پریمیکس

مینازایم

تحقیقات بر روی آنزیم‌ها در صد سال گذشته به صورت مداوم انجام شده است، اما در سه دهه اخیر روند تحقیقات رشد نمایی داشته است. در ۳۰ سال گذشته، ماهیت شیمیایی ترکیبات موجود در مواد خوراکی مطالعه شده و مبنای تولید آنزیم‌های اختصاصی برای پیش‌ماده‌های ویژه قرار گرفته است. درک رفتار سینتیکی آنزیم‌ها در بدن به شناخت طیف وسیعی از آنزیم‌ها و پیش‌ماده‌های اختصاصی منجر شده است. کاربرد تجاری آنزیم‌ها در صنعت طیور، همزمان با افزایش قیمت اقلام اصلی خوراک از سال ۲۰۰۷ به ویژه غلات و استفاده از فیتازها که هم اکنون در ۷۰ درصد خوراک‌های طیور در سراسر جهان وجود دارند، اهمیت اقتصادی پیدا کرده است. در واقع افزایش علاقه‌مندی به استفاده از آنزیم‌های غیر از فیتاز، به موازات افزایش قیمت انرژی و پروتئین در مواد خوراکی و با هدف استحصال انرژی و مواد مغذی بیشتر از خوراک صورت گرفت.

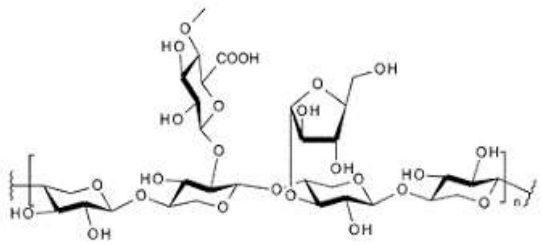
در حال حاضر علاوه بر فیتازها آنزیم‌های موثر دیگری نیز در خوراک طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگرچه صنعت طیور آنزیم‌ها را به عنوان یک جزء استاندارد خوراک طیور مخصوصا در خوراک‌های بر پایهٔ گندم و جو پذیرفته است، اما با این حال برخی جنبه‌های تغذیه‌ای استفاده از آنزیم‌ها هنوز ناشناخته باقی مانده است و سوالاتی وجود دارند که به طور کامل پاسخ داده نشده‌اند.

- آیا آنزیم‌ها برای تمامی خوراک‌های طیور لازم هستند؟
- آیا تفاوت در عملکرد می‌تواند ناشی از تفاوت در توان آنزیم‌های مختلف باشد؟
- چه آنزیم‌هایی لازم است در خوراک طیور گنجانده شوند؟

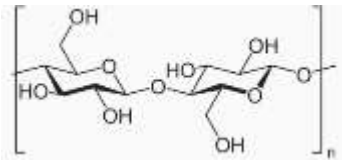
برای پاسخ به این سوالات لازم است، مروری بر ساختار خوراک طیور داشته باشیم.

۱) کربوهیدرات‌ها

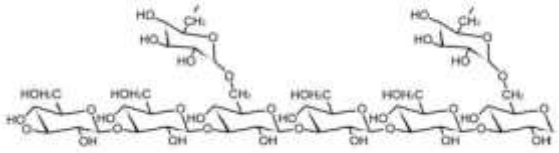
تقریباً ۶۰ تا ۶۵ درصد انرژی قابل سوخت و سازخوراک طیور توسط کربوهیدرات‌ها تامین می‌شود (۱). ذرت فراوانترین غلهٔ مورد استفاد در خوراک طیور در سراسر جهان است و عموماً چنین تصور می‌شود که در مقایسه با سایر غلات از قبیل گندم، تنوع کمتری دارد. با این وجود، Leeson و همکاران (۲) دامنهٔ وسیع تغییرات انرژی قابل سوخت و ساز ۲۶ نمونه ذرت جمع‌آوری شده از یک منطقهٔ جغرافیایی کوچک را از ۲۹۲۶ تا ۳۴۷۳ کیلوکالری/کیلوگرم گزارش کردند. این تفاوت قابل توجه به علت تنوع بسیار زیاد کربوهیدرات‌های ساختاری غلات است. این کربوهیدرات‌ها عمدتاً در ساختار دیوارهٔ سلولی و به شکل پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای(NSP) نامحلول با وزن مولکولی بالا وجود دارند. پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای شامل سلولز، همی‌سلولزها (بتاگلوکان‌ها، فروکتان‌ها و گالاکتان‌ها، آرابینوزایلان‌ها و مانان-ها) و پکتین‌ها هستند. ساختار ویژهٔ این کربوهیدرات‌ها به علت وجود پیوندهای بِتا است (شکل ۱). گندم یکی دیگر از منابع مهم انرژی در خوراک طیور است که حدوداً حاوی ۸ تا ۱۱ درصد پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای است (۳ و ۴). پرندگان فاقد آنزیم‌های اندوژنوس هضم کنندهٔ پیوندهای بِتا هستند و به همین علت پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در دستگاه گوارش آن‌ها قابلیت هضم پایینی دارند. علاوه براین پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای قابلیت هضم سایر مواد مغذی را نیز به دلیل پوشش‌دادن و کپسوله کردن آن‌ها کاهش می‌دهند (۴). میزان پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای مواد خوراکی در جدول ۱ نشان می‌دهد منابع پروتئینی خوراک از قبیل کنجالهٔ سویا، کلزا و آفتابگردان در مقایسه با غلات، پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای بیشتری دارند (۳). در دانه‌های غلات از قبیل ذرت، پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای به صورت آرابینوزایلان‌ها و بتاگلوکان‌ها وجود دارد، درحالیکه در کنجالهٔ سویا شامل آرابینوگالاکتان‌ها، گالاکتان‌ها و گالاکتومانان‌ها است (۴).



