دانش فراوری خوراک

FEED PROCESSING SCIENCE

شماره چهل و دوم / پاییز ۱۴۰۴

No : 42 / 23 September 2025- 21 December 2025 / www.feed-processing.com/

بها: ۲۵۰۰۰۰ تومان

Biorun®

شرکت فن آوری زیستی طبیعت گرا

ANIMAL GROUP

تولیدکننده پیشرو و برتر فرآورده های
پروبیوتیک در خاورمیانه

- پروبیوتیک های دام، طیور، آبزیان و حیوانات خانگی
- پروبیوتیک های گیاهی
- پروبیوتیک های غذایی و انسانی

Experience Healthy Life

شرکت فن آوری زیستی طبیعت گرا
کرج، گلدشت، خیابان هشتم غربی

تلفن: ۷-۶۶ ۶۶ ۸۰ ۳۴ ۰۲۶
نمابر: ۶۴ ۴۵ ۸۰ ۳۴ ۰۲۶

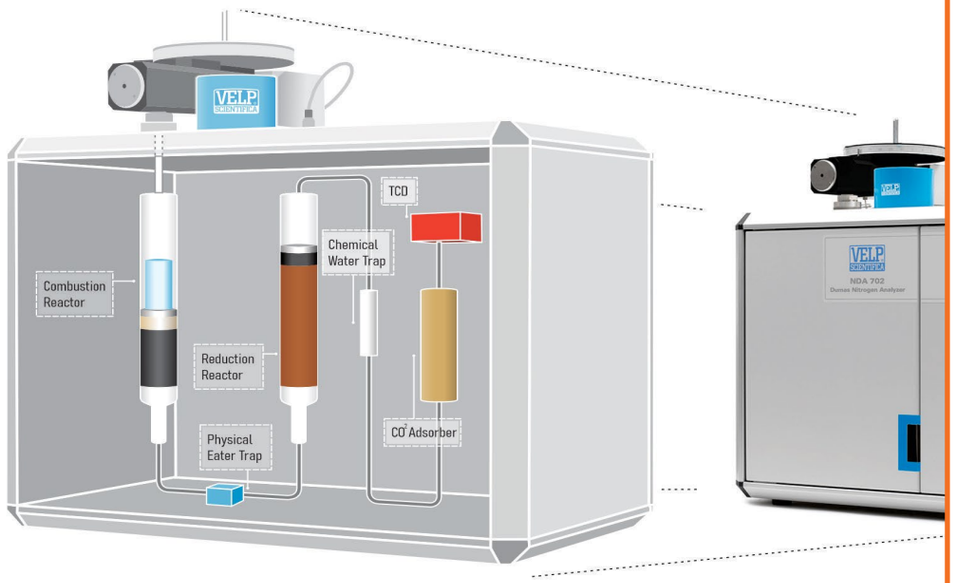
www.biorun.ir

VELP SCIENTIFICA

"دوماس؛ انقلابی در آنالیز پروتئین و نیتروژن"

تعیین نیتروژن/پروتئین در کمترین زمان ممکن ≈۳ دقیقه

%0.5 RSD
درصد خطای نسبی کمتر از ۰.۵٪



قابلیت سنجش پروتئین طیف گسترده‌ای از انواع نمونه‌های جامد، نیمه جامد و مایع

(انواع محصولات لبنی، غلات و دانه‌های روغنی، خوراک دام، محصولات گوشتی و ...)

قابلیت نظارت و کنترل از راه دور از طریق پلتفرم ابری انحصاری Velp Ermes

- قابلیت انتخاب گاز حامل آرگون یا هلیوم
- سنجش میزان پروتئین محصول

به روش احتراق بسیار سریعتر از روش‌های مرجع (کجلدال)

- قابلیت بازیابی مواد بیش از ۹۹.۵٪
- قدرت آنالیز همزمان ۳۰ الی ۱۱۷ نمونه با اتوسمپلر الکتریکی
- حداقل میزان قابل تشخیص ۰.۰۰۱ میلی‌گرم نیتروژن در نمونه

شرکت نیل تجارت آرتیمان

نماینده رسمی فروش و خدمات پس از فروش ولپ ایتالیا در ایران

مشاور صنعت روغن و لبنیات — دکتر ندا شریفی — ۰۹۱۲ ۳۲ ۷۵ ۹۸۷

مشاور صنعت خوراک دام و طیور و آبزیان — دکتر انسیه کهن سال — ۰۹۱۰ ۲۲ ۵۱ ۶۸۱

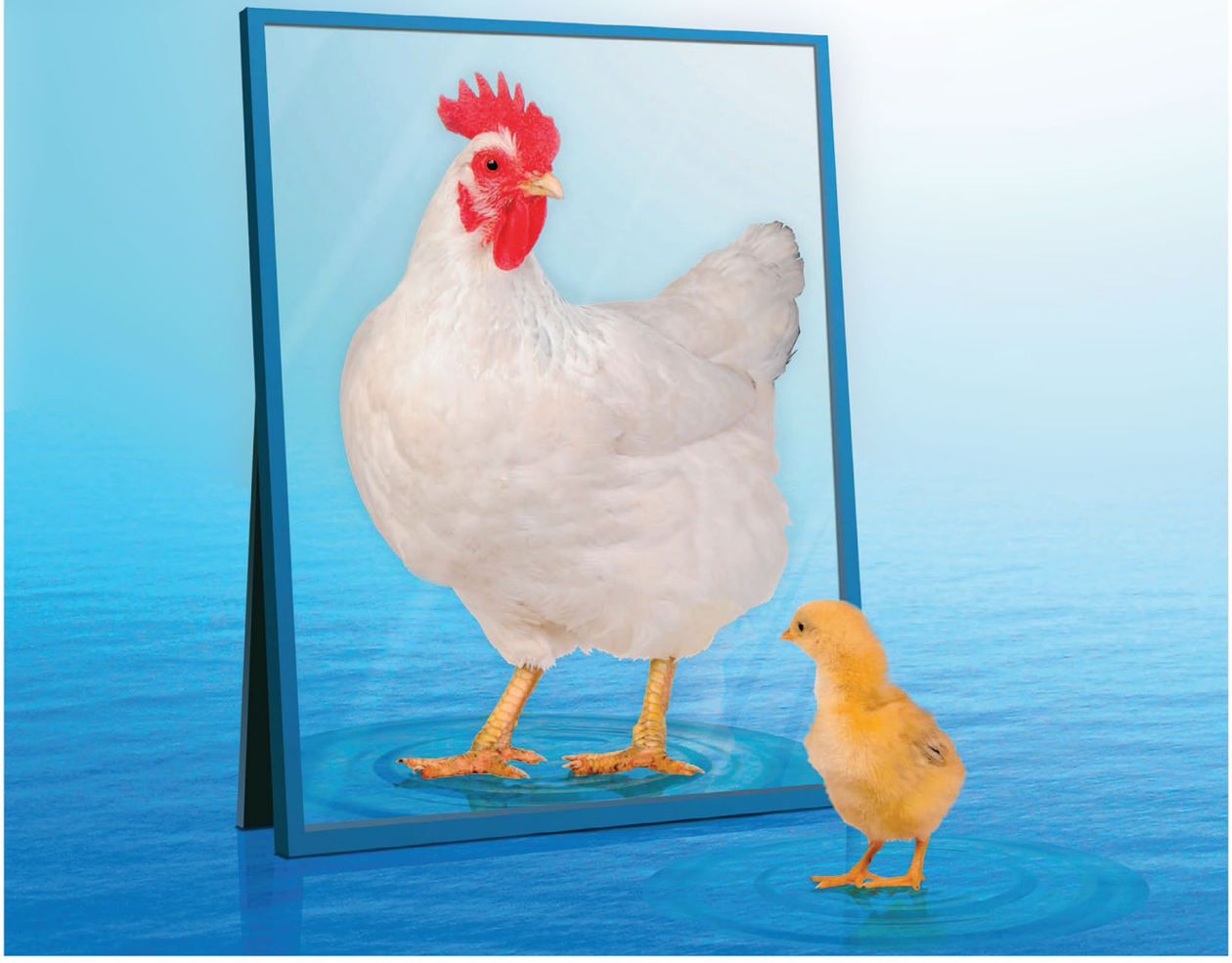
بلوار نلسون ماندلا، کوچه ژوبین، پلاک ۱۶، واحد ۷۱ | ۰۲۱ ۸۸ ۸۸ ۹۰۴۷ - ۰۲۱ ۸۸ ۸۸ ۹۰۱۷ | ntainternational.com | info@ntainternational.com

NTA International Group

Rhodimet®

RHODIMET® AT88

به رویاهایت بیندیش



متیونین مایع، با ارزش افزودهٔ بیشتر

آسودگی خاطر بیشتر
با استفاده از برنامه DIM، در طرح، اجرا
و نظارت بر مصرف متیونین مایع

صرفه‌جویی بیشتر
با استفاده از
نوع باصرفه‌تر متیونین

کارآیی بیشتر
با برخورداری از بالاترین بازدهی
در شرایط عملی

ADISSEO
A Bluestar Company

آرونا

www.adisseo.com | feedsolutions.adisseo.com

شرکت دانش بنیان
تهران طیور سبز
تولیدکننده تخصصی انواع کنسانتره و افزودنی‌های خوراک دام، طیور و آبزیان

سبز اندیشان برتر
SABZ ANDISHAN BARTAR
تولید کننده افزودنی‌های خوراک دام، طیور و آبزیان

کارنوسل
(مخمر اتولیزشده)

دیواره سلولی مخمر
پپتیدهای زیست فعال
نوکلئوتیدها
ویتامین‌های گروه B

کارنوویت
(توکسین بایندر)

توکسین بایندر چند جزئی چهارلایه
با فرمول اختصاصی دام، طیور و آبزیان

یونیمیکس
(پلت بایندر)

پلت بایندر غیر رُسی
(بهبود دهنده کیفیت خوراک پلت)

www.SabzAndishanBartar.com

۰۵۱ - ۳۱ ۶۷۷
۰۹۱۲ ۸۹۳ ۲۰ ۹۷

مشهد، بزرگراه پیامبر اعظم(ص)، پیامبر اعظم(ص) ۱۰، پلاک ۹

Sabz_Andishan_Bartar

آرین رشدافزا (آرا)

Arian Roshd Afza (ARA)

لیست محصولات

وارداتی

طیوری:

- دی ال – متیونین
- ال – لیزین هیدروکلراید
- ال – لیزین سولفات
- ال – ترئونین
- ال – والین
- ال – تریپتوفان
- ال – آرژنین
- بتائین هیدروکلراید
- کولین کلراید
- انواع ویتامین خالص
- مونوکلسیم فسفات
- آنزیم فیتاز ۱۰۰۰۰
- رنگدانه لوکانتین (Basf) / رنگدانه NHU
- آنتی اکسیدان
- ویتامین c کوتد ۹۷%
- اسیدی فایر پودری (مخلوط در دان)
- گوانیدین استیک اسید (GAA)

دامی:

- ویتامین های خالص
- پودر چربی عبوری از شکمبه

آبزیان:

- رنگدانه لوکانتین (Basf)
- ویتامین c ۳۵%
- بتائین هیدروکلراید

تولیدی

طیوری:

- کنسانتره ویژه ۲/۵% و ۵% گوشتی (A و B)
- کنسانتره پلاس ۲/۵% و ۵% گوشتی (A و B)
- کنسانتره شارپ ۲/۵% گوشتی (A و B)
- کنسانتره اپتیمم ۲/۵% گوشتی (تک‌مرحله‌ای)
- کنسانتره ۲/۵% تخمگذار دوره پرورش (A و B) و دوره تولید (A، B و C) برای سویه‌های مختلف
- کنسانتره ۵% بوقلمون (A، B، C و D)
- انواع مکمل های معدنی و ویتامینه برای طیور
- انواع پرمیکس های ویتامینه درمانی برای طیور
- پرمیکس آمینو اَد (حاوی اسید آمینه های متیونین، لیزین، ترئونین، والین، آرژنین، فرم آلی مواد معدنی، پروبیوتیک و مولتی آنزیم)

دامی:

- انواع مکمل های معدنی و ویتامینه برای دام

www.arianroshdafza.com
t.me/arianroshdafzaco
arianroshdafza.co
۰۲۱-۴۲ ۹۱ ۸۰۰۰ (۳۰خط)

آرین رشدافزا (آرا)

ARIAN ROSHD AFZA(ARA)

DONGXIAO

نماینده انحصاری برند Dongxiao در ایران

L-arginine اسید آمینه ال - آرژنین

- مصرف سویای کمتر در جیره
- افزایش بازدهی مصرف لیزین و پروتئین
- سلامت بیشتر پرنده
- مقابله با آسیت (با مشارکت در تولید NO)
- بهبود ظرفیت آنتی اکسیدانی
- کاهش چربی محوطه بطنی لاشه
- کاهش طول دوره پرورش

L-valine اسید آمینه ال - والین

- افزایش بازدهی تولید گوشت و تخم مرغ
- بهبود ضریب تبدیل غذایی
- بهبود تبدیل پروتئین جیره به پروتئین گوشت
- تحریک رشد بیشتر ماهیچه ای
- کاهش هزینه خوراک
- کاهش طول دوره پرورش

WWW.ARIANROSHDAFZA.COM

نیکاویت
تجربه‌ای ورای ارزش

نیکاویت واردکننده افزودنی‌های خوراک دام و طیور
ازمعتبرترین برندهای جهانی

ما با **بهره‌مندی از دانش متخصصان برجسته**، آماده‌ایم تا **خدمات تغذیه‌ای و پرورشی** را به شرکای تجاری خود ارائه دهیم.

با **رصد مداوم نوآوری‌های بازارهای بین‌المللی**، محصولات و خدماتی نوآورانه و متناسب با نیازهای شرکای تجاری خود عرضه می‌کنیم.

بیش از هر چیز، برای این مشارکت ارزش قائلیم و همواره در تلاشیم تا **شریکی قابل اعتماد** برای شرکای تجاری‌مان باشیم.

برخی از محصولات ما

Ecobiol® Plus

- نسل جدید پروبیوتیک حاوی باکتری باسیلوس آمیلولیکوبی فیسینس
- مقاوم به حرارت پلت و انواع کوکسیدیواستات ها
- بهبوددهنده فلور میکروبی روده

GuanAMINO®

- گوانیدینواستیک اسید (GAA) – پیش ساز کراتین
- بهبود رشد عضلانی و افزایش گوشت سینه
- استراتژی موثر کاهش هزینه خوراک

Bestmix®

- با انتخاب نرم‌افزار جیره‌نویسی Bestmix به جامعه جهانی رهبران صنعت بپیوندید.
- پلتفرمی امن برای تبادل داده بین متخصصین جیره نویسی در سراسر دنیا
- تصمیم گیری آگاهانه برای دستیابی به تولید بهینه

NikaClean

- راهکاری ایمن برای کنترل بار میکروبی خوراک
- کاهش نیاز به مکمل‌های دارویی و آنتی بیوتیک‌ها
- افزایش سودآوری گله

AlphaNik

- راهکاری هوشمندانه برای حفظ کیفیت پوسته تخم‌مرغ و سلامت اسکلت پرنده
- زیست فراهمی بالاتر ویتامین D، کلسیم و فسفر
- تامین سود اقتصادی بالاتر در گله‌های مادر، تخم‌گذار و گوشتی

Ecobiol® Vit

- نسل جدید پروبیوتیک حاوی باکتری باسیلوس آمیلولیکوبی فیسینس
- مقاوم به حرارت پلت و انواع کوکسیدیواستات ها
- قابلیت اختلاط بالا با اجزا خوراک

کاتالوگ و مقالات

ورود به لینکدین

۰۹۲۰ ۲۸۸ ۰۹۰۱

۰۲۱ ۹۱۰ ۹۳۰ ۹۹

www.nikavit.com

info@nikavit.com

SACOX® 120

ساکوکس® ۱۲۰

سالینومایسین میکروگرانول ۱۲٪

5 Kg

- بیشترین مقاومت به استرس‌های فیزیکی و حرارتی در کارخانجات خوراک‌سازی
- پایداری فوق‌العاده در طی مراحل عمل‌آوری و پلت‌سازی
- قابل استفاده در تمام فصول برای پیشگیری از کوکسیدیوز
- بدون اثر سوء بر روی میزان مصرف آب و غذا
- بهبود کیفیت بستر
- افزایش یکنواختی گله
- قابل استفاده در طیور گوشتی و پولت‌های تخم‌گذار

تولید تحت لیسانس شرکت HUVEPHARMA بلژیک

شرکت داروسازان ایران (سهامی خاص)

دفتر مرکزی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان بخارست، خیابان ۱۹، پلاک ۱۵
تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۵۹۰۰۰ | **تلفکس:** ۰۲۱-۸۸۷۲۱۶۸۰
No. 15, 19th St., Bokharest Ave., Tehran IRAN
Phone: +98 21 42159000 | **Fax:** +98 21 88 72 1680
www.darusazaniranco.com info@darusazaniranco.com

HUVEPHARMA®

POULCOX®

پل‌کوکس®

مونسین سدیم ۱۰٪

5 Kg

- ضدکوکسیدیوز پلی‌اتر یونوفوره وسیع‌الطیف
- موثر در مراحل اولیه چرخه زندگی کوکسیدیا و جلوگیری از آسیب به سلول‌های اپیتلیال پوشش روده
- مقاوم به استرس‌های فیزیکی و حرارتی در کارخانجات تولید خوراک پلت
- افزایش یکنواختی گله
- قابل استفاده در طیور گوشتی، پولت‌های تخم‌گذار، بوقلمون، گاو شیری و پرواری
- استفاده از ماده موثره اروپایی بصورت گرانول کاملا یکنواخت

تولید تحت لیسانس شرکت HUVEPHARMA بلژیک

شرکت داروسازان ایران (سهامی خاص)

دفتر مرکزی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان بخارست، خیابان ۱۹، پلاک ۱۵
تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۵۹۰۰۰ | **تلفکس:** ۰۲۱-۸۸۷۲۱۶۸۰
No. 15, 19th St., Bokharest Ave., Tehran IRAN
Phone: +98 21 42159000 | **Fax:** +98 21 88 72 1680
www.darusazaniranco.com info@darusazaniranco.com

HUVEPHARMA®

OptiPhos®

اپتیفوس®

فیتاز پیشرفته | میکروگرانول

20 Kg

- فیتاز باکتریایی ثبت‌شده در اتحادیه اروپا با عملکرد سریع و کارآمد
- مقاوم‌ترین فیتاز به دمای پلت به دلیل پوشش اختصاصی محصول (تا حداقل ۸۵ °C)
- فعال‌ترین فیتاز در دامنه وسیع pH (۵-۱) و مقاوم به پپسین
- دارای بالاترین ماتریکس فسفر و بیشترین اثرات بر بهبود عملکرد گله
- بالاترین شاخص‌های فعالیت آنزیمی (V_{max} - K_{cat})
- اثرات سوپر دوزینگ حتی در سطح دو برابری
- کارایی بالا در دوز پایین

واردات و توزیع انحصاری در سراسر ایران

شرکت داروسازان ایران (سهامی خاص)

دفتر مرکزی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان بخارست، خیابان ۱۹، پلاک ۱۵

تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۵۹۰۰۰ | **تلفکس:** ۰۲۱-۸۸۷۲۱۶۸۰

No. 15, 19th St., Bokharest Ave., Tehran IRAN

Phone: +98 21 421 59000 | **Fax:** +98 21 88 72 1680

www.darusazaniranco.com info@darusazaniranco.com

HUVEPHARMA®

Albac®
Poultry

آلبک®

زینک باسیتراسین گرانول ۱۵٪

25 Kg

- جهت پیشگیری و کنترل ورم روده نکروتیک
- تنها باسیتراسین قابل استفاده در تمامی سنین طیور تخم‌گذار
- مقاوم به حرارت تولید خوراک پلت و شرایط محیطی
- زمان پرهیز از مصرف صفر روز
- تنها زینک باسیتراسین ثبت شده در FDA آمریکا

واردات و توزیع انحصاری در سراسر ایران

شرکت داروسازان ایران (سهامی خاص)

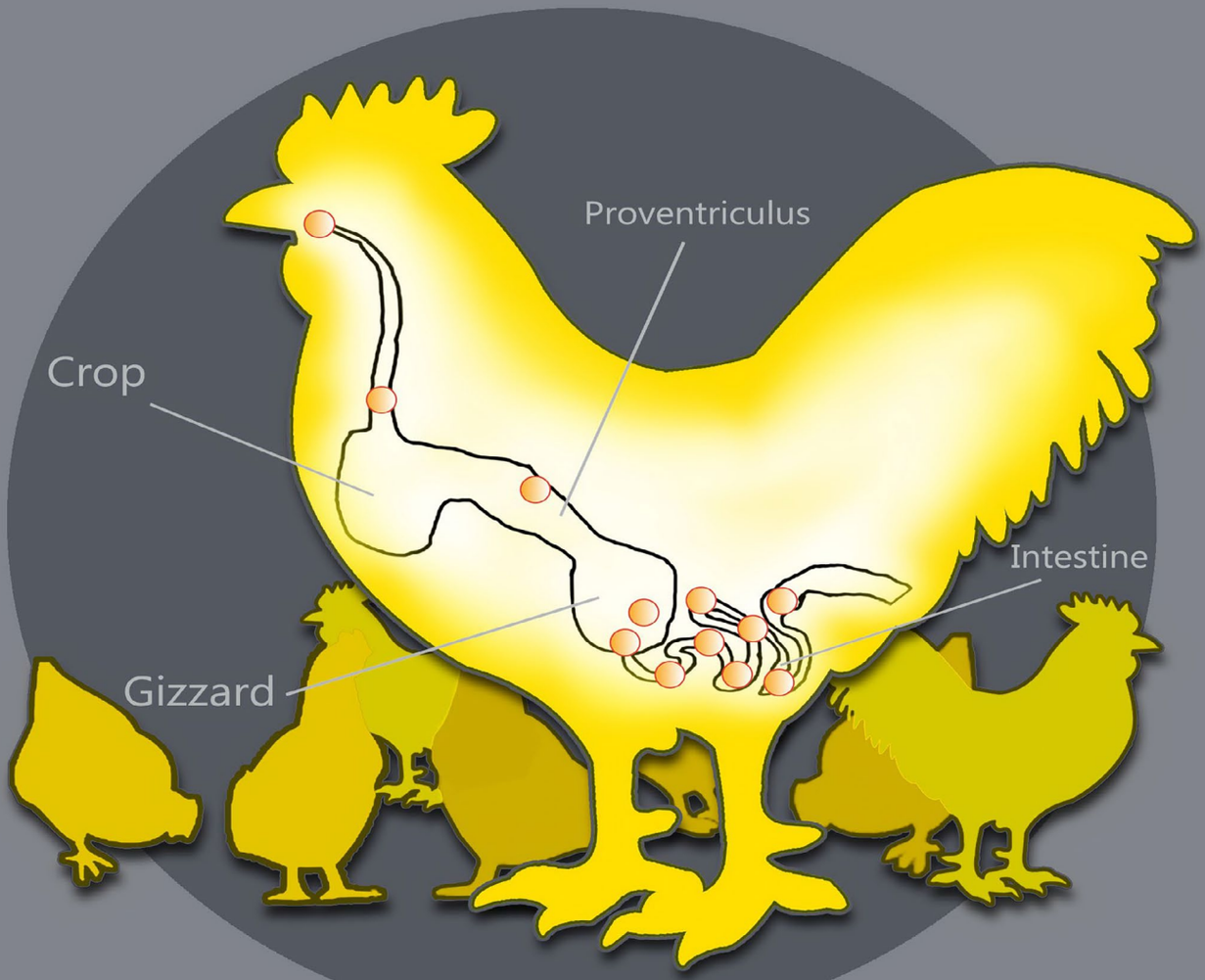
دفتر مرکزی: تهران، میدان آرژانتین، خیابان بخارست، خیابان ۱۹، پلاک ۱۵
تلفن: ۰۲۱-۴۲۱۵۹۰۰۰ | **تلفکس:** ۰۲۱-۸۸۷۲۱۶۸۰
No. 15, 19th St., Bokharest Ave., Tehran IRAN
Phone: +98 21 42159000 | **Fax:** +98 21 88 72 1680
www.darusazaniranco.com info@darusazaniranco.com

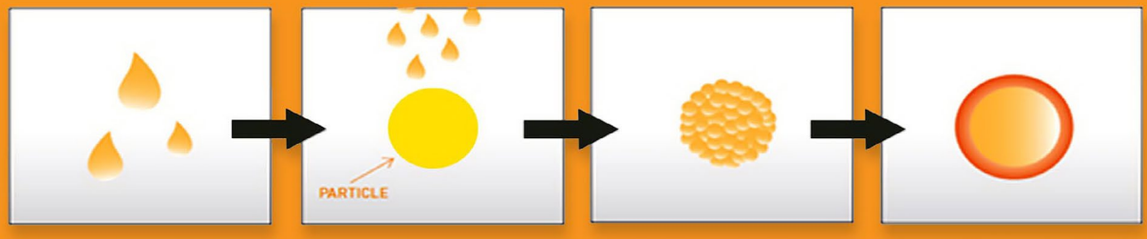
HUVEPHARMA®

Phytmax A (Acid)

Natural Solution for animal nutrition

Acidifier & Growth Promoter





Homogeneous Mix Of Essential Oils

Spraying Process Of Essential Oils

Dry Process

Spray The Protective Coated

Phytosolutions

در ساخت این محصول از تکنولوژی پیشرفته Micropearl Process Protection استفاده می شود ، که ماده فعال در پوشش محافظ ، ذرات همگنی را تشکیل می دهند . با استفاده از این روش، محصول با حفظ اثر ماده فعال تا درجه حرارت ۱۲۰ C ودرشرایط پلت در کارخانجات خوراک پایدارمی باشد .

Phytmax Cox

Natural Solutions for animal nutrition

Natural Coccidiostat

chili + turmeric + cinnamon + pepper

- Anti Inflammatory Effect
- Anti Coccidiosis
- Growth Promoter
- Immunostimulator
- Antioxidant
- Gut Health

Phytosolutions

Info@mehrpaia.com

شرایط پذیرش مقاله در فصلنامه «دانش فرآوری خوراک»

فصلنامه «دانش فرآوری خوراک» با خوشوقتی و سپاسگزاری آماده دریافت مقالات ترجمه یا تألیف شده متناسب با اهداف نشریه می‌باشد. خواهشمند است جهت سهولت در امر گزینش و چاپ مقالات، پیش از ارسال مطالب، نکات ذیل را مد نظر قرار دهید:

۱. صرفاً مقالات مرتبط با مبحث فرآوری خوراک پذیرفته و بررسی خواهند شد.
۲. مقالات ارسالی در دیگر مجلات چاپ نشده باشند.
۳. در صورت ترجمه بودن مطالب، نسخه اصلی مقاله نیز ارسال گردد.
۴. سردبیر و هیئت تحریریه مجاز به رد، یا قبول و ویرایش مقالات ارسالی می‌باشند.

شرایط پذیرش آگهی در فصلنامه «دانش فرآوری خوراک»

ضمن قدردانی از حسن اعتماد شما همکاران گرامی در ارسال آگهی تبلیغاتی در این فصلنامه، خواهشمند است قبل از ارسال فایل آگهی جهت چاپ در این نشریه، به منظور حفظ کیفیت، نکات ذیل را مد نظر قرار دهید:

۱. آگهی، مفهومی یا موضوعی بوده و حتماً از طراحی خوبی برخوردار باشد.
۲. طراحی آگهی ارسالی توسط مدیر هنری نشریه رد و یا تأیید صلاحیت می‌گردد.
۳. فایل‌ها باید با وضوح ۳۰۰ DPI، در ابعاد ۲۷/۵×۲۱/۵ عمودی و در حالت چهار رنگ CMYK و در قالب TIFF ارائه گردد.

- مقالات و تصاویر ارائه شده در این فصلنامه با نظارت بخش علمی شرکت خوراک پرداز هزاره نوین تدوین شده‌اند. لذا استفاده از آن‌ها با ذکر منبع «دانش فرآوری خوراک» الزامی و بلامانع است.
- فصلنامه «دانش فرآوری خوراک» پذیرای نظرات، انتقادات و پیشنهادات شما خوانندگان محترم خواهد بود.
- درج آگهی محصولات تجاری به منزله تأیید آن‌ها توسط شرکت «خوراک پرداز هزاره نوین» نمی‌باشد.

فصلنامه دانش فرآوری خوراک

شماره پیاپی: ۴۲ پاییز ۱۴۰۴
صاحب امتیاز: شرکت خوراک پرداز هزاره نوین
نشانی: شهرک صنعتی مشهد، بلوار تلاش جنوبی، خیابان دوم، پلاک ۱۲۸ تلفن: ۳۶۵۱۳۴۶۷- ۰۵۱

www.feed-processing.com
info@feed-processing.com
feed-processing-science

فهرست

۱۴ سخن سردبیر

۱۶ تأثیر اندازه ذرات ذرت بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین، رشد و پایانی

۲۲ بررسی تأثیر نوع میکسر بر یکنواختی میکس متیونین در فرآوری خوراک

۳۰ جدول منتخب فصل

۳۸ تأثیر مواد اولیه جایگزین بر فرآیند تولید پلت

۴۲ نقش کلیدی کاندیشنینگ و کنترل رطوبت در فرآوری خوراک

۴۶ افزودن فیتاز و کربوهیدرازها به جیره‌های طیور

۶۰ پیشگامان صنعت خوراک در دنیا (Evonik)

۶۶ رویدادها (زمستان ۱۴۰۴)

۷۱ Articles at a glance

سخن سردبیر

در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیمی و به‌ویژه پدیده خشکسالی، چهره امنیت غذایی جهان را دگرگون کرده است. کاهش بارندگی، فرسایش خاک و ناپایداری الگوهای آب‌وهوایی، تولید محصولات کشاورزی را با چالش‌های جدی روبه‌رو کرده و در بلندمدت ظرفیت کشت بسیاری از نهاده‌ها را کاهش می‌دهد. این شرایط نه تنها حجم تولید را محدود ، بلکه هزینه‌های وابسته به نهاده‌ها را نیز به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد؛ هزینه‌هایی که مستقیم به صنعت دام، طیور و آبزیان تحمیل می‌شود و فشار مضاعفی بر تولیدکنندگان وارد می‌سازد. در چنین وضعیتی، نقش افزودنی‌های خوراک بیش از هر زمان دیگری اهمیت می‌یابد. افزودنی‌ها با جبران کمبودهای تغذیه‌ای ناشی از کاهش کیفیت و دسترسی نهاده‌ها، می‌توانند سلامت و کارایی دام و طیور را حفظ کرده و از افت بهره‌وری جلوگیری کنند. این ترکیبات، چه در قالب مکمل‌های معدنی و ویتامینی و چه به‌صورت آنزیم‌ها، پروبیوتیک‌ها و سایر افزودنی‌ها، پلی حیاتی میان محدودیت‌های اقلیمی و نیازهای تغذیه‌ای حیوان ایجاد می‌کنند. امروزه صنعت خوراک باید با نگاهی آینده‌نگر، با واقعیت‌های جدید همسو شود؛ واقعیتی که در آن افزودنی‌ها دیگر یک انتخاب نیستند، بلکه ابزاری راهبردی برای تاب‌آوری تولید در برابر بحران‌های اقلیمی هستند. آینده امنیت غذایی، در گرو ترکیبی هوشمندانه از فناوری، تغذیه علمی و سازگاری با تغییرات اقلیمی خواهد بود.

با احترام
امیر عطار

امیر عطار

سردبیر، مدیر مسئول

attar@nmfeed.com

حسن کرمانشاهی

عضو هیئت تحریریه

hassbird@yahoo.com

ابوالقاسم گلیان

عضو هیئت تحریریه

g_golian@yahoo.com

محمدرضا عبداللهی

عضو هیئت تحریریه

m.abdollahi@massey.ac.nz

هانیه حاتمی

دبیر تحریریه

haniehatami6788@gmail.com

سمیه کروژده

مسئول بازرگانی، طراح هنری

skoroozhde@yahoo.com

داوود نعمتی

ویراستار ادبی

d.nemati1364@gmail.com

تأثیر اندازه ذرات ذرت بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین، رشد و پایانی

مترجم:
محمد طاهری
دکترای تغذیه دام- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

بخش قابل توجهی از صنعت جوجه گوشتی در ایالات‌متحده بدون توجه به دوره تولید، ذرت را تا حدود ۸۰۰ میلی‌متر آسیاب می‌کنند. با این حال، تحقیقات درباره‌ی ارزیابی اندازه‌ی بهینه ذرات ذرت در هر دوره تولید کم است. بنابراین، ۳ آزمایش برای تعیین اثر اندازه ذرات ذرت بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره‌های آغازین، رشد و پایانی انجام شد. آزمایش‌ها شامل ۴ تیمار آزمایشی بود که در آن جوجه‌های گوشتی، ذرت با اندازه ذرات مختلفی بسته به مرحله رشد دریافت کردند: ۶۷۴، ۷۴۱، ۸۰۵ و ۹۱۲ میلی‌متر در دوره آغازین از ۱ تا ۱۴ روزگی (آزمایش ۱)؛ ۶۲۹، ۷۶۳، ۸۱۴ و ۱۷۷۹ میلی‌متر در دوره رشد از ۱۴ تا ۲۸ روزگی (آزمایش ۲)؛ و ۶۱۵، ۸۶۳، ۱۶۴۴ و ۲۶۱۳ میلی‌متر در دوره پایانی از ۲۸ تا ۴۲ روزگی (آزمایش ۳). در آزمایش‌های ۱ و ۲، اندازه ذرات ذرت بر وزن بدن (BW)، مصرف خوراک (FI) و ضریب تبدیل خوراک (FCR) تأثیری نداشت. در آزمایش ۳، FI زمانی افزایش یافت که جوجه‌های گوشتی با جیره حاوی اندازه ذرات ذرت ۱۶۴۴ میلی‌متر در مقایسه با جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره حاوی ذرت با اندازه ۶۱۵ میلی‌متر تغذیه شدند. با این حال، تغذیه با جیره‌های غذایی با اندازه ذرات ذرت بیشتر از ۱۶۴۴ میلی‌متر، FCR را در ۴۲ روزگی افزایش داد. این داده‌ها نشان داد جیره‌های غذایی با اندازه ذرات ذرت ۹۱۲ و ۱۷۷۹ میلی‌متر بر عملکرد رشد در دوره‌های آغازین و رشد به ترتیب تأثیری ندارند. با این حال، اندازه ذرات ذرت بیشتر از ۱۶۴۴ میلی‌متر می‌تواند به‌طور منفی بر FCR در دوره پایانی از ۲۸ تا ۴۲ روزگی تأثیر بگذارد.

شرح مسئله

اکثر مواد تشکیل‌دهنده خوراک طیور نیاز به نوعی آسیاب‌کردن دارند. آسیاب‌کردن سطح مواد را افزایش می‌دهد، که این امر تعامل بیشتر بین مواد هضمی و آنزیم‌های گوارشی را فراهم می‌کند، کیفیت پلت و یکنواختی اختلاط را بهبود می‌بخشد و تفکیک پس از میکس (مخلوط شدن) را کاهش می‌دهد. با این وجود، آسیاب‌کردن دومین بخش مصرف انرژی پس از پلت‌کردن است. هزینه‌های آسیاب‌کردن با کاهش اندازه ذرات ماده آسیاب‌شده افزایش می‌یابد. به طور کلی، ذرت مورد استفاده در جیره جوجه گوشتی به اندازه ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌متر آسیاب می‌شود تا راندمان آسیاب (تُن در ساعت) و کیفیت پلت حفظ شود. با این حال، آسیاب‌کردن ذرت به اندازه ذرات بزرگتر از ۱۰۰۰ میلی‌متر می‌تواند جایگزینی برای کاهش هزینه‌های آسیاب‌کردن به ویژه در دوره‌های رشد و پایانی باشد.

جوجه‌های گوشتی قادرند ذرات درشت‌تر ذرت را بدون افت رشد مصرف کنند، اما عدم آماده سازی سنگدان در دوره‌های اولیه می‌تواند ضریب تبدیل را در دوره پایانی افزایش دهد.

علاوه بر این، گزارش شده است که ذرات درشت، باعث افزایش حرکات دودی معکوس روده[1] و زمان ماندگاری خوراک در دستگاه گوارش می‌شود و قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، تحقیقات قبلی نشان داده است که با افزایش سن پرنده، ترجیح بیشتری برای ذرات درشت وجود دارد و این رفتار بعد از هفته دوم و سوم زندگی بارزتر است. تحقیقات زیادی تأثیر اندازه ذرات ذرت بر عملکرد مرغ گوشتی را ارزیابی کرده‌اند، اما تفاوت در دوره آزمایشی و دامنه اندازه ذرات مورد استفاده، نتایج متناقضی را به همراه داشته است. بنابراین، ۳ آزمایش برای ارزیابی اثرات اندازه ذرات ذرت در دوره‌های مختلف رشد جوجه‌های گوشتی از ۱ تا ۱۴، ۱۴ تا ۲۸ و ۲۸ تا ۴۲ روزگی انجام شد:

نتایج و بحث

آزمایش اول: ۱ تا ۱۴ روزگی

قطر متوسط هندسی ذرت آسیاب‌شده که در دوره استارتر (آغازین) استفاده شد، در شکل 1A نشان داده شده است. اندازه ذرات ذرت آسیاب‌شده تأثیری بر روی افزایش وزن بدن (BWG)، مصرف خوراک (FI)، ضریب تبدیل خوراک (FCR) و مرگ و میر در روزهای ۱ تا ۱۴ نداشت (P>۰/۰۵)، (جدول ۱). Xu و همکاران نیز اثرات مشابهی را بر روی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های کرامبل که شامل سطوح مختلفی از ذرت درشت بودند، گزارش کردند که هیچ تأثیر منفی بر عملکرد رشد در دوره آغازین نداشت. Jacobs و همکاران نیز گزارش کردند که هیچ تفاوتی در افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌هایی که شامل اندازه ذرات ذرت به ترتیب ۵۵۷، ۸۵۸، ۱۲۱۰ یا ۱۳۸۷ میکرومتر بودند در سن ۷ روزگی مشاهده نشد. با این حال، Pacheco و همکاران گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ی مَش (آردی) که اندازه ذرات ذرت آن ۱۳۳۰ میکرومتر بود، افزایش وزن بدن و مصرف خوراک کمتر و ضریب تبدیل خوراک بیشتری نسبت به جوجه‌هایی بودند که از سن ۱ تا ۱۹ روزگی، جیره با اندازه ذرات ذرت ۵۲۰ میکرومتر مصرف کردند. Nir و همکاران نیز گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ای که اندازه ذرات ذرت آن ۸۹۷ میکرومتر بود دارای افزایش وزن بدن بیشتر و ضریب تبدیل خوراک کمتری نسبت به جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌هایی با اندازه ذرات ۲۰۱۰ میکرومتر بودند (از سن ۱ تا ۷ روزگی). با در نظر گرفتن نتایج این مطالعات پیشنهاد می‌شود که اندازه ذرات ذرت (درشت در برابر ریز) و دوره‌های پرورش مورد استفاده ممکن است به طور چشمگیری بر روی وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در دوره آغازین تأثیر بگذارد.

علاوه بر این، Peron و همکاران گزارش کردند تفاوتی در افزایش وزن بدن (BWG)، مصرف خوراک (FI) و ضریب تبدیل خوراک (FCR) از سن ۷ تا ۱۵ روزگی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌هایی که شامل اندازه ذرات گندم به ترتیب ۳۸۰ و ۹۵۵ میکرومتر بودند، وجود ندارد. Douglas و همکاران گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌هایی که شامل ذرات درشت ذرت یا سورگوم (۱۴۷۰–۱۸۰۰ میکرومتر) بودند دارای افزایش وزن بدن کمتر و ضریب تبدیل خوراک بیشتری نسبت به جوجه‌هایی که از سن ۱ تا ۲۱ روزگی جیره‌هایی با ذرات ریز (۸۳۳–۹۴۷ میکرومتر) مصرف می‌کردند. با این حال، Nir و همکاران گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های ذرت، گندم و سورگوم با اندازه ذرات بین ۹۷۰ و ۱۲۷۰ میکرومتر دارای بیشترین وزن بدن و مصرف خوراک در مقایسه با جوجه‌هایی بودند که در سن ۲۱ روزگی جیره با اندازه ذرات تقریباً ۶۰۰ میکرومتر مصرف می‌کردند.

اختلاف در نتایج مطالعات می‌تواند به نوع غله‌ای که استفاده شد، سن پرنده و این واقعیت که پرندگان در قفس‌های با دسترسی محدود به بستر پرورش یافته‌اند نسبت داده شود. تحقیقات قبلی گزارش کرده‌اند که خوردن بستر می‌تواند منبع دیگری از موادی باشد که می‌تواند به تحریک مکانیکی سنگدان کمک کند. بر اساس نتایج مطالعه حاضر می‌توان ذرت را در دوره آغازین از سن ۱ تا ۱۴ روزگی به اندازه متوسط ۹۱۲ میکرومتر آسیاب‌کرد بدون اینکه تأثیر منفی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی داشته باشد.

۱- Reverse Peristalsis

آزمایش دوم: سن ۱۴ تا ۲۸ روزگی

قطر متوسط هندسی ذرت آسیاب شده در دوره رشد، در شکل 1B نشان داده شده است. اندازه ذرات ذرت تأثیری بر کیفیت پلت (P>۰/۰۵) نداشت (شکل 2A). بر اساس گفتهBehnke ، اندازه ذرات ۲۰ درصد از کیفیت پلت را تحت تأثیر قرار می‌دهند، در حالی که فرمولاسیون، کاندیشنینگ، خنک‌کردن و مشخصات دای به ترتیب ۴۰، ۲۰، ۱۵ و ۵ درصد از کیفیت پلت را تشکیل می‌دهند. در جیره‌های مبتنی بر گندم،Svihus و همکاران گزارش کردند که هیچ تفاوت آماری در کیفیت پلت زمانی که اندازه ذرات گندم ۶۰۰، ۹۳۰ و ۱۷۰۰ میکرومتر بود، وجود نداشت. به‌طور مشابه، Peron و همکاران گزارش کردند که جیره‌های با اندازه ذرات گندم ۳۸۰ و ۹۵۵ میکرومتر تأثیری بر کیفیت پلت نداشتند. علاوه بر این،Stevens گزارش داد که کاهش اندازه ذرات ذرت از ۱۰۲۳ به ۵۵۱ میکرومتر و گندم از ۸۰۲ به ۳۶۵ میکرومتر تأثیری بر کیفیت پلت نداشت. اندازه ذرات می‌تواند بر ساختار فیزیکی خوراک پلت‌شده تأثیر بگذارد؛ با این حال، ممکن است عامل تعیین کننده کیفیت پلت نباشد. در یک مطالعه اخیر گزارش شده است که مشخصات دای می‌توانند ۱۱ درصد از کیفیت پلت را تحت تأثیر قرار دهند، در حالی که سایر عوامل مانند اندازه ذرات، روغن، فرمولاسیون، نرخ خوراک‌دهی، دما در کاندیشنر و زمان ماندگاری به ترتیب ۰/۵، ۵، ۳، ۰/۶، ۷ و ۱ درصد از کیفیت پلت را تشکیل می‌دهند.

(A) در آزمایش ۱، تیمارهای جیره (اندازه ذرات ذرت: ۶۷۴، ۷۴۱، ۸۰۵ و ۹۱۲ میلی‌متر) از طریق آسیاب‌کردن ذرت کامل در آسیاب چکشی به دست آمد و جیره‌ها به صورت کرامبل در دوره آغازین از ۱ تا ۱۴ روزگی ارائه شدند (n =۱۰).

(B) در آزمایش ۲، جیره آغازین از ۱ تا ۱۴ روزگی به صورت کرامبل تغذیه شد. تیمارهای جیره از طریق آسیاب‌کردن ذرت کامل در آسیاب چکشی (اندازه ذرات ذرت: ۶۲۹، ۷۶۳ و ۸۱۴ میلی‌متر) و آسیاب غلتکی (اندازه ذرات ذرت: ۱۷۷۹ میلی‌متر) به دست آمد و جیره‌ها به صورت پلت شده در طول دوره رشد از ۱۴ تا ۲۸ روزگی ارائه شدند (n =۱۰).

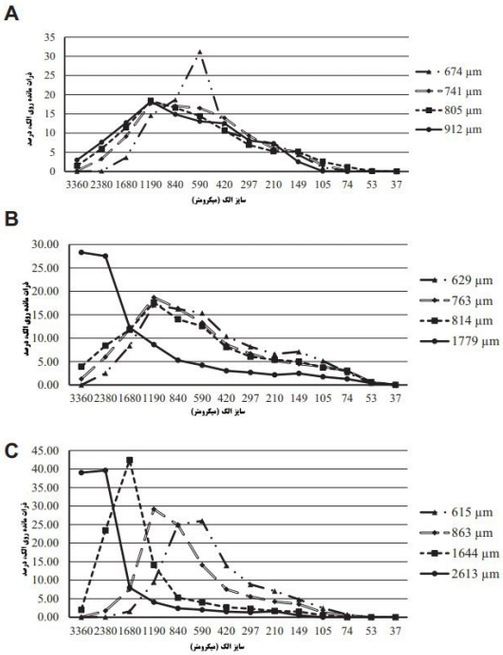
(C) در آزمایش ۳، جیره‌های آغازین و رشد به ترتیب از ۱ تا ۱۴ و ۱۴ تا ۲۸ روزگی تغذیه شدند. تیمارهای جیره (اندازه ذرات ذرت: ۶۱۵، ۸۶۳، ۱۶۴۴ و ۲۶۱۳ میلی‌متر) از طریق آسیاب‌کردن ذرت کامل با استفاده از آسیاب غلتکی به دست آمد و جیره‌ها به صورت پلت شده در طول دوره پایانی از ۲۸ تا ۴۲ روزگی ارائه شدند (n =۱۰).

اندازه ذرات ذرت تأثیری بر نرخ افزایش وزن (BWG)، مصرف خوراک (FI)، ضریب تبدیل خوراک (FCR) و مرگ و میر از ۱۴ تا ۲۸ روز سن نداشته است (P>۰/۰۵)، (جدول ۲). این نتایج با مطالعه Svihus و همکاران همسو است که گزارش کردند هیچ تفاوت آماری در BWG، FI و FCR زمانی که جوجه‌های گوشتی با جیره‌های مبتنی بر گندم با اندازه ذرات ۶۰۰ و ۱۷۰۰ میکرومتر از سن ۱۱ تا ۳۰ روزگی تغذیه شدند وجود نداشت. علاوه بر این، Singh و همکاران گزارش کردند که جیره‌های با اندازه ذرات ذرت ۵۷۸، ۷۲۶، ۸۷۷، ۹۸۷ و ۱۱۷۲ میکرومتر تأثیری بر BWG، FI و FCR از سن ۱۱ تا ۳۵ روزگی نداشتند. به‌طور مشابه، Lv و همکاران هیچ تفاوتی در وزن بدن و FI در جوجه‌هایی که با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۵۷۳، ۸۶۵ و ۱۰۲۷ میکرومتر از سن ۲۲ تا ۳۲ روزگی تغذیه شدند گزارش نکردند. Parsons و همکاران گزارش کردند که جوجه‌های گوشتی که با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۷۸۱، ۹۵۰، ۱۰۴۲ و ۱۱۰۹ میکرومتر تغذیه شدند، دارای FI کمتر و FCR بالاتری نسبت به جوجه‌هایی بودند که با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ۲۲۴۲ میکرومتر تغذیه شدند که این موضوع در دوره پرورش از سن ۲۱ تا ۴۲ روزگی مشاهده شد. از آنجا که اندازه ذرات ذرت تأثیری بر عملکرد رشد طی دوره پرورش نداشت، این اثر ممکن است به کاهش بیشتر اندازه ذرات در فرآیند تولید به‌خصوص در حین فشرده‌سازی خوراک بین دای و غلتک‌ها نسبت داده شود. گزارش شده است که با فشرده شدن ذرات آسیاب‌شده بین دای و غلتک‌ها در طول فرآیند پلت‌سازی، تحت آسیاب اضافی قرار می‌گیرند که تفاوت‌های اندازه ذرات در جیره‌های آسیاب‌شده را جبران می‌کند. در مطالعه حاضر، اندازه ذرات ذرت تأثیری بر عملکرد رشد نداشته است که نشان می‌دهد اندازه ذرات ذرت در حدود ۱۷۷۹ میکرومتر برای جوجه گوشتی در دوره رشد مناسب است.

جدول ۱- عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی راس × راس ۷۰۸ تغذیه شده با جیره‌های حاوی اندازه ذرات ذرت متفاوت از سن ۱ تا ۱۴ روزگی: آزمایش ۱.

متغیر	BW[۲]	FI	FCR[۳]	مرگ و میر[۴]
اندازه ذرت، µm[۲]				
۶۷۴	۴۶۷	۵۴۱	۱/۱۸۳	۱
۷۴۱	۴۶۴	۵۴۰	۱/۱۷۹	۱/۳
۸۰۵	۴۵۹	۵۴۰	۱/۱۶۱	۱
۹۱۲	۴۵۹	۵۳۷	۱/۱۶۰	۱
SEM[۵]	۱۳	۱۵	۰/۰۳۸	۰/۰۰۵
P-Value	۰/۳۵	۰/۹۲	۰/۴۲	۰/۹۷

۱- مقادیر میانگین حداقل مربعات ۱۰ پن تکراری است، که هر پن دارای ۳۰ جوجه (۴۰ گرم در هر پرنده) می‌باشد. ۲- وزن بدن. ۳- ضریب تبدیل خوراک برای تلفات اصلاح شد. ۴- تیمارها شامل جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۶۷۴، ۷۴۱، ۸۰۵ و ۹۱۲ میلی‌متر بود. ۵- SEM: خطای استاندارد میانگین برای اثر اندازه ذرات ذرت (n=۱۰). ۶- مقادیر تلفات به صورت آرک‌سینوس تبدیل شدند.



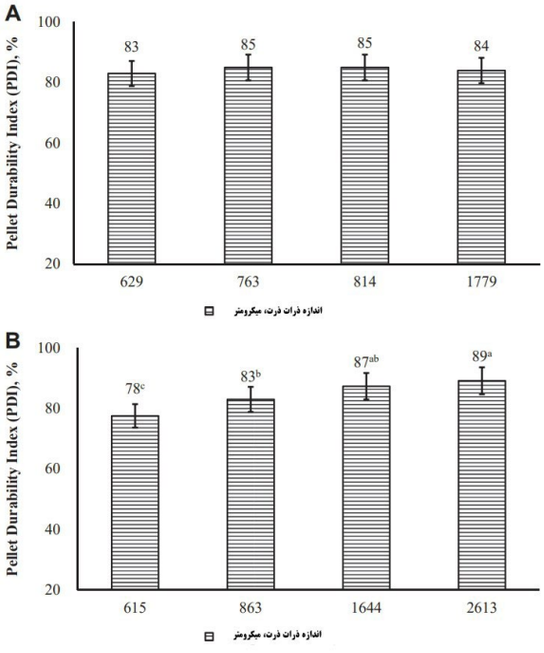
شکل ۱- در هر ۳ آزمایش، میانگین هندسی قطر جرمی (Dgw) و توزیع اندازه ذرات ذرت قبل از میکس تعیین شد. جوجه‌های گوشتی Ross × Ross ۷۰۸ با جیره‌هایی حاوی ۴ اندازه مختلف ذرات ذرت بسته به دوره آزمایش تغذیه شدند.

آزمایش سوم: از سن ۲۸ تا ۴۲ روزگی

میانگین هندسی قطر بر حسب وزن و انحراف معیار هندسی قطر ذرات بر حسب وزن ذرت آسیاب شده‌ای که در طول دوره پایانی استفاده شد، در شکل 1C نشان داده شده است. اندازه ذرات ذرت بر کیفیت پلت تأثیرگذار بود (P<۰/۰۵)، (شکل 2B). جیره‌هایی که حاوی اندازه ذرات ذرت ۲۶۱۳ میکرومتر بودند کیفیت پلت بالاتری (۸۹٪) نسبت به جیره‌هایی با اندازه ذرات ۶۱۵ میکرومتر (۷۶٪) داشتند. به‌طور مشابه، آسیاب‌کردن ذرت به اندازه ذرات ۸۶۳ میکرومتر کیفیت پلت را حدود ۷٪ نسبت به آسیاب‌کردن ذرت به اندازه ذرات ۶۱۵ میکرومتر افزایش داد. جیره‌هایی با اندازه ذرات ۱۶۴۴ میکرومتر کیفیت پلت مشابهی نسبت به جیره‌هایی با اندازه ذرات ۲۶۱۳ و ۸۶۳ میکرومتر داشتند. در مقابل، Wondra و همکاران گزارش کردند با کاهش اندازه ذرات ذرت از ۱۰۰۰ به ۴۰۰ میکرومتر، دوام پلت از ۷۸/۸ به ۸۶/۴ درصد بهبود یافت.

(A) در آزمایش ۲، جیره در طول دوره آغازین به صورت کرامبل از ۱ تا ۱۴ روزگی تغذیه شد. تیمارهای جیره از طریق آسیاب‌کردن ذرت کامل در آسیاب چکشی (اندازه ذرات ذرت: ۶۲۹، ۷۶۳ و ۸۱۴ میلی‌متر) و آسیاب غلتکی (اندازه ذرات ذرت: ۱۷۷۹ میلی‌متر) به دست آمد و جیره‌ها به صورت پلت شده در طول دوره رشد از ۱۴ تا ۲۸ روزگی ارائه شدند. شاخص مقاومت پلت (PDI) برای پلت‌های دوره رشد از ۱۴ تا ۲۸ روزگی اندازه‌گیری شد (n=۱۶).

(B) در آزمایش ۳، جیره‌های آغازین و رشد به ترتیب از ۱ تا ۱۴ و ۱۴ تا ۲۸ روزگی تغذیه شدند. تیمارهای جیره (۶۱۵، ۸۶۳، ۱۶۴۴ و ۲۶۱۳ میلی‌متر) از طریق آسیاب‌کردن ذرت کامل با استفاده از آسیاب غلتکی به دست آمد و جیره‌ها به صورت پلت شده در طول دوره پایانی از ۲۸ تا ۴۲ روزگی ارائه شدند. (PDI= Pellet Durability Index) برای پلت‌های دوره پایانی از ۲۸ تا ۴۲ روزگی اندازه‌گیری شد (n=۲).



شکل ۲- در آزمایش‌های ۲ و ۳ شاخص دوام پلت (PDI) جیره‌ها در دوره‌های رشد و پایانی تعیین شد. جوجه‌های گوشتی Ross × Ross ۷۰۸ با جیره‌هایی حاوی ۴ اندازه مختلف ذرات ذرت بسته به دوره پرورش تغذیه شدند.

جدول ۲- عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی راس × راس ۷۰۸ تغذیه شده با جیره های حاوی اندازه ذرات متفاوت از سن ۱۴ تا ۲۸ روزگی: آزمایش ۲. ۱

متغیر	BW[۲]	FI	FCR[۳]	مرگ و میر[۶]
اندازه ذرت، µm[۴]				
۶۲۹	۱۱۷۴	۱۶۵۴	۱۳۸۰	۰
۷۶۹	۱۱۷۰	۱۶۵۰	۱۳۸۶	۰
۸۱۴	۱۱۷۳	۱۶۶۸	۱۳۹۹	۰/۳
۱۷۷۹	۱۱۷۲	۱۶۶۸	۱۳۹۴	۰/۶
SEM[۵]	۳۱	۱۳	۰/۰۰۷	۰/۰۰۲
P-Value	۰/۹۹	۰/۶۸	۰/۴۷	۰/۲۸

۱- مقادیر میانگین حداقل مربعات ۱۰ پن تکراری است، که هر پن دارای ۳۰ جوجه در زمان قرار دادن (۴۰ گرم در هر پرنده) می‌باشد. ۲- وزن بدن. ۳- ضریب تبدیل خوراک برای تلفات اصلاح شد. ۴- جیره با اندازه ذرات ۵۵۴ میلی‌متر در طول دوره آغازین ارائه شد و تیمارها شامل جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۶۲۹، ۷۶۳، ۸۱۴ و ۱۷۷۹ میلی‌متر بودند. ۵- SEM: خطای استاندارد میانگین برای اثر اندازه ذرات ذرت (n=۱۰). ۶- مقادیر تلفات به صورت آرک‌سینوس تبدیل شدند.

علاوه بر این، Chewning و همکاران گزارش کردند که جیره با اندازه ذرات ذرت ۳۰۰ میکرومتر کیفیت پلت بهتری نسبت به جیره با اندازه ذرات ۶۰۰ میکرومتر دارد. به گفته Svihus و همکاران، ذرات درشت نقاط شکست را درون پلت ایجاد می‌کنند که این امر منجر به افزایش شکست پلت و درصد خاکه می‌شود. با این حال، Reece و همکاران گزارش کردند که جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۹۱۰ و ۱۰۲۴ میکرومتر تأثیری بر کیفیت پلت نداشتند و نتیجه‌گیری کردند که در جیره‌های پلت‌شده، ذرات داخل پلت بدون توجه به اندازه ذرات اولیه آن‌ها به هم می‌چسبند. اندازه ذرات ذرت تأثیری بر نرخ افزایش وزن (BWG)، نسبت تبدیل خوراک به وزن (FCR)، و مرگ و میر از ۲۸ تا ۴۲ روز سن نداشته است (P>۰/۰۵)، (جدول ۳). مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی که با جیره حاوی اندازه ذرات ذرت ۱۶۴۴ میکرومتر تغذیه شدند به‌طور تقریبی ۱۸۰ گرم نسبت به جوجه‌های گوشتی که با جیره حاوی اندازه ذرات ۶۱۵ میکرومتر تغذیه شدند، افزایش یافته است (P<۰/۰۵)، (جدول ۳).

با این حال، ضریب تبدیل خوراک (FCR) در جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی که با جیره حاوی اندازه ذرات ذرت ۱۶۴۴ میکرومتر تغذیه شدند بیشتر از جوجه‌هایی بود که جیره با اندازه ذرات ۶۱۵ میکرومتر دریافت می‌کردند (P<۰/۰۵).

Lv و همکاران گزارش کردند که جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۵۷۳، ۱۱۱۰ و ۱۱۸۳ میکرومتر تأثیری بر افزایش وزن بدن (BWG) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) جوجه‌های گوشتی از سن ۳۳ تا ۴۰ روزگی نداشتند. علاوه بر این، Reece و همکاران هیچ تفاوتی در BWG و FCR زمان تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۹۱۰ و ۱۰۲۴ میکرومتر از سن ۲۱ تا ۴۶ روزگی گزارش نکردند. این نتایج با نتایج مطالعه Kheravii و همکاران که BWG مشابهی را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۱۱۱۳ و ۳۵۷۶ میکرومتر از سن ۲۴ تا ۳۵ روزگی گزارش کردند، همخوانی دارد.

تحقیقات پیشین گزارش داده‌اند که جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت بزرگ‌تر از ۱۰۰۰ میکرومتر مصرف خوراک (FI) را در طول دوره پایانی افزایش می‌دهند. با این حال، Lv و همکاران هیچ تفاوتی در FI جوجه‌های گوشتی که با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ۵۷۳، ۱۱۱۰ و ۱۱۸۳ میکرومتر از سن ۳۳ تا ۴۰ روزگی تغذیه شدند، گزارش نکردند. علاوه بر این، Foltz و همکاران هیچ تفاوتی در FI زمانی که به جوجه‌های گوشتی با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ۵۳۹ و ۱۱۱۷ میکرومتر از ۲۳ تا ۴۰ روز سن تغذیه شدند، گزارش نکردند.

این نتایج با نتایج گزارش شده در مطالعه Reece و همکاران همخوانی دارد که در آن جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۱۳۴۳ میلی‌متر، نسبت به جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۸۱۴ میلی‌متر، سبب افزایش FCR در سن ۴۷ روزگی شدند. با این حال، Kheravii و همکاران (۲۰۱۷) گزارش دادند که جوجه‌های گوشتی که با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۳۵۷۶ میلی‌متر تغذیه شدند، در سن ۳۵ روزگی FCR کمتری نسبت به جوجه‌های گوشتی که با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۱۱۱۳ میلی‌متر تغذیه شدند، داشتند.

جدول ۳- عملکرد رشد جوجه های گوشتی نر راس ۳ راس ۷۰۸ تغذیه شده با جیره های حاوی اندازه ذرات ذرت متفاوت از سن ۲۸ تا ۴۲ روزگی: آزمایش۳[1].

متغیر	BW[2]	FI	FCR[3]	BW	FI	FCR	مرگ و میر[6]
		۴۲ روزگی			۴۲-۲۸ روزگی		
اندازه ذرت،µm[4]							
۶۱۵	۳۲۳۱	۴۹۷۷	۱/۵۷۵[bc]	۱۶۳۶	۲۷۴۳[b]	۱/۶۷۷	۰/۸
۸۶۳	۳۲۹۴	۵۰۶۵	۱/۵۷۴[c]	۱۶۷۸	۲۸۲۸[ab]	۱/۶۸۹	۰/۸
۱۶۴۴	۳۳۳۳	۵۲۰۸	۱/a۵۹۹	۱۷۱۲	۲۹۲۰[a]	۱/۷۰۶	۰/۴
۲۶۱۳	۳۲۵۰	۵۰۷۰	۱/۵۹۷[ab]	۱۶۵۰	۲۸۰۳[ab]	۱/۷۰۴	۰/۴
[5]SEM	۳۸	۵۹	۰/۰۰۷	۲۶	۳۷	۰/۰۰۹	۰/۰۰۵
P-Value	۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۰۱	۰/۱۴	۰/۸۷

a-b- میانگین‌های موجود در یک ستون که با حروف مختلف مشخص شده اند به‌طور معناداری متفاوت هستند (P > ۰/۰۵).
۱-مقادیر میانگین حداقل مربعات ۱۰ پن تکراری است، که هر پن دارای ۲۵ جوجه در زمان قرار دادن (۴۰ گرم در هر پرنده) می‌باشد. ۲- BW وزن بدن. ۳- ضریب تبدیل خوراک برای تلفات اصلاح شد. ۴- یک جیره غذایی مشترک با اندازه ذرات ۶۵۰ میلی‌متر در طول دوره آغازین و دوره رشد ارائه شد و تیمارهای غذایی شامل رژیم‌های غذایی با اندازه ذرات ذرت ۶۱۵، ۸۶۳، ۱۶۴۴ و ۲۶۱۳ میلی‌متر بود. ۵- SEM: خطای استاندارد میانگین برای اثر اندازه ذرات ذرت (n=۱۰). ۶- مقادیر تلفات به صورت آرک‌سینوس تبدیل شدند.

محققین نتیجه گرفتند اثرات مفید ذرات درشت ذرت در مراحل بعدی دوره رشد، به دلیل ترشح بیشتر آنزیم‌های گوارشی، بیشتر مشهود است. در مطالعه حاضر اندازه ذرات ذرت در جیره‌های معمول استارتر و رشد ۶۵۰ میلی‌متر بود که احتمالا رشد بهینه سنگدان و دستگاه گوارش را تسهیل نکرده و ممکن است پرندگان را برای هضم مؤثر جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت بزرگتر از ۱۶۶۴ میلی‌متر آماده نکرده باشد. گزارش شده است تغذیه ذرات درشت در هفته اول برای تحریک عملکرد مکانیکی سنگدان در زمانی که ذرات درشت‌تری در مراحل بعدی تغذیه می‌شوند اهمیت دارد.
این داده‌ها نشان داد جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۱۶۴۴ میلی‌متر می‌توانند در طول دوره پایانی (Finisher) برای افزایش مصرف خوراک (FI) بدون تأثیر بر افزایش وزن بدن (BWG) از سن ۲۸ تا ۴۲ روزگی تغذیه شوند. بر اساس نتایج این آزمایش‌ها جوجه‌های گوشتی می‌توانند با جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۹۱۲ و ۱۷۷۹ میلی‌متر در طول دوره‌های آغازین (استارتر، ۱-۱۴ روزگی) و رشد (۱۴-۲۸ روزگی) به ترتیب تغذیه شوند بدون اینکه اثر منفی بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی داشته باشد. در دوره پایانی (۲۸-۴۲ روزگی)، جیره‌هایی با اندازه ذرات ذرت ۱۶۴۴ میلی‌متر می‌توانند به افزایش FI در مقایسه با جیره‌هایی با اندازه ذرات ۶۱۵ میلی‌متر کمک کنند، اما با اثرات منفی بر ضریب تبدیل غذایی به وزن (FCR) همراه است.

نتایج و کاربردها

جوجه‌های گوشتی قادر بودند در طول دوره استارتر جیره‌هایی حاوی اندازه ذرات ذرت ۲/۱۷ ± ۹۱۲ میلی‌متر را مصرف کنند بدون اینکه اثر منفی بر عملکرد رشد داشته باشد، که این ممکن است سبب تسهیل در مصرف ذرات درشت‌تر در مراحل بعدی شود.
در آزمایش ۲، تغذیه جیره‌هایی که حاوی ذرت آسیاب‌شده به اندازه ۲/۶۳ ± ۱۷۷۹ میلی‌متر بودند، نشان داد جوجه‌های گوشتی می‌توانند از سن ۱۴ تا ۲۸ روزگی ذرات درشت‌تر را بدون اثر منفی بر پارامترهای عملکرد رشد مصرف کنند.
در آزمایش ۳، FCR زمانی که جوجه های گوشتی با جیره‌های حاوی ذرت آسیاب شده به اندازه های ۱۶۴۴ و ۲۶۱۳ میلی‌متر تغذیه شدند، تحت تأثیر قرار گرفت، اما هیچ تفاوتی در BW و BWG نهایی از سن ۲۸ تا ۴۲ روزگی مشاهده نشد. اثر منفی بر FCR ممکن است به اندازه ذرات استفاده شده در طول دوره استارتر و رشد (۶۵۰ میلی‌متر) نسبت داده شود، که احتمالا عملکرد سنگدان را تحریک نکرده و دستگاه گوارش را برای سازگاری با اندازه ذرات درشت تر در طول دوره پایانی آماده نکرده است.

Reference: Effects of corn particle size on broiler performance during the starter, grower, and finisher periods, A. A. Rubio, J. B. Hess, Poultry Science journal, 2020

بررسی تأثیر نوع میکسر بر یکنواختی میکس متیونین در فرآوری خوراک

ضریب تغییرات (CV)[1] مربوط به یک نشانگر (مارکر) مغذی خاص، معمولاً به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری یکنواختی میکس (MU)[2] در یک بَچ خوراک مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ به‌طوری‌که ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد به‌عنوان سطح قابل‌قبول در صنعت تلقی می‌شود. نوع میکسر و زمان میکس (MTI)[3] بر یکنواختی خوراک تأثیر می‌گذارند؛ با این حال داده‌ها درباره سیستم‌های میکس (MSY)[4] در دسترس نیستند. علاوه بر این، پژوهش‌های قبلی نشان داده‌اند که انتخاب درست نشانگر ضریب تغییرات نقش کلیدی در ارزیابی صحیح یکنواختی میکس دارد.

در این مطالعه دو آزمایش برای ارزیابی تأثیر سه نوع سیستم میکس شامل عمودی، افقی و سیستم انتقال خوراک بر یکنواختی میکس انجام شد. این ارزیابی با استفاده از زمان‌های میکس ناکافی و کافی در دو نوع خوراک شامل مخلوط ذرت/ نمک (CSM)[5] و خوراک کامل (CD)[6] صورت گرفت. در مخلوط ذرت/ نمک، یون کلرید (Cl^-) به‌عنوان نشانگر انتخاب شد و در جیره کامل، متیونین و لیزین[7] به‌عنوان نشانگر مورد استفاده قرار گرفتند. افزایش زمان میکس موجب کاهش ضریب تغییرات مربوط به یون کلرید در مخلوط ذرت/ نمک شد (P= ۰/۰۲). همچنین، اثر متقابل بین سیستم میکس و زمان میکس بر ضریب تغییرات متیونین در خوراک کامل مشاهده شد (P= ۰/۰۰۷) در حالی که در سیستم‌های افقی و انتقال خوراک تغییر زمان میکس باعث تغییر معنی‌دار در ضریب تغییرات متیونین نشد، سیستم میکس عمودی با افزایش زمان میکس، ضریب تغییرات پایین‌تری نشان داد. نویسندگان فرض کردند میکس اضافی در مرحله تخلیه و انتقال خوراک علت بروز این تأثیر بوده است. با این حال در هیچ‌یک از تیمارها ضریب تغییرات لیزین کمتر از ۱۰ درصد به دست نیامد.

این یافته‌ها نشان می‌دهند یون کلرید و متیونین به‌ترتیب، نشانگرهای مناسبی برای ارزیابی یکنواختی میکس در مخلوط ذرت/ نمک و خوراک کامل هستند. همچنین، سیستم‌های انتقال خوراک می‌توانند موجب بهبود کارایی کلی فرآیند تولید خوراک شوند و بررسی سیستم‌های میکس به‌صورت کلی می‌تواند ارزیابی دقیق‌تری از کیفیت خوراک پیش از مصرف توسط دام یا طیور ارائه دهد.

ارزیابی کل سیستم میکس به جای تنها میکسر، می‌تواند تفاوت‌هایی از یکنواختی میکس را نشان دهد و در نتیجه روش مناسب‌تری برای ارزیابی خوراک دام باشد.

شرح مسئله

خوراک و فرآیند تولید آن بین ۶۰ تا ۷۰ درصد از کل هزینه پرورش دام را شامل می‌شود؛ بنابراین بخش عمده‌ای از سود اقتصادی را می‌توان به کیفیت خوراک تولیدی نسبت داد. یکی از مهم‌ترین نقاط کنترل کیفی در فرآیند تولید خوراک به‌ویژه برای حیواناتی با مصرف خوراک پایین (مانند جوجه‌های گوشتی جوان، خوکچه‌ها و جوجه بوقلمون‌ها)، تولید پلت‌هایی است که از تغذیه انتخابی جلوگیری کرده و توزیع یکنواختی از تمام مواد و مواد مغذی را فراهم کنند. یکنواختی بالای میکس(MU)[۸] زمینه‌ساز تولید پلت‌هایی است که سلامت و عملکرد بهینه حیوان را پشتیبانی می‌کنند. معمولاً یکنواختی میکس از طریق ضریب تغییرات اندازه‌گیری می‌شود؛ یعنی نسبت انحراف معیار به میانگین در مجموعه‌ای از نمونه‌های انتخاب شده است. در حالت استاندارد، ۱۰ نمونه از یک بَچ خوراک از نقاط مختلف داخل میکسر یا سیستم میکس جمع‌آوری و برای تعیین میزان یک ماده مغذی یا نشانگر مورد تجزیه قرار می‌گیرند. سپس میزان به‌دست آمده برای محاسبه ضریب تغییرات استفاده می‌شود، به‌طوری‌که ضریب تغییرات کمتر از ۱۰ درصد به‌عنوان نشانه‌ای از میکس مناسب در نظر گرفته می‌شود.

در مطالعه‌ای، McCoy و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند کاهش ضریب تغییرات مربوط به یون کلرید (Cl^-) به میزان حدود ۲۹ واحد درصد (از ۴۰/۵ به ۱۲/۱ درصد؛ $P<0/05$) از طریق افزایش زمان میکس، باعث افزایش میانگین وزن روزانه و نسبت افزایش وزن به خوراک به ترتیب به میزان ۶/۵ گرم و ۰/۰۳۵ واحد در جوجه‌های گوشتی ۰ تا ۲۱ روزه شد ($P<0/05$). با این حال، یکنواختی میکس می‌تواند تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله: اندازه ذرات، چگالی، نوع میکسر، زمان میکس، میزان پر شدن میکسر، ترتیب افزودن مواد اولیه، درصد ماده افزوده‌شده، محل نمونه‌برداری، تعداد دفعات نمونه‌گیری و انتخاب نشانگر مناسب قرار گیرد. Clark و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند زمانی‌که در یک میکسر افقی ریبونی دو شافت، مدت زمان میکس از حالت میکس خشک صفر ثانیه‌ای (S ۰=DM[۹]) و میکس مرطوب ۳۰ ثانیه‌ای (S ۳۰ =WM[۱۰]) به میکس خشک ۱۲۰ ثانیه‌ای و میکس مرطوب ۱۸۰ ثانیه‌ای افزایش یافت، ضریب تغییرات مربوط به متیونین و لیزین به‌ترتیب حدود ۱۴/۴ و ۱۱/۱ واحد درصد کاهش یافت (در جیره کامل؛ $P<0/05$). به‌طور مشابه، Reese و همکاران (۲۰۱۷) مشاهده کردند ضریب تغییرات یون کلرید (Cl^-) در یک میکسر عمودی تک شافت (single-screw) هنگامی‌که زمان میکس خشک از ۳۰ ثانیه به ۱۰ دقیقه افزایش پیدا کرد، حدود ۱۴ واحد درصد کاهش یافت (در مخلوط ذرت/ نمک؛ $P=0/003$). اگرچه انواع مختلف میکسر در مطالعات منتشرشده مورد بررسی قرار گرفته‌اند، اما نویسندگان اشاره کردند تحقیقی درباره تأثیر سیستم میکس خطوط انتقال بر یکنواختی میکس یا ارزیابی جامع سیستم‌های میکس تاکنون منتشر نشده است.

در این نوع سیستم، خوراک توزین‌شده از محل توزین به محل میکس منتقل می‌شود تا به‌طور کامل مخلوط گردد. انتخاب نشانگر مناسب برای محاسبه ضریب تغییرات نقش مهمی در ارزیابی واقعی یکنواختی میکس دارد. اگر نشانگر نامناسبی انتخاب شود، ممکن است مقادیر ضریب تغییرات بیش‌تر یا کم‌تر محاسبه شوند، در نتیجه می‌تواند منجر به اقدامات اصلاحی نادرست و افت عملکرد حیوان گردد. بنابراین، نشانگر انتخابی باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد: فقط از یک منبع یکنواخت در جیره تأمین شود، به میزان کافی برای اندازه‌گیری دقیق وجود داشته باشد، میزان آن آنقدر زیاد نباشد که در نتیجه خطا ایجاد کند و دارای روش آنالیز ساده، سریع و اقتصادی باشد.

یکی از نشانگرهای رایج در ارزیابی یکنواختی میکسر، یون کلرید حاصل از نمک خوراکی (NaCl) است؛ چراکه ماده‌ای ارزان، در دسترس و متداول در فرمولاسیون جیره‌های مبتنی بر غلات محسوب می‌شود. آنالیز یون کلرید نسبتاً کم‌هزینه است و می‌تواند در محل کارخانه با استفاده از نوارهای تست Quantab® Cl^- انجام شود. با این حال، استفاده از یون کلرید به‌عنوان نشانگر تنها زمانی مناسب است که جیره حاوی یک منبع محلول از کلرید باشد مانند مخلوط ذرت و نمک، اما تهیه و آزمایش این نوع خوراک ممکن است برای کارخانه‌های خوراک صنعتی یا مجتمع تولیدی، از نظر زمانی غیراقتصادی باشد. تحقیقات نشان داده متیونین و لیزین می‌توانند شاخص‌های مناسبی برای ارزیابی یکنواختی میکس در جیره‌های کامل باشند و کاربرد عملی دارند. البته آزمون آزمایشگاهی برای این نشانگرها باید فقط میزان متیونین و لیزین اضافه شده را اندازه‌گیری کند تا اطمینان حاصل شود تنها بخش کریستالی و محلول آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته و از تداخل سایر منابع پروتئینی جلوگیری شود. اگرچه این نوع تست‌ها هزینه بالاتری به‌ازای هر نمونه دارند، اما امکان بررسی یکنواختی میکس خوراک در کارخانه‌های تجاری را فراهم می‌کنند و می‌توانند به‌خوبی در فرآیند روزمره تولید خوراک انجام شوند.

۱- Coefficient Of Variation
۲- Mix Uniformity
۳- Mix Time
۴- Mixing Systems: منظور همان سیستم انتقال خوراک از میکسر است.
۵- Corn-Salt Mixture
۶- Complete Diet
۷- Free Met: منظور متیونین کریستالی اضافه‌شده به جیره که به‌صورت آزاد و قابل جذب است و Free Lys لیزین کریستالی اضافه‌شده به جیره که به‌صورت آزاد و قابل جذب است.
۸- Mix Uniformity
۹- Dry Mix
۱۰- Wet Mix

علاوه بر این، استفاده از این نشانگرها به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا بخش روغنی را نیز در خوراک آزمایشی وارد کنند و در نتیجه بتوانند میکس خشک و مرطوب را در یک بَچ واحد مورد ارزیابی قرار دهند. بنابراین، هدف این مطالعه بررسی تأثیