمل آنزیم‌های اندوژنوس تولید شده توسط پرنده هضم گردد. اما اجزای غیرقابل هضم حاضر در کربوهیدرات‌ها که به عنوان پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای شناخته می‌شوند، به علت غیرقابل دسترس بودن آنزیم‌های خاص نمی‌توانند هضم گردند. اگرچه، باکتری‌های حاضر در روده بزرگ (اساساً در سکوم‌ها) آنزیم‌هایی تولید می‌کنند که مواد مغذی غیرقابل هضم را به گازها و اسیدهای چرب فرار تخمیر می‌کنند و به علت فقدان اکسیژن در مجاری سکوم و رکتوم قندهای حاصل اکسید نمی‌شوند. تخمیر مواد مغذی هضم نشده به وسیله میکروب‌ها در قسمت خلفی لوله گوارش، گازهای ویژه‌ای را تولید می‌کند که باعث ناراحتی‌های گوارشی می‌گردد. بنابراین پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای باید قبل از ورود به سکوم‌ها به مواد مغذی قابل هضم شکسته شوند. آنزیم‌های اگزوژنوس جهت هیدرولیز این ترکیبات و عوامل ضد مغذی دیگر نظیر فیتات موجود در اقلام خوراکی ضروری هستند. الوکسی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که افزودن آنزیم به جیره جوجه‌های گوشتی در سنین اولیه بیشتر مؤثر بوده و ابقای مواد مغذی با افزایش سن جوجه‌ها کاهش یافت.

دلایل استفاده از آنزیم‌ها در خوراک طیور

چهار دلیل اصلی برای استفاده از آنزیم‌ها در خوراک طیور وجود دارد:

۱- برای شکستن عوامل ضد تغذیه‌ای که در بسیاری از اقلام خوراکی حضور دارند که بسیاری از این مواد ضد تغذیه‌ای ممکن است توسط آنزیم‌های اندوژنوس حیوان هضم نشوند و در هضم تداخل ایجاد کنند و باعث عملکرد ضعیف و اختلالات گوارشی گردند.

۲- به منظور افزایش قابلیت دسترسی نشاسته، پروتئین و مواد معدنی که توسط دیواره‌های سلولی با فیبر بالا محصور می‌شوند و در دسترس آنزیم‌های هضمی حیوان قرار نمی‌گیرند، یا به شکل شیمیایی به هم متصل می‌شوند بطوریکه حیوان قادر به هضم آن‌ها نیست (مانند فسفر به صورت اسید فیتیک).

۱- جهت شکستن باندهای شیمیایی خاص در مواد خامی که معمولاً توسط آنزیم‌های حیوان به تنهایی شکسته نمی‌شوند، بنابراین مواد مغذی بیشتری رها می‌گردد.

۲- برای مکمل سازی آنزیم‌های اندوژنوس حیوانات جوان، زیرا به علت نابالغی سیستم گوارشی آن‌ها تولید آنزیم ممکن است کافی نباشد.

آنزیم‌های مورد استفاده در تغذیه طیور

با توجه به مطالعات علمی، تاریخ استفاده از آنزیم‌های اگزوژنوس در تغذیه حیوانات به اواسط دهه ۱۹۲۰ برمی‌گردد و کاربرد آن‌ها در دامداری‌ها و مرغ‌داری‌ها از سال ۱۹۵۰ متداول گردید. آنزیم‌ها به وسیله تمام موجودات زنده جهت کاتالیز و واکنش‌های شیمیایی تولید می‌شوند. آنزیم‌ها پروتئین‌هایی با ساختمان مولکولی سه‌بعدی بسیار پیچیده هستند. اکثر تولیدات آنزیمی از