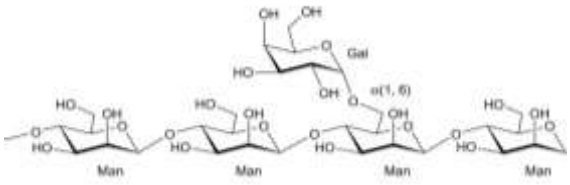
آرابینوزایلان



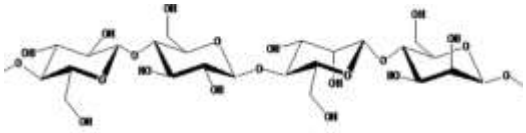
سلولز



بتاگلوکان



گالاکتومانان

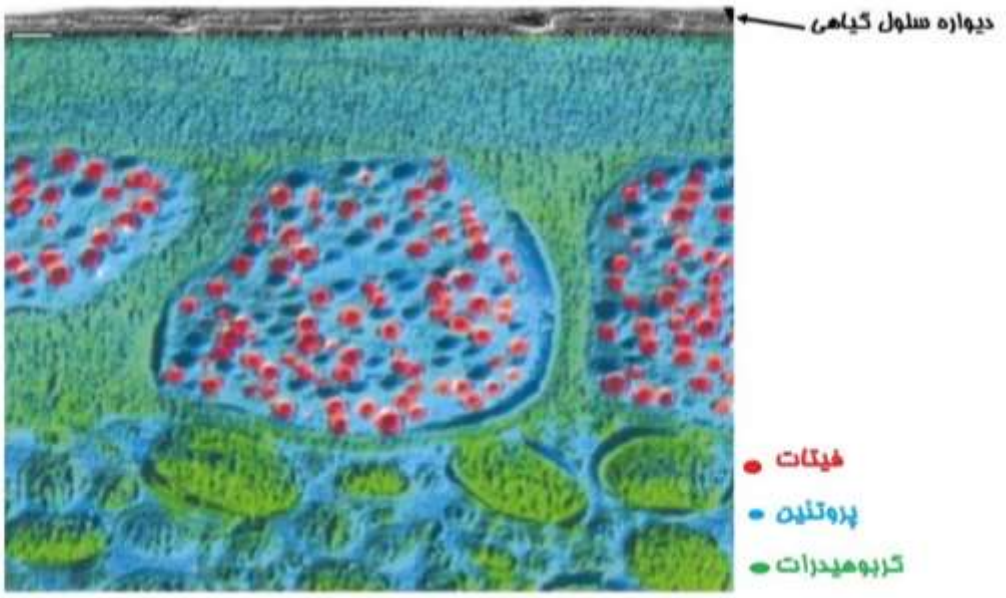


گلوکومانان

شکل ۱–ساختار مولکولی برخی از کربوهیدرات‌های ساختاری موجود در دیوارهٔ سلولی

از سوی دیگر، ذرت حاوی نشاستهٔ مقاوم به هضم است که به میزان اندکی بوسیلهٔ آنزیم آمیلاز پانکراس قابل هضم است (۵). نکتهٔ مهم دیگر، وجود تفاوت قابل توجه در نوع و درصد پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در ارقام مختلف یک نوع غله است (جدول ۲). با وجود چنین ترکیبات ساختاری با دامنهٔ وسیع تنوع در مواد خوراکی طیور، نیاز به گروهی از آنزیم‌های هضم کنندهٔ پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و نشاستهٔ غیرقابل هضم وجود دارد. در این زمینه اثرات مثبت استفاده از زایلاناز، بتاگلوکاناز، گالاکتوماناز (۶) و همی‌سلولاز (۷) برای هضم پلی ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای و آمیلاز برای هضم نشاستهٔ مقاوم به هضم (۸) به اثبات رسیده است.

کربوهیدرات‌های ساختاری موجود در دیوارهٔ سلولی مواد خوراکی گیاهی، علاوه بر اینکه از نظر هضم و جذب مقاوم هستند، قادرند دسترسی سایر آنزیم‌ها به پیش‌ماده‌های اختصاصی خود را که اغلب در سیتوپلاسم سلول وجود دارند را نیز محدود کنند. مصداق بارز محدودیت دسترسی آنزیم به پیش ماده (سوبسترا) در مورد اثر فیتازها بر فسفر فیتاته داخل سلول مطرح است (شکل ۲). به عبارت دیگر آنزیم برای دستیابی به سایر مواد مغذی درون سلولی، لازم است نخست از سد دیوارهٔ سلولی عبور کند (۹) و این مسئله، اهمیت استفاده از کربوهیدرازها را دو چندان می‌کند.



شکل ۲- کربوهیدرات‌های ساختار دیواره سلول گیاهی و مولکول‌های فیتات محصور شد در سیتوپلاسم سلول

جدول ۱- درصد نسبی پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای در مواد خوراکی

مواد خوراکی	آرابینوزایلان‌ها	سلولز	پکتین‌ها	بتاگلوکان‌ها	الیگوساکاریدها	کل پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای
ذرت	۴/۳	۲/۰	۰/۹	۰/۳	۰/۸	۸/۳
گندم	۷/۱	۱/۸	۰/۴	۰/۶	۰/۱	۱۰/۰
سورگوم	۳/۷	۱/۱	۰/۴	۰/۱	۰/۲	۵/۵
جو	۱/۸	۳/۹	۰/۵	۴/۳	۰/۱	۱۶/۹
کنجاله سویا	۰/۴	۵/۹	۹/۱	۰/۷	۹/۶	۲۵/۷
کنجاله کلزا	۰/۳	۱۶/۱	۷/۱	۰/۸	۳/۷	۱۸/۰
باقیمانده‌های تقطیری ذرت	۱۱/۷	۱۰/۷	۲/۷	–	۰/۲	۲۵/۳
باقیمانده‌های تقطیری گندم	۱۲/۲	۳/۷	۰/۹	۰/۳۰	۰/۸	۱۷/۰

برگرفته از Ward (۱۰)

جدول ۲- ترکیب پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای برخی واریته‌های گندم در ایران (درصد در مادهٔ خشک)

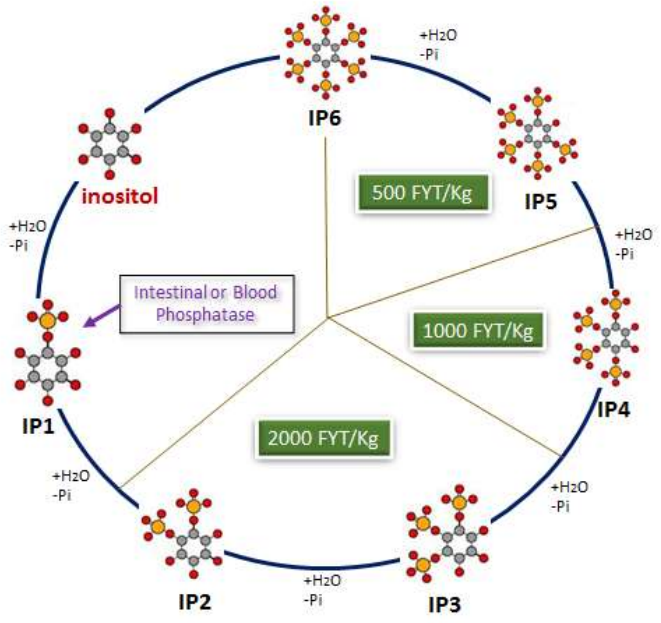
ارقام زراعی گندم	ماده خشک	زایلوز	آرابینوزایلان	بتاگلوکان	آمیلوز
آرتا	۹۱/۹۰	۲/۵۰	۴/۰۰	۱/۰۰	۲۲/۳۱
اترک	۹۱/۷۰	۲/۶۰	۴/۲۰	۱/۲۰	۱۹/۸۳
الموت	۹۲/۴۰	۲/۹۰	۴/۷۰	۱/۱۰	۲۲/۳۸
بهار	۹۱/۲۰	۲/۵۰	۴/۰۰	۱/۲۰	۲۰/۳۲
چمران	۹۱/۰۰	۲/۹۰	۴/۷۰	۰/۹۰	۲۱/۰۴
دز	۹۱/۹۰	۲۰/۷۰	۴/۳۰	۱/۲۰	۲۱/۳۲
کویر	۹۲/۰۰	۲/۶۰	۴/۲۰	۱/۲۰	۱۹/۵۳
شهریار	۹۲/۶۰	۲/۶۰	۴/۲۰	۰/۹۰	۲۰/۲۰

برگرفته از زاغری (۱۱)

۲) فسفر

نگاه عمیق‌تر به ساختار اجزاء خوراک، اهمیت توجه به فسفر را توجیه می‌کند. فسفر سومین مادهٔ مغذی گران خوراک پس از آمینواسیدها و انرژی است. بنابراین لازم است بازده استفاده از فسفر، به منظور کاهش هزینهٔ خوراک افزایش یابد. تقریباً دو سوم فسفر موجود در مواد غذایی گیاهی به صورت باند شده با فیتیک اسید است و برای پرندگان به میزان اندکی قابل هضم است (۱۲، ۱۳). علاوه براین فیتیک اسید قادر است سایر اجزاء خوراک از قبیل کاتیون‌های چندظرفیتی، آمینواسیدها و نشاسته را نیز باند کنند که در این صورت قابلیت دسترسی این مواد مغذی را کاهش می-دهد (۱۴، ۱۵). فیتاز (میواینوزیتول هگزاکیس فسفوهیدرولاز) حذف گام به گام فسفر از مولکول اسیدفیتیک(میواینوزیتول هگزا کیس فسفات) یا نمک آن یعنی فیتات را کاتالیز می‌کند (۱۶، ۱۷، ۱۸) (شکل ۳). محل شروع جداسازی فسفات از فیتات در برخی آنزیم‌های فیتاز از کربن شماره ۶ (۶–فیتاز) است، در حالیکه برخی دیگر از فیتازها از کربن شماره ۳ (۳–فیتاز) شروع به آزادسازی می‌کنند (۱۹). چنانچه تنها ۶–فیتاز یا ۳–فیتاز در خوراک موجود باشد، بعد از جداسازی فسفر از کربن شماره ۶ و یا ۳، ساختار فیتات بسیار مقاوم شده و فسفر دیگری به سختی آزاد می-شود، مگر این که انواع فیتازها در خوراک موجود باشند.

از سوی دیگر باید توجه داشت، فعالیت آنزیم‌های فیتاز تحت تاثیر عوامل مختلفی است. تخریب آنزیم در برابر حرارت پلت و سایر روش‌های فرآوری خوراک، حساسیت فیتاز نسبت به آنزیم‌های پروتئاز موجود در دستگاه گوارش طیور، دامنه وسیع pH دستگاه گوارش طیور، قابلیت مخلوط شدن همگن آنزیم با خوراک، افت فعالیت آنزیم در هنگام نگهداری در انبار، تاثیر دما و pH آب آشامیدنی پرنده‌ها، ظرفیت بافری خوراک‌ها، اثر متقابل آنزیم فیتاز با آنزیم‌های اگزوژنوس کربوهیدراتاز و پروتئاز، سرعت عبور محتویات دستگاه گوارش طیور، ساختار فیتین در گیاهان مختلف، مقدار فیتات، کلسیم و ویتامین D محتوی خوراک، عواملی هستند که بر کارآیی فیتازها تاثیر می‌گذارند (۲۰، ۱۸). متخصصین بیوتکنولوژی درصدد تهیه نوعی از آنزیم فیتاز هستند تا نقایص آنزیم‌های قدیمی را برطرف و بتواند تمامی شش فسفر متصل به مولکول اینوزیتول را آزاد نماید. در این‌صورت نیاز به افزودن دی و مونو کلسیم فسفات به صفر کاهش می‌یابد. بر اساس نتایج پژوهش‌ها، تحقق این آرزوی بشر نزدیک شده است. بنابراین بدون توجه به این عوامل، سوپردوزینگ فیتاز و یا مصرف قویترین فیتاز هیچگونه تضمینی برای آزاد شدن شش فسفر و میواینوزیتول وجود ندارد. بنابراین با توجه به تنوع فیتازهای موجود، لازم است مخلوطی از فیتازها برای اطمینان از عملکرد مطلوب آن‌ها در حین عمل‌آوری خوراک (اثر دما) و در قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش (اثر pH) مورد استفاده قرار گیرد. از طرف دیگر با توجه به تفاوت فیتازها در آزادسازی فسفر از کربن شماره ۳ یا ۶ بایستی این مسئله نیز در نظر گرفته شود.



شکل ۳– حذف گام به گام فسفر از مولکول فیتات

۳) پروتئین

افزایش قابلیت هضم ایلئومی آمینواسیدها به طور مستقیم با افزایش عملکرد رشد مرتبط است. پروتئازها به عنوان ابزار موثری در افزایش قابلیت هضم آمینواسیدها، افزایش قابلیت استفاده پروتئین خوراک، بهبود عملکرد رشد و کاهش هزینهٔ خوراک (۲۱، ۲۲) مطرح هستند. بهبود قابلیت هضم ایلئومی آمینواسیدها در مواد خوراکی که قابلیت هضم پایینی دارند، مشهودتر است (۲۳). اگرچه هدف اصلی افزودن پروتئازها به خوراک، کاهش هزینهٔ خوراک از طریق کاهش درصد پروتئین خام مورد نیاز است، اما در واقع اثرات پروتئازها، فراتر از آزادسازی آمینواسیدها است و در بهبود عملکرد و مورفولوژی روده و کاهش ویسکوزیتهٔ مواد هضمی در روده نیز نقش دارند (۲۴). برتری افزودن پروتئاز به خوراک جوجه‌های گوشتی به همراه زایلاناز و آمیلاز نسبت به افزودن پروتئاز به تنهایی اثبات شده است (۲۵). افزودن زایلاناز با تخریب دیوارهٔ سلولی و هیدرولیز کربوهیدرات‌های غیرقابل دسترس امکان دسترسی سایر آنزیم‌های اندوژنوس و اگزوژنوس را به پروتئین‌ها، نشاسته و فسفر فراهم می‌کند (۲۶) (شکل ۱). پروتئاز و آمیلاز معمولا همراه با زایلاناز مورد استفاده قرار می‌گیرند. این اثر نه تنها باعث بهبود هضم در قسمت‌های ابتدایی دستگاه گوارش می‌شود، بلکه هضم نشاستهٔ کپسوله شده در اندوسپرم را نیز افزایش می‌دهد (۲۷).

۴) چربی

لیپیدها (چربی‌ها و روغن‌ها) به عنوان منابع انرژی در خوراک طیور مورد استفاده قرار می‌گیرند. انرژی قابل سوخت و ساز این منابع نسبت به کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها حداقل دو برابر بیشتر است ، اما قابلیت هضم چربی‌ها و روغن‌های خوراک، به ساختار شیمیایی و خصوصیات فیزیکی و نوع اسیدهای چرب موجود در ساختار چربی بستگی دارد (۲۸، ۲۹). هضم و جذب چربی در جوجه‌های گوشتی به ویژه در سنین پایین محدود است، به این علت که جوجهٔ تازه تفریخ شده، از نظر تولید لیپاز کمبود دارد (۳۰). فعالیت ویژهٔ لیپاز چندین هفته پس از تفریخ افزایش می‌یابد (۳۱). محدودیت‌های فیزیولوژیکی نیز ممکن است بر میزان هضم و جذب لیپیدها در جوجه‌های گوشتی تاثیر بگذارد (۳۰). محدودیت طیور در سنین پایین در ترشح لیپاز و ناکافی بودن اسیدهای صفراوی باعث می‌شود، صرف نظر از نوع چربی موجود در خوراک، ابقاء چربی در بدن طیور از ۶۶/۴ تا ۸۳/۷ درصد در دو هفتگی و از ۹۰/۸ تا ۹۶/۵ درصد در هشت هفتگی متغیر باشد (۳۲). از سوی دیگر، سن تنها فاکتور موثر بر ترشح لیپاز پانکراس در جوجه‌های گوشتی است و سطح لیپاز تحت تاثیر انرژی یا و میزان چربی خوراک قرار ندارد (۳۳). بنابراین، مسائلی در رابطه با بازده استفاده از چربی‌ها در جوجه‌های گوشتی وجود دارد. بهبود قابلیت هضم چربی، با کاهش هزینه‌های خوراک و بهبود عملکرد مرتبط است و حتی ممکن است بتوان عملکرد یکسانی را در سطح پایین‌تر چربی در خوراک مشاهده نمود (۳۴). افزودن لیپازها به خوراک جوجه‌های گوشتی، در سنین پایین برای دستیابی به حداکثر عملکرد لازم به نظر می‌رسد.

اثر همکوشی (Synergism) آنزیم‌ها

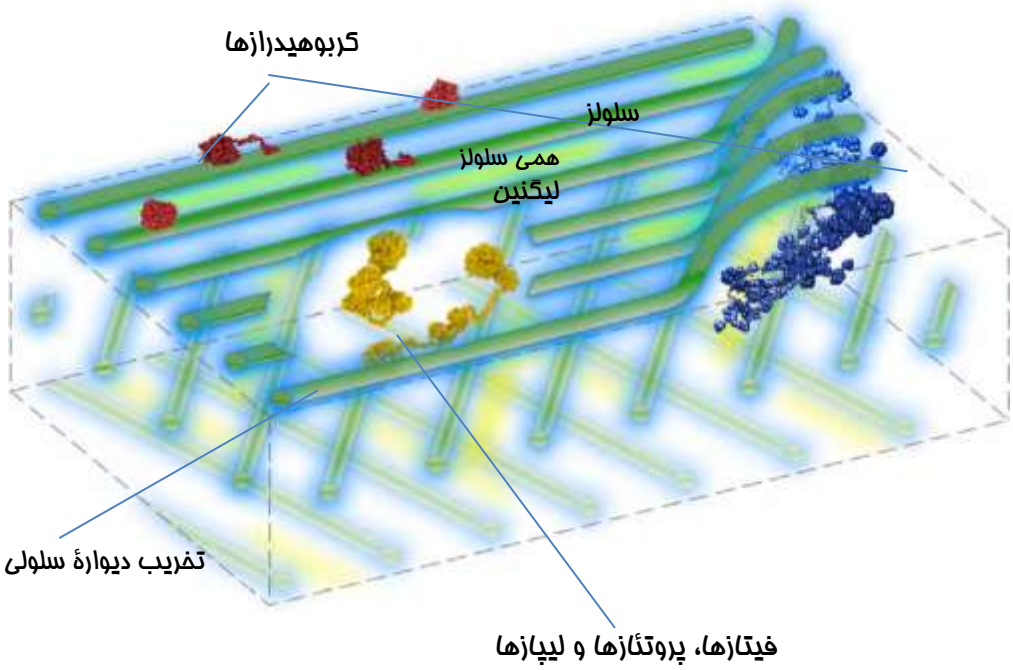
چرا لازم است ترکیبی از آنزیم‌های مختلف استفاده شود؟

نکته‌ای که در مورد آنزیم‌ها باید در نظر داشت این است که، آنزیم‌ها به صورت بسیار اختصاصی عمل می‌کنند و اغلب مختص گروه بسیار محدودی از ترکیبات به عنوان پیش‌ماده هستند. مدل قفل و کلید برای توصیف این ویژگی بسیار شایسته است.

یک آنزیم بسته به این که از چه منبع میکروارگانیسمی تولید شده باشد، دامنهٔ پیش‌مادهٔ محدود و اختصاصی دارد. اگرچه مکانیسم اثر و نوع پیش‌مادهٔ آنزیم‌های مختلف، متفاوت است، اما اثر آن‌ها بر قابلیت هضم خوراک و عملکرد رشد، مکمل همدیگر است.مکانیسم به دام انداختن مواد مغذی بوسیلهٔ پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و فیتات یکسان نیست، بنابراین برای حصول نتیجهٔ بهتر در برخی موارد لازم است، چندین آنزیم هضم کنندهٔ پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و فیتاز به صورت مخلوط استفاده شوند. کارایی یک آنزیم در مخلوط آنزیمی ممکن است بوسیلهٔ حضور مقادیر بسیار اندک از آنزیم دیگر، افزایش پیدا کند. این اثر همکوشی بین آنزیم‌ها منجر به بهبود عملکرد پرنده می‌شود. فیتازها و کربوهیدرازها به دلیل اثری که کربوهیدرازها بر هضم دیوارهٔ سلولی دارند، دارای اثرات همکوشی قابل توجهی هستند (۳۵، ۱۶، ۳۶).

زایلاناز نفوذپذیری لایهٔ آلورون گندم که محل ذخیرهٔ فیتیک اسید است را افزایش می‌دهد. اگرچه خود زایلاناز قادر به هدف قرار دادن فیتیک اسید نیست، اما ترکیب زایلاناز و فیتاز می‌تواند اثرات مثبتی بر آزادسازی فسفر از فیتات داشته باشد. با این تفاصیل استفاده از ترکیبی از چندین کربوهیدراز، نسبت به استفاده از یک نوع آنزیم، اثرات بیشتری دارد (۳۷). برخی مطالعات (۳۸، ۳۹، ۴۰) نشان داده‌اند با استفاده از فیتاز، حداکثر مقدار فسفری که آزاد می‌شود به ۶۱٪ می‌رسد و بنابراین بخش بزرگی از فیتات دست نخورده باقی می‌ماند. همراهی فیتازها با آنزیم‌های تجزیه کنندهٔ پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای از قبیل زایلاناز به عنوان راهکار افزایش و تسهیل فعالیت فیتازها مطرح شده است (۳۷، ۱۵). در مورد پروتئازها نیز اثر همکوشی سایر آنزیم‌ها به خصوص کربوهیدرازهای هضم کنندهٔ دیوارهٔ سلولی (عمدتاً زایلاناز) بسیار قابل توجه است (۴۱، ۴۲) (شکل ۴).

بنابراین استفاده از آنزیم منفرد به دلیل محدودیت‌های ذکر شده، نمی‌تواند تضمین کنندهٔ فعالیت بهینهٔ آنزیم باشد. چنین تحلیلی در مورد اَشکال مختلف یک آنزیم نیز مطرح است. به عنوان مثال، پتانسیل فیتازها برای آزادسازی فسفر، از یک طرف تحت تاثیر فعالیت کربوهیدرازها برای هضم کربوهیدرات‌های ساختاری دیوارهٔ سلولی است و از سوی دیگر، تحت تاثیر پارامترهایی از قبیل دامنهٔ pH مطلوب، دمای اختصاصی فعالیت و همچنین نوع فیتاز (۳ یا ۶- فیتاز) است. بنابراین به منظور حصول نتیجهٔ بهتر در آزادسازی فسفر، مخلوطی از فیتازها برای اطمینان از اثرگذاری آنزیم در قسمتهای مختلف دستگاه گوارش مورد نیاز است.



شکل ۴- مدل توصیف کنندهٔ اثر همکوشی کربوهیدرازها با سایر آنزیم‌ها (دیوارهٔ سلولی بوسیلهٔ کربوهیدرازها تخریب شده و اثر سایر آنزیم‌ها را تسهیل می‌کند) برگرفته از Donohoe و Resch (۴۳)

توزیع یکنواخت و همگن آنزیم با خوراک‌ها

در کنار انتخاب ترکیب آنزیمی موثر و صحیح، توجه به یکنواختی پراکنش آنزیم در ترکیب و همچنین در خوراک، مسئلهٔ مهم دیگری است که بر کارایی آنزیم‌ها تاثیر بسیار زیادی دارد. مفهوم اصلی ترکیب کردن مواد با هم، دستیابی به ترکیب یکنواختی است که بدون تغییر باقی بماند (۴۴). در این زمینه توجه به چند نکته ضروری به نظر می‌رسد.

- مادهٔ حامل: تولید پریمیکس‌ریزمغذی‌ها با یک مادهٔ حامل مناسب، متداولترین راه برای اطمینان از توزیع یکنواخت مواد مغذی در خوراک نهایی است. رقیق کردن بایستی به دقت و تحت برنامهٔ کنترل کیفیت صحیح انجام گیرد. مادهٔ حامل بایستی از نظر اندازهٔ ذرات و چگالی متناسب با ریز مغذی‌ها باشد (۴۵).
- شکل فیزیکی: اندازهٔ مناسب ذرات و شکل فیزیکی آنزیم نیز تضمین کنندهٔ پراکنش یکنواخت آنزیم در مخلوط نهایی خوراک است. به عنوان مثال شکل پودری آنزیم‌ها، امکان جریان‌پذیری آزاد، سهولت در مخلوط شدن و پایداری مخلوط را فراهم می‌کند.
- رقت: از آنجایی که آنزیم‌ها مواد بسیار کم مصرفی هستند، مخلوط شدن یکنواخت آن‌ها در خوراک نیازمند دستیابی به رقت مناسب پیش از مخلوط شدن با خوراک است. هر چه حجم پریمیکس برای مخلوط شدن با خوراک نهایی بیشتر باشد، یکنواختی توزیع با اطمینان بیشتری انجام می‌شود.

متخصصین تغذیه در مجموعهٔ میناطیور، با در نظر گرفتن تمامی موارد ذکر شده در مورد فعالیت مطلوب آنزیم‌ها در بدن پرنده، اقدام به تنظیم فرمول کامل‌ترین پریمیکس آنزیمی کرده‌اند.

پریمیکس آنزیمی مینازایم

پریمیکس آنزیمی مینازایم با در نظر گرفتن تفاوت‌های ساختاری مواد خوراکی و مکانیسم اثر هر یک از آنزیم‌های اگزوژنوس، ترکیبی از آنزیم‌های سیزده‌گانه (شامل فیتازها، فسفاتازها، کربوهیدرازها، پروتئازها و لیپاز) همراه با ترکیبات بهبود دهنده و تعدیل کنندهٔ فلور دستگاه گوارش است.

- کربوهیدرازها: در تنظیم فرمول مینازایم، سه نوع بتاگلوکوناز به کار رفته است. بدین ترتیب تفاوت‌های موجود در غلات از نظر نوع کربوهیدراتهای ساختاریِ دیوارهٔ سلولی را به خوبی پوشش دهد و علاوه براین، اثر سایر آنزیم‌های اگزوژنوس و اندوژنوس را تسهیل کند.
- فیتازها: مجموعهٔ فیتازهای مورد استفاده در ترکیب پریمیکس آنزیمی با چندین هدف انتخاب شده است. به نحوی که اولاً در مرحلهٔ عمل‌آوری خوراک و تولید خوراک پلت، تحمل حرارتی بالایی داشته باشند. ثانیاً نسبت به پروتئازهای دستگاه گوارش و شرایط اسیدی مقاوم باشند و بدین ترتیب این تضمین به وجود می‌آید که آزادسازی فسفر از ساختار فیتات، در تمام بخش‌های دستگاه گوارش امکان‌پذیر باشد. از سوی دیگر هر دو نوع آنزیم فیتاز (۳–فیتاز و ۶–فیتاز) در تنظیم فرمول مینازایم گنجانده شده است، تا با توجه به تفاوت در فعالیت آنزیمی و اختصاصی بودن فعالیت آنزیم‌ها، آزادسازی فسفر موجود بر روی کربن ۶ و ۳ را پوشش دهد.
- پروتئازها: همراهی پروتئازها با کربوهیدرازها، باعث تقویت اثرات پروتئازها می‌شود. پروتئازها علاوه بر کاهش پروتئین خام خوراک و افزایش قابلیت هضم ایلئومی آمینواسیدها، در بهبود مورفولوژی روده نیز نقش دارند.
- لیپاز مورد استفاده در تنظیم فرمول مینازایم از نوع لیپاز مقاوم به اسید، نمک‌های صفراوی و پروتئازها است. لیپاز موجود در پریمیکس مینازایم قابلیت هضم انواع مختلف چربی در خوراک طیور را به ویژه در سنین پایین افزایش می‌دهد.
- ترکیبات تعدیل کنندهٔ فلور دستگاه گوارش و تولید کنندهٔ آنزیم نیز بخش دیگری از ترکیب مینازایم را تشکیل می‌دهند. استفاده از این ترکیبات، اثر آنزیم‌ها را تسهیل می‌کند و علاوه بر آن، نیاز به هر گونه آنزیم دیگر و پروبیوتیک در خوراک را به طور کامل مرتفع می‌کند.

تنظیم فرمول پریمیکس آنزیمی پروبیوتیکی با استفاده از تمامی اَشکال آنزیمی مورد نیاز طیور، مینازایم را به پریمیکسی با دامنه وسیع عمل (Wide Range of Activity) مناسب برای تمام سویه‌ها (گوشتی، تخم‌گذار و مادر) و تمام خوراک‌ها کرده است.

در تنظیم قابلیت مخلوط شدن و پراکنش پریمیکس آنزیمی مینازایم به سه اصلِ شکل فیزیکی و اندازهٔ مناسب ذرات، انتخاب مادهٔ حامل مناسب و رقت مناسب پریمیکس برای مخلوط شدن با خوراک نهایی توجه شده است. مقداریک کیلوگرم در هر تن خوراک، که در مقایسه با پریمیکس‌های معمول، مقدار بالایی محسوب می‌شود، متضمن سهولت در مخلوط کردن و اطمینان از پراکنش یکنواخت آنزیم‌ها در خوراک نهایی است.

معادل مواد مغذی یک کیلوگرم پریمیکس مینازایم در جدول ۳ گزارش شده است.

جدول ۳- ترکیبات معادل یک کیلوگرم پریمیکس مینازایم (Minazyme)			
ترکیبات	واحد	حداقل مواد مغذی (Matrix Value)	حداقل میزان مشارکت مواد مغذی (Contribution)
انرژی قابل متابولیسم	کیلوکالری بر کیلوگرم	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰
پروتئین خام	٪	۵۰۰	۰/۵
فسفر قابل دسترس	٪	۱۷۰	۰/۱۷
کلسیم	٪	۱۶۵	۰/۱۶۵
لیزین قابل هضم	٪	۲۲	۰/۰۲۲
متیونین قابل هضم	٪	۷	۰/۰۰۷
متیونین + سیستین قابل هضم	٪	۲۳	۰/۰۲۳
ترئونین قابل هضم	٪	۱۸	۰/۰۱۸

جنبه‌های اقتصادی استفاده از آنزیم‌ها در خوراک طیور

قیمت تمام شدهٔ خوراک عامل بسیار مهمی است که در استفاده از افزودنی‌ها بایستی در نظر گرفته شود. ارزش اقتصادی واقعی اقلام خوراک برآیندی از قیمت مواد مغذی موجود در ماتریس آنها است. بنابراین مواد مغذی معادل یک آنزیم تعیین کنندهٔ ارزش اقتصادی آن است و در نهایت در قیمت تمام شدهٔ خوراک و میزان برگشت سرمایه تاثیر دارد. آکادمی میناطیور به منظور ارزیابی جنبه‌های اقتصادی آنزیم‌ها و مقایسه انواع آنزیم‌های تجاری موجود، اقدام به طراحی نرم افزاری ویژه کرده است. این نرم افزار، قیمت تمام شدهٔ یک دوز آنزیم را با توجه به قیمت‌های پایهٔ انرژی، پروتئین، فسفر، کلسیم و آمینواسیدها محاسبه می‌کند. این نرم افزار امکان مقایسهٔ ارزش اقتصادی آنزیم‌های مختلف تجاری را دارد. شکل ۵ مقایسهٔ قیمت مینازایم و دو آنزیم تجاری موجود در کشور را بر اساس ماتریس معادل مواد مغذی آنزیم‌ها نشان می‌دهد.

شکل ۵- نرم افزار برآورد و مقایسهٔ ارزش اقتصادی آنزیم‌ها بر اساس قیمت‌های پایه مواد مغذی (آکادمی میناطیور ۱۳۹۸)

جهت برآورد ارزش اقتصادی آنزیم‌ها، نسخه نمایشی نرم افزار فوق در سایت رسمی آکادمی میناطیور قابل دسترسی است. جهت دسترسی به نرم افزار کد زیر را اسکن نمایید.

جنبه‌های زیست محیطی استفاده از آنزیم‌ها در خوراک طیور

به منظور تامین احتیاجات فسفر، در حیوانات تک معده‌ای از جمله طیور، فسفر به شکل معدنی به خوراک افزوده می‌شود. استفاده از فسفر معدنی به شکل مونو و دی‌کلسیم فسفات اغلب با مشکلاتی مواجه است، اولاً علاوه بر هزینهٔ بالای این عنصر و تخلیص آن، منابع محدود و تجدید ناپذیری دارد، بطوریکه منابع فسفات بر روی کرهٔ زمین، تا ۵۰ سال آینده تمام خواهد شد (۴۶).

از بین تمامی مواد معدنی خوراک، فسفر به علت دفع بالا از طریق مدفوع، بیشترین خطر آلودگی محیط زیست را دارد که به صورت آلودگی آب‌های سطحی تجمع در خاک‌های سطحی و فرسایش خاک و ورود فسفر به منابع آبی را به دنبال دارد (۴۷، ۴۸). اهمیت زیست محیطی افزودنی‌های آنزیمی تنها مربوط به فسفر نیست. بلکه کاهش دفع نیتروژن، کلسیم و سایر مواد مغذی که قابلیت هضم آن‌ها با استفاده از آنزیم‌ها بهبود می‌یابد، نیز از جنبه‌های مهم زیست محیطی کاربرد آنزیم‌ها هستند. صنعت طیور پایدار و سازگار با محیط زیست از ضروریات توسعه صنعت در آینده خواهد بود. در حال حاضر رعایت اصول محافظت از محیط زیست در بعضی کشورها الزامی و قانونی است. بدیهی است با توجه به آلودگی‌های محیط زیست و گرمایش زمین در آینده نه چندان دور خواسته یا ناخواسته این قوانین برای تمامی کشورها الزامی خواهد شد.

منابع:

1. Hussein, A.S., Al Ghurair, J., Kunju John, P.G., Habib, H.M., and Sulaiman, M. 2016. Graded levels of sugar syrup in broiler rations and its effect on growth performance and blood biochemical parameters. Anim. Nutr. 2:180-185.
2. Leeson, S., Yersin, A., and Volker, L. 1993. Nutritive value of the 1992 maize crop. J. Appl. Poult. Res. 2:208–213.
3. Bach Knudsen, K.E. 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Anim. Feed Sci. Technol. 67:319-338.
4. Slominski, B.A. 2011. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. Poult. Sci. 90:2013-2023.
5. Giuberti, G., Gallo, A., Moschini, M., and Masoero, F. 2015. New insight into the role of resistant starch in pig nutrition. Anim. Feed Sci. Technol. 201:1-13.
6. Shim, Y. H., Chae, B.J., and Lee, J.H. 2004. Effects of phytase and enzyme complex supplementation to diets with different nutrient levels on growth performance and ileal nutrient digestibility of weaned pigs. Asian Australas. J. Anim. Sci 17:523-532.
7. Kocher, A., Choct, M., Porter, M.D., and Broz, J. 2002. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybeanmeal fed to broilers. Br. Poult. Sci. 43:54-63.
8. Cowieson, A.J., and Bedford, M.R. 2009. The effect of phytase and carbohydrase on ileal amino acid digestibility in monogastric diets: complimentary mode of action? Worlds Poult. Sci. J. 65:609-624.
9. Kim, J.C., Simmins, P.H., Mullan, B.P., and Pluske, J.R. 2005. The digestible energy value of wheat for pigs, with special reference to the post-weaned animal [Review]. Anim. Feed Sci. Technol. 122: 257-287.
10. Ward, N.E. 2014. Choosing enzyme solution depends on many factors. Feedstuffs. 86 (4).
11. Zaghari, M. Diet formulation for poultry the theory and practice. Khotan publishing. 2013.
12. Ravindran, V., Ravindran, G., and Sivalogan, S., 1994. Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin. Food Chem. 50:133–136.
13. Rahimi, S., Kathariou, S., Grimes, J.L., and Siletzky, R.M. 2011. Effect of direct-fed microbials on performance and Clostridium perfringens colonization of turkey poults. Poult. Sci. 90:2656-2662.
14. Selle, P.H., Cowieson, A.J., Cowieson, N.P., and Ravindran, V. 2012. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. Nutr. Res. Rev. 25:1–17.
15. Woyengo, T.A., and Nyachoti, C.M. 2013. Anti-nutritional effects of phytic acid in diets for pigs and poultry - current knowledge and directions for future research: a review. Can. J. Anim. Sci. 93:9-21.
16. Selle, P.H., and Ravindran, V. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. Anim. Feed Sci. Technol. 135:1–41.
17. Cowieson, A. J., Lu, H., Ajuwon, K.M., Knap, I., and Adeola, O. 2016. Interactive effects of dietary protein sources and exogenous protease on growth performance, immune competence and jejunal health of broiler chickens. Anim. Prod. Sci. 57: 252-261.
18. Hirvonen, J., Liljavirta, J., Saarinen, M.T., Lehtinen, M.J., Ahonen, I., and Nurminen, P. 2019. Effect of Phytase on in Vitro Hydrolysis of Phytate and the Formation of myo-Inositol Phosphate Esters in Various Feed Materials. J. Agric. Food Chem. 67:11396-11402.
19. Bedford, M.R., and G. G. Partridge, G.G. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2001.
20. Dersjant-Li, Y., Awati, A., Schulze, H., and Partridge, G. 2015. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. J. Sci. Food Agric. 95: 878-896.
21. Adebiyi, A.O., and Olukosi, O.A. 2015. Apparent and standardized ileal amino acid digestibility of wheat distillers dried grains with solubles with or without exogenous protease in broilers and turkeys. Br. Poult. Sci. 56: 239-246.
22. Cowieson, A. J., and Roos, F.F. 2016. Toward optimal value creation through the application of exogenous mono-component protease in the diets of non-ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 221: 331-340.

23. Cowieson, A.J., and Roos, F.F. 2014. Bioefficacy of a monocomponent protease in the diets of pigs and poultry: a metaanalysis of effect on ileal amino acid digestibility. J. Appl. Anim. Nutr. 2:1-8.
24. Peek, H.W., Van der Klis, J.D., Vermeulen, B., and Landman, W.J.M. 2009. Dietary protease can alleviate negative effects of a coccidiosis infection on production performance in broiler chickens. Anim. Feed Sci.Technol. 150:151-159.
25. Amerah, A.M., Romero, L.F., Awati, A., and Ravindran,V. 2017. Effect of exogenous xylanase, amylase, and protease as single or combined activities on nutrient digestibility and growth performance of broilers fed corn/soy diets. Poult.Sci. 96:807–816.
26. Oryschak, M.A., Simmins, P.H., and Zijlstra, R.T. 2002. Effect of dietary particle size and carbohydrase and/or phytase supplementation on nitrogen and phosphorus excretion of grower pigs. Can. J. Anim. Sci. 82:533–540.
27. Zanella, I., Sakomura, N.K., Silversides, F.G., Fiqueirdo, A. and Pack, M. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. Poult. Sci. 78:561–568.
28. Villaverde, C., Baucells, M.D., Cortinas, L., Barroeta, A.C. 2006. Effects of dietary concentration and degree of polyunsaturation of dietary fat on endogenous synthesis and deposition of fatty acids in chickens. Br Poult Sci. 47:173-9.
29. Smink, W., Gerrits, W.J.J., Hovenier, R., Geelen, M.J.H., Verstegen, M.W.A., Beynen, A.C. 2010. Effect of dietary fat sources on fatty acid deposition and lipid metabolism in broiler chickens. Poult. Sci. 89:2432-40.
30. Al-Marzooqi, W., and Leeson, S. 2000. Effect of Dietary Lipase Enzyme on Gut Morphology, Gastric Motility, and Long-Term Performance of Broiler Chicks. Poult Sci 79(7):956-60.
31. Noy, Y., and Sklan, D. 1995. Digestion and absorption in the young chick. Poult. Sci.74:366-73.
32. Sell, J.L., Krogdahl, A., and Hanyu, N. 1986. Influence of age on utilization of supplemental fats by young turkeys. Poult. Sci. 65:546-554.
33. Routman, K.S., Yoshida, L,. de Lima, F. AC., Macari, M., and Pizauro, Jr. J.M. 2003. Intestinal and Pancreas Enzyme Activity of Broilers Exposed to Thermal Stress. Braz. J. of Poult. Sci. 5:23-27.
34. Cho, J.H., Zhao, P.Y., and Kim, I.H. 2012. Effects of emulsifier and multi-enzyme in different energy density diet on growth performance, blood profiles, and relative organ weight in broiler chickens. J Agric Sci. 4:161-8.
35. Cowieson, A.J., Bedford, M.R., and Ravindran, V. 2010. Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. Brit. Poult. Sci. 51: 246-257.
36. JoZefiak, D., Rutkowski, A., Kaczmarek, S., Jensen, B.B., Engberg, R.M., and Højberg, O. 2010. Effect of b-glucanase and xylanase supplementation of barley- and rye-based diets on caecal microbiota of broiler chickens. Brit. Poult. Sci. 51:546-557.
37. Adeola, O., Cowieson, A. 2011. Board-invited review: opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. J. Anim. Sci. 89, 3189–3218.
38. Afsharmanesh, M., Scott, T.A., and Silversides, F.G. 2008. Effect of wheat type, grinding, heat treatment, and phytase supplementation on growth efficiency and nutrient utilization of wheat-based diets for broilers. Can. J. Anim. Sci. 88:57–64.
39. Wu, Y.B., Ravindran, V., and Hendriks, W.H. 2003. Effects of microbial phytase, produced by solid-state fermentation, on the performance and nutrient utilisation of broilers fed maize- and wheat-based diets. Brit. Poult. Sci. 44:710–718.
40. Selle, P.H., Ravindran, V., and Partridge, G.G. 2009. Beneficial effects of xylanase and/or phytase inclusions on ileal amino acid digestibility, energy utilisation, mineral retention and growth performance in wheat-based broiler diets. Anim. Feed Sci. Tech. 153:303–313.
41. Yan, J., Yan Y., Madzak, C., and Han, B. 2017. Harnessing biodiesel-producing microbes: from genetic engineering of lipase to metabolic engineering of fatty acid biosynthetic pathway. Crit. Rev. Biotechnol. 37:26–36.
42. Singh, A.K., Tiwari, U.P., Berrocoso, J.D., Dersjant-Li, Y., Awati, A., and Jha, R. 2019. Effects of a combination of xylanase, amylase and protease, and probiotics on major

nutrients including amino acids and non-starch polysaccharides utilization in broilers fed different level of fibers. Poult. Sci. 98:5571-5581.
43. Donohoe, B.D., and Resch, M.G., 2015. Mechanisms employed by cellulase systems to gain access through the complex architecture of lignocellulosic substrates. Curr. Opin. Chem. Biol. 29:100–107.
44. Kaye, H.B. Powder Mixing. Springer publishing. Massachusetts, USA. 1997.
45. Koeleman, E. 2008. Quick facts about carriers. Feed Tech. Mag. 12:9.
46. Lei, X.G., and Porres, J.M. 2003. Phytase enzymology, applications, and biotechnology. Biotechnol. Lett. 25:1787–1794.
47. National Research Council (NRC) (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC.
48. Bohn, L., Meyer, A., and Rasmussen, S. 2008. Phytate: impact on environment and human nutrition. A challenge for molecular breeding. J. Zhejiang Univ. Sci B. 9:165–19.