محصولات تخمیری میکروارگانیسم‌ها مشتق می‌شوند. آنزیم‌های اگزوژنوس مانند سایر ترکیبات پروتئینی در دستگاه گوارش شکسته می‌شوند، باقی مانده آن‌ها در فضولات طیور یافت نمی‌شود و رعایت دوره پرهیز قبل از کشتار برای دام‌هایی که از آن‌ها استفاده کرده‌اند ضرورتی ندارد. به‌طور کلی تمامی آنزیم‌ها به شرایط محیطی حساس هستند و بهترین عملکرد آن‌ها در درجه حرارت ملایم و pH حدوداً ۶-۸ است. تحقیقات نشان می‌دهد فرایندهای شیمیایی و بیولوژیکی که در حالت طبیعی به‌کندی انجام می‌گیرند در حضور آنزیم‌ها گاهی اوقات سرعت انجام واکنش تا ۱۰۶ برابر سرعت طبیعی در موجود زنده افزایش می‌یابد. از دیدگاه تئوری، فعالیت آنزیم‌ها می‌تواند به‌طور مداوم صورت گیرد اما در عمل از آنجاکه آنزیم‌ها ساختمان پروتئینی دارند، بعد از مدتی به‌طور طبیعی شکسته و غیرفعال شده و هضم می‌گردند. آنزیم‌هایی که به‌عنوان افزودنی در خوراک دام و طیور استفاده می‌شوند باید دارای ویژگی‌هایی نظیر پایداری در برابر حرارت، فاقد اثرات سمی، قابلیت تأثیر در pH اسیدی و پایداری در برابر تغییرات pH باشند. آنزیم‌های مکمل عمدتاً با کمک میکروارگانیسم‌ها خصوصاً قارچ و باکتری تولید می‌شوند و جداسازی آن‌ها از گیاهان یا دام‌ها مقرون به‌صرفه نیست. از سوی دیگر میکروارگانیسم‌ها قادرند دامنه بسیار وسیعی از آنزیم‌های هیدرولیتیک را تولید کنند. هم‌چنین به علت زندگی میکروارگانیسم‌ها در شرایط دشوار، غالباً آنزیم‌های میکروبی مقاوم‌تر از آنزیم‌های حاصل از گیاهان و دام‌ها می‌باشند. از آنجاکه قارچ‌ها عمده‌ترین گروه تولیدکننده آنزیم در میان میکروارگانیسم‌ها هستند، می‌توان از بین آن‌ها به خانواده‌های آسپرژیلوس، پنسیلیوم، همیکولا و تریکودرما اشاره کرد. از بین گروه باکتری‌ها، خانواده

باسیلوس (باسیلوس لیچنی فورمیس، باسیلوس سوبتیلیس) در تغذیه دام و طیور اهمیت زیادی دارد و آلفا آمیلازها و پروتئازها آنزیم‌های اصلی تولید شده توسط این خانواده است. آنزیم‌های بتاگلوکاناز و گزیلانازها نیز توسط این خانواده تولید می‌شوند. پوشش‌دار بودن آنزیم‌های اگزوژنوس باعث طولانی شدن زمان نگهداری و مصرف آن‌ها گردیده و ثبات آنزیم‌ها را در پری میکس‌ها و پلت‌ها حفظ می‌کند. همچنین گرانول بودن آنزیم‌ها، باعث می‌شود به‌خوبی با دان مخلوط شوند. امروزه آنزیم‌های مخصوص خوراک دام و طیور توسط کارخانه‌های متعددی تولید می‌شود که می‌توان آن‌ها را به‌صورت کلی به کربوهیدرازها، فیتازها، پروتئازها و لیپازها طبقه‌بندی کرد. آنزیم‌های خوراکی که امروزه در جیره طیور استفاده می‌گردند در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱- آنزیم‌های خوراکی که امروزه در جیره طیور استفاده می‌گردند.

آنزیم	فعالیت	مزایای مورد انتظار
بتا-گلوکانازها	تبدیل بتاگلوکان‌ها به الیگوساکاریدها و گلوکز	کاهش فضولات چسبناک، بهبود کارایی خوراک
آمیلازها	تبدیل نشاسته غلات به دکستروز	افزایش قابلیت دسترسی در غلات
سلولازها	تبدیل سلولز به محصولات با وزن مولکولی پائین و گلوکز	بهبود قابلیت دسترسی انرژی
پنتوزانازها (زایلاتازها)	تبدیل آرابینوزایلات‌ها به محصولات با وزن مولکولی پائین و قندها	بهبود کیفیت بستر، بهبود کارایی خوراک
آلفا-گالاکتوزیداز	تجزیه الیگوساکاریدها و عوامل ضد تغذیه	بهبود قابلیت دسترسی انرژی
فیتازها	افزایش قابلیت دسترسی فسفر	کاهش نیاز به فسفر غیرآلی
پروتئازها	تبدیل پروتئین به پپتیدها و اسید آمینه‌ها	قابلیت هضم بالاتر پروتئین، دفع کمتر نیتروژن
لیپازها	تبدیل چربی‌ها به اسیدهای چرب	بهبود قابلیت هضم چربی و افزایش ابقاء انرژی

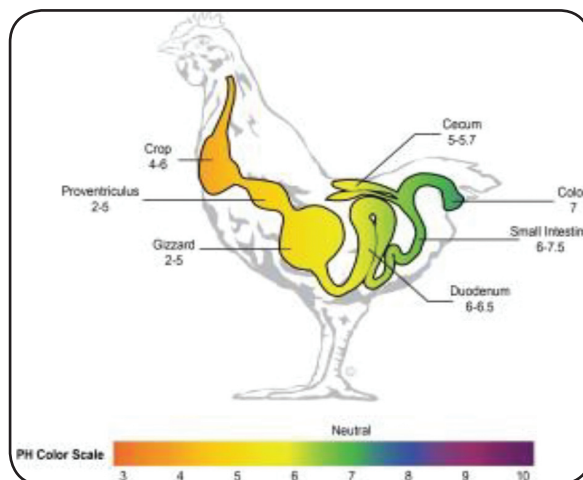
از آنجا که آنزیم‌ها بسیار اختصاصی عمل می‌کنند، افزودن مخلوطی از آنزیم‌های مختلف (مولتی آنزیم) به جیره غذایی برای تجزیه مواد غیرقابل استفاده و کم ارزش مفید است. همان‌طور که پیش‌تر بیان شد به‌منظور افزایش ارزش غذایی غلات گوناگون با انرژی پایین و دیگر اقلام خوراکی جیره، مکمل‌های آنزیمی خاصی را می‌توان جهت هیدرولیز پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و فیتات‌ها بکار برد. آنزیم‌ها را می‌توان جهت هضم بقایای گیاهی غیرقابل هضم به خوراک اضافه کرد.

به‌طور کلی، نقش آنزیم‌ها در جیره‌های طیور به شرح ذیل است:

- حداکثرسازی کارایی خوراک‌های متداول و غیرمتداول
- افزایش قابلیت هضم اجزای فیبری و قابلیت دسترسی مواد مغذی برای هضم و بنابراین کاهش دفع فضولات
- کاهش اثرات عوامل ضدتغذیه‌ای نظیر تانن‌ها، ساپونین‌ها و گویتروژن
- دستیابی به حداکثر پتانسیل ژنتیکی پرنده به‌وسیله فراهم کردن تغذیه ایدئال
- کاهش مرگ‌ومیر اولیه در نتیجه مشکلات همراه با کپک‌های مضر و آفلاتوکسین در خوراک طیور
- افزایش انعطاف‌پذیری و دقت در تنظیم جیره، کاهش هزینه خوراک و حفظ عملکرد پرنده
- کاهش آلودگی محیطی به‌وسیله کاهش دفع مواد مغذی، به‌ویژه فسفر، نیتروژن و دیگر مواد معدنی

انتخاب آنزیم مناسب

پرورش‌دهندگان طیور از اواخر دهه ۱۹۸۰ به‌منظور افزایش قابلیت هضم خوراک از آنزیم‌های اگزوزنوس تجاری استفاده می‌کنند. بسته به اقلام خوراکی مورد استفاده در جیره پرند انتخاب آنزیم‌های متناسب انجام می‌شود. به‌طور کلی، ابتدا استفاده از فیتازها و سپس کربوهیدرازها به‌صورت تجاری در صنعت طیور پذیرفته شد. در سال‌های اخیر افزایش معنی‌دار هزینه اقلام خوراکی پروتئینی سبب توجه بیشتر به استفاده از آنزیم‌های پروتئاز شد تا با استفاده از این نوع آنزیم مقدار پروتئین مورد نیاز در جیره کاهش یابد. به‌طور معمول، جوجه‌های گوشتی توانایی هضم ۸۰ تا ۹۰ درصد از اسیدهای آمینه موجود در خوراک را دارند. بقیه اسیدهای آمینه در قسمت‌های تحتانی دستگاه گوارش مورد تغذیه باکتری‌های بیماری‌زا قرار می‌گیرند که سبب تکثیر آن‌ها، آسیب به مخاط روده کوچک و تورم روده می‌شود. در انتخاب آنزیم پروتئاز باید دقت شود که بتواند ساختار دامنه وسیعی از پروتئین‌های گیاهی و حیوانی، محلول و نامحلول، با قابلیت هضم بالا نظیر کنجاله سویا، با قابلیت هضم پایین نظیر پودر پر را بشکند.



شکل ۲- دامنه pH در دستگاه گوارش مرغ.

شکل ۲، دامنه pH دستگاه گوارش مرغ را نشان می‌دهد. جذب مواد مغذی در روده کوچک اتفاق می‌افتد یعنی جایی که pH دستگاه گوارش در دامنه تقریباً خنثی است. یک پروتئاز اسیدی در معده و یک پروتئاز قلیایی در روده کوچک بهترین فعالیت را خواهد داشت. یک آنزیم مطلوب نباید به آسانی تخریب شود یا با تغییرات دما و pH تغییر یابد، یعنی شرایط دمای بالای تهیه پلت و نیز محیط اسیدی معده تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیمی نداشته باشد. اگر آنزیم دارای پوشش ضد حرارت نباشد و قبل از حرارت دادن به جیره اضافه شود موجب آسیب آن خواهد شد که برای رفع این مشکل باید بعد از پلت کردن خوراک، آنزیم را روی آن اسپری نمود. مشکلات استفاده از آنزیم در جیره‌هایی که به شکل آردی تهیه می‌شوند چشمگیرتر است. جیره‌هایی که به شکل آردی در مرغداری‌ها استفاده می‌شوند معمولاً توسط میکسرهای عمودی تهیه می‌شوند، اما میکسرهای عمودی اجزای خوراک را به خوبی میکسرهای افقی به صورت همگن مخلوط نمی‌کنند و امکان دارد اجزای ریز آن نظیر آنزیم و اسیدآمینها به خوبی مخلوط نشده و در قسمت پایینی میکسر محدود شوند. همچنین در هر دو نوع میکسر نسبت پیش مخلوط به ظرفیت میکسر نیز باید رعایت شود که این نسبت حداقل ۵ درصد است یعنی برای میکسر با ظرفیت یک تن، ۵۰ کیلوگرم پیش مخلوط حاوی آنزیم باید تهیه شود و به طور متناوب برای مدت ۱۰ دقیقه به کل جیره‌های در حال مخلوط شدن اضافه شود. سپس کل جیره برای مدت ۲۰-۱۵ دقیقه مخلوط شود تا بدین ترتیب جیره یکنواختی تهیه شود. از آنجایی که دمای بدن مرغ به طور متوسط ۴۱-۴۲ درجه سانتی‌گراد است یک آنزیم مناسب باید در دامنه دمایی ۳۵-۵۵ درجه سانتی‌گراد بهترین فعالیت را داشته باشد. آنزیمی مناسب است که نه تنها

در شرایط آزمایشگاه بلکه در محیط فارم پرورش نیز کارایی‌اش حفظ شود. توجه شود که آنزیم از یک کارخانه باتجربه با رعایت استانداردهای پروسه تولید و ارائه گواهی کنترل کیفی خریداری شود. آنزیم‌ها به شکل خشک (پودر یا گرانول) و یا مایع به خوراک اضافه می‌شوند. استفاده از شکل مایع نیاز به تجهیزات مناسب برای حمل‌ونقل، نگهداری و پاشیدن آنزیم روی دان و در نتیجه سرمایه بیشتر دارد اما مصرف آنزیم ایمن تر و قدرت آنزیم بهتر حفظ می‌شود. در سال‌های اخیر به‌صورت هم‌زمان از آنزیم‌های فیتاز، زایلاناز و پروتئاز در جیره حیوان استفاده می‌شود. این نکته حائز اهمیت است که انتخاب آنزیم‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که اثر هم‌افزایی داشته و عملکرد حیوان را به حداکثر پتانسیل نزدیک کنند. همچنین در هنگام انتخاب مولتی آنزیم‌ها باید توجه شود که آیا همه آنزیم‌های موجود در مولتی آنزیم در جیره‌ای که متخصص تغذیه طیور فرموله می‌کند ضروری است یا خیر. همچنین به سطوح فعالیت تضمین شده آنزیم‌ها، سطح سوبستراها در جیره و آنزیم‌های اندوژنوس مشابه در بدن پرنده توجه شود. همچنین ممکن است مواد معدنی، ویتامین‌ها، اسیدآمین‌های سنتتیک و سایر مواد مغذی موجود در جیره عملکرد آنزیم‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. لذا جیره‌های حاوی آنزیم باید در حداقل زمان ممکن مصرف شوند.

کاربرد مکمل آنزیمی به همراه محدودیت غذایی در تغذیه طیور

پرندگانی که در مرحله رشد به مدت کوتاهی در معرض محدودیت غذایی قرار می‌گیرند، بهبود ضریب تبدیل غذایی و نیز وزنی مشابه تیمار شاهد را نشان می‌دهند. این بهبود در ضریب تبدیل غذایی به کاهش انرژی نگهداری کل به علت کاهش موقت سوخت‌وساز پایه مربوط است. این بهبودی را

می‌توان به بزرگ شدن اندام‌های گوارشی که بعد از محدودیت اتفاق می‌افتد و مصرف خوراک بیشتر مربوط دانست. بهبود در راندمان هضم نه تنها به تغییرات ریخت‌شناسی اندام گوارشی بلکه به فعالیت‌های هضمی آنزیم‌های داخلی نیز مربوط است. بنابراین تغییر در فعالیت آنزیمی جوجه‌های تحت محدودیت حداقل می‌تواند بخشی از بهبود حاصل در ضریب تبدیل غذایی را توجیه کند. از طرف دیگر بهبود راندمان غذایی و بزرگ شدن اندام گوارشی در جوجه‌هایی که با جیره‌های حاوی آنزیم تغذیه می‌شوند، دیده می‌شود. آنزیم‌های اگزوزنوس قابلیت هضم مواد مغذی را با شکستن فیبر موجود در دیواره سلولی یا با هیدرولیز پروتئین‌های مقاوم به آنزیم‌های درونی افزایش می‌دهند. این پاسخ با افزودن آنزیم‌های اگزوزنوس به جیره‌های با ویسکوزیته بالا و هم‌چنین به جیره‌های بر پایه ذرت-سویا که جیره‌هایی با ویسکوزیته پائین در نظر گرفته می‌شوند دیده‌شده است. افزودن آنزیم‌های اگزوزنوس به جیره جوجه‌های محدودیت داده شده می‌تواند یک راهکار تغذیه‌ای مطلوب برای تولید پرندگان با حداکثر توده بدنی لخم و با حداقل مصرف خوراک باشد. هم‌چنین ممکن است این روش مزایای اقتصادی به همراه داشته باشد. پینه‌پرو و همکاران (۲۰۰۴) جوجه‌های گوشتی را از سن ۷ الی ۱۴ روزگی تا ۷۰ درصد میزان غذای مصرفی تیمار شاهد محدودیت کمی داده و به جیره‌ها حدود ۶۰۰ گرم/تن خوراک، آنزیم اگزوزنوس (آمیلاز و پروتئاز باکتریایی) اضافه کردند. مکمل آنزیمی اثر محدودیت غذایی را بر افزایش وزن و فعالیت آنزیم‌های گوارشی تقویت نمود. مکمل آنزیمی باعث افزایش ۸ درصدی وزن بدن جوجه‌های تحت محدودیت شد. آنها مقدار مناسب مکمل‌سازی آنزیم را یک کیلوگرم/تن خوراک پیشنهاد

کردند. در جوجه‌های تحت محدودیت که با جیره حاوی مکمل آنزیمی تغذیه شدند، بلافاصله بعد از دوره محدودیت افزایش در فعالیت آنزیم پانکراس دیده شد. مکمل‌سازی آنزیم باعث پاسخ بالاتری در همه آنزیم‌های پانکراس به جز تریپسین گردید. افزایش در فعالیت آمیلاز، سوکراز و مالتاز در پرندگانی که هم محدودیت غذایی داشتند و هم آنزیم دریافت کرده بودند دیده شد. این پاسخ‌ها ممکن است به‌وسیله حضور سوبسترا در لوله گوارش، تحت تأثیر قرار گیرد. افزایش پاسخ در آنزیم‌های هضمی این فرضیه را حمایت می‌کند که پرندگان آنزیم‌های خاصی را مطابق با مقادیر سوبسترا تعدیل می‌کنند. فعالیت آنزیمی بالاتر مشاهده شده در پرندگان تغذیه شده با جیره مکمل شده، ممکن است به افزایش وزن بیشتر کمک کند زیرا آنزیم‌ها نقش تعیین‌کننده‌ای در نرخ فراهمی سوبسترا برای رشد دارند. مشخص شده است که به هنگام افزودن آنزیم به جیره ای با انرژی پائین تر بر پایه ذرت - کنجاله سویا، ترکیبی از پکتیناز، پروتئاز و آمیلاز به‌طور معنی‌داری انرژی متابولیسمی ظاهری تصحیح شده برای ازت را در مقایسه با جیره پایه بدون مکمل بهبود داد. هم‌چنین، افزودن مقادیر مناسبی از آنزیم‌های آلفا-آمیلاز و بتا - گلوکاناز و زایلاناز به جیره آغازین و رشد جوجه‌های گوشتی (بر پایه ذرت-سویا) همراه با ۳ درصد کاهش در انرژی متابولیسمی جیره باعث عملکرد مشابه جوجه‌ها در مقایسه با جوجه‌های تغذیه شده با جیره شاهد با انرژی کافی گردید. نتایج مطالعات در مرغ‌های تخم‌گذار نشان داد افزودن کوکتل آنزیمی (حاوی آلفا-آمیلاز، پروتئاز، بتا - زایلاناز) به جیره لگهورن‌های سفید از سن ۱ تا ۱۲۶ روزگی همراه با کاهش متابولیسمی و پروتئین خام جیره، هزینه خوراک هر کیلوگرم افزایش وزن و درصد نیتروژن فضولات را کاهش داد.

تأثیر محدودیت غذایی و مکمل آنزیمی بر عملکرد و خصوصیات لاشه

ژان و همکاران (۲۰۰۷) تأثیر محدودیت غذایی اولیه را بر رشد جبرانی جوجه‌های گوشتی بررسی کردند. جوجه‌های تحت محدودیت از سن ۱ تا ۲۱ روزگی روزانه ۴ ساعت از خوراک محروم بودند. بنا به گزارش آنها در سن ۲۱ روزگی، وزن بدن، میانگین افزایش وزن روزانه، میانگین مصرف خوراک روزانه، بازده ماهیچه سینه و بازده لاشه مشابه پرندگان شاهد بود، درحالی‌که درصد چربی محوطه بطنی افزایش یافت. هم‌چنین، محتوای عصاره اتری در ماهیچه سینه کاهش یافت درحالی‌که محتوای پروتئین خام افزایش یافت. برخی محققین معتقدند که کاهش چربی در مراحل بعدی رشد جوجه به دلیل کند شدن سرعت تکثیر و جلوگیری از حجیم شدن سلول‌های بافت چربی و یا هر دو پدیده در سنین پائین و تغییر بیان ژن‌های تولیدکننده چربی در کبد در اثر محدودیت غذایی است. فعالیت آنزیم‌های مرتبط با لیپوژنز کبدی، اسید چرب سنتتاز، ایزوسیترات دهیدروژناز و آنزیم مالیک طی دوره محدودیت غذایی کاهش می‌یابد و بعد از تغذیه مجدد، فعالیت این آنزیم‌ها افزایش می‌یابد. برخی محققین بیان کردند که جوجه‌های گوشتی بعد از یک دوره کوتاه‌مدت محدودیت غذایی، افزایش لیپوژنز دنوو را نشان می‌دهند که با مقدار خوراک دریافتی در ارتباط است. در جوجه‌های گوشتی تجاری افزایش تعداد سلول‌های چربی در محوطه شکمی عمدتاً در طی هفته نخست رخ می‌دهد اما تا هفته ۱۵ نیز مشاهده شده است. جوجه‌های گوشتی پس از دوره محدودیت غذایی، خوراک کمتری را به فواصل کوتاه مصرف می‌کنند. این نحوه مصرف خوراک باعث افزایش آنزیم‌های دستگاه گوارش از قبیل ساکاراز، آمیلاز

و لیپاز، آمینوپپتیداز و دی پپتیداز و بنابراین بهبود ضریب تبدیل غذایی می‌گردد. ونگ و همکاران (۲۰۰۵) گزارش دادند استفاده از مکمل آنزیمی (زایلاناز و بتاگلوکاناز) در جیره جوجه‌های گوشتی، عملکرد جوجه‌ها را بهبود می‌دهد و اندازه اندام‌های هضمی و دستگاه گوارش را تا حدی کاهش می‌دهد. آنها در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی رابطه خطی منفی بین افزایش مکمل آنزیمی و وزن نسبی کبد و پانکراس مشاهده کردند. هم‌چنین، تأثیر مکمل سازی آنزیم زایلاناز بر عملکرد، خصوصیات دستگاه گوارش، پارامترهای خونی و میکروفلورای روده جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌هایی بر پایه گندم مورد بررسی قرار گرفت. مکمل آنزیمی وزن نسبی دئودنوم، ژژنوم، پانکراس و کولون و ویسکوزیته محتویات هضمی را در پیش معده و ژژنوم جوجه‌ها در سن ۲۱ روزگی و ویسکوزیته محتویات هضمی را در کولون جوجه‌ها در سن ۴۹ روزگی کاهش داد. بنابراین افزودن آنزیم زایلاناز می‌تواند عملکرد و پارامترهای هضمی در جوجه‌های گوشتی را بهبود دهد. حاجاتی و همکاران (۱۳۹۱) به‌منظور بررسی تأثیر شدت‌های متفاوت رقیق سازی جیره و استفاده از مولتی آنزیم بر عملکرد و خصوصیات لاشه جوجه‌های گوشتی سویه تجاری کاب ۵۰۰ آزمایشی به‌صورت فاکتوریل 2×3 در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام دادند. این طرح شامل ۶ تیمار و ۳ تکرار و ۸ قطعه جوجه در هر تکرار بود. رقیق‌سازی در سنین ۱۶ تا ۲۰ روزگی اعمال شد. جیره‌های آزمایشی حاوی سطوح صفر، ۲۰ و ۴۰ درصد پوسته برنج و ۲ سطح آنزیم (صفر و ۵۰۰ میلی گرم در کیلوگرم) بود. این جیره‌ها به ترتیب حاوی ۳۰۰۰، ۲۴۰۰ و ۱۸۰۰ کیلوکالری انرژی قابل متابولیسم در هر کیلوگرم جیره و نیز ۲۱، ۱۶/۸ و ۱۲/۶ درصد پروتئین خام بود.



شکل ۳- اجرای طرح آزمایشی در سالن جوجه گوشتی

نتایج نشان داد رقیق‌سازی جیره تا سطح ۴۰ درصد سبب افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره محدودیت غذایی و نیز در کل دوره پرورش (۱-۴۴ روزگی) شد. افزودن آنزیم به جیره، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی را در کل دوره پرورش کاهش داد. جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های ۲۰ درصد رقیق شده با و بدون مکمل آنزیمی، بیشترین افزایش وزن و رشد نسبی را داشتند. همچنین، جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های ۲۰ درصد رقیق شده به همراه مکمل آنزیمی، بهترین درصد راندمان لاشه و شاخص تولید را بروز دادند. محدودیت غذایی، درصد چربی حفره شکمی، درصد ماده خشک و چربی خام لاشه را کاهش و درصد پروتئین خام لاشه را افزایش داد. جوجه‌های تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴۰ درصد پوسته برنج با و بدون مکمل آنزیمی، کمترین درصد وزن چربی حفره شکمی را داشتند. اما رقیق‌سازی جیره تا سطح ۴۰ درصد سبب افزایش ضریب تبدیل غذایی در دوره محدودیت غذایی و نیز در کل دوره پرورش شد.

توصیه ترویجی

توصیه می‌شود در جیره جوجه‌های گوشتی با سرعت رشد بالا از رقیق‌کننده‌های خنثی نظیر پوسته برنج در سطح ۲۰ درصد در سنین ۱۶ تا ۲۰ روزگی به همراه استفاده از مولتی آنزیم مناسب در کل دوران پرورش جهت بهبود مدیریت هزینه‌های خوراک و افزایش شاخص تولید گله استفاده شود. هم‌چنین، جهت کاهش هزینه‌های خوراک توصیه می‌شود که واریته‌های گیاهی بومی پرمحصول و دارای ارزش غذایی پائین (حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای، تانن، فیتات و ...) در مناطق مختلف ایران همراه با سطوح مختلف مکمل‌های آنزیمی متناسب با سوبسترا مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

حاجاتی، ح.، ا. حسن آبادی، م. رضایی. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف رقیق‌سازی جیره و استفاده از مکمل آنزیمی بر عملکرد، خصوصیات لاشه و برخی فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی. پژوهش‌های علوم دامی ایران. ۴ (۳): ۱۸۲-۱۹۰.

حاجاتی، ح.، ا. صفایی. ۱۳۹۵. مباحث علمی و کاربردی استفاده از آنزیم‌ها در تغذیه طیور. انتشارات نوروزی. چاپ اول. ۲۰۷ صفحه.

Abdel-Hafeez, H. M., Saleh, E. S., Tawfeek, S. S., Youssef, I. M., & Abdel-Daim, A. S. (2017). Effects of probiotic, prebiotic, and synbiotic with and without feed restriction on performance, hematological indices and carcass characteristics of broiler chickens. Asian-Australasian journal of animal sciences, 30(5), 672.

Butzen, F. M., Vieira, M. M., Kessler, A. M., Aristimunha, P. C., Marx, F. R., Bockor, L., & Ribeiro, A. M. L. (2015). Early feed restriction in broilers. II: Body composition and nutrient gain. Journal of Applied Poultry Research, 24(2), 198-205.

Costa, F. G. P., Goulart, C. C., Figueiredo, D. F., Oliveira, C. F. S., & Silva, J. H. V. (2008). Economic and environmental impact of using exogenous enzymes on poultry feeding. International Journal of Poultry Science, 7(4), 311-314.

Gao, F., Jiang, Y., Zhou, G. H., & Han, Z. K. (2008). The effects of

xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 142(1-2), 173-184.

Gayathri, K. L., Shenoy, K. B., & Hegde, S. N. (2004). Blood profile of pigeons (*Columba livia*) during growth and breeding. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 138(2), 187-192.

Hajati, H. (2010). Effects of enzyme supplementation on performance, carcass characteristics, carcass composition and some blood parameters of broiler chicken. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 5(3), 221-227.

Hajati, H., A. Hassanabadi. (2012). The Effects of Enzyme Supplementation on Performance and Some Blood Parameters of Broiler Breeders Fed on Corn-Soybean Meal-Canola Diets. The 15th AAAP Animal Science Congress (Thiland).

Hajati, H., Rezaei, M., H. Sayyazadeh. (2009). Effects of Diet Dilution and Enzyme Supplementation on Performance and Thyroid Hormones Concentration of Broiler Chicks. First European Conference of Iranian Scientists in Agriculture and Natural Resources. (France-Paris).

Hajati, H., Rezaei, M., H. Sayyazadeh. (2009). Effects of NSP-degrading enzyme supplementation on growth performance and gain cost of broiler chicks (up to 35d). 2nd Mediterranean Summit of WPSA

(Antalya).

Hajati, H., Rezaei, M., H. Sayyazadeh. (2009). The effects of multi-enzyme addition on performance of broiler chicks (up to 28d). British Society of Animal Science. BSAS.

Hajati, H., Rezaei, M., H. Sayyazadeh. (2010). Effects of diet dilution and enzyme supplementation on growth performance and feed: gain cost of broiler chicks. British Society of Animal Science. BSAS.

Kocher, A., Choct, M., Ross, G., Broz, J., & Chung, T. K. (2003). Effects of enzyme combinations on apparent metabolizable energy of corn-soybean meal-based diets in broilers. Journal of Applied Poultry Research, 12(3), 275-283.

Lippens, M., Room, G., De Groote, G., & Decuypere, E. (2000). Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. British poultry science, 41(3), 343-354.

Novak, C. L., Yakout, H. M., & Remus, J. (2007). Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on growth and performance of leghorns: growing period. Journal of Applied Poultry Research, 16(4), 481-493.

Olukosi, O. A., Cowieson, A. J., & Adeola, O. (2007). Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase, and protease or phytase individually or in combination in broilers. Poultry science, 86(1), 77-86.

Pinheiro, D. F., Cruz, V. C., Sartori, J. R., & Paulino, M. V. (2004). Ef-

fect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. *Poultry science*, 83(9), 1544-1550.

Rahimi, S., Seidavi, A., Sahraei, M., Blanco, F. P., Schiavone, A., & Martínez Marín, A. L. (2015). Effects of feed restriction and diet nutrient density during re-alimentation on growth performance, carcass traits, organ weight, blood parameters and the immune response of broilers. *Italian Journal of Animal Science*, 14(3), 4037.

Rezaei, M., Teimouri, A., Pourreza, J., Sayyazadeh, H., & Waldroup, W. (2006). Effect of diet dilution in the starter period on performance and carcass characteristics of broiler chicks. *Journal of Central European Agriculture*. 7:63-70.

Van der Klein, S. A. S., Silva, F. A., Kwakkel, R. P., & Zuidhof, M.J. (2017). The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. *Poultry science*, 96(1), 118-126.

Yu, B., & Chung, T. K. (2004). Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 13(2), 178-182.

Yu, B., Wu, S. T., Liu, C. C., Gauthier, R., & Chiou, P. W. (2007). Effects of enzyme inclusion in a maize-soybean diet on broiler performance. *Animal feed science and technology*, 134(3-4), 283-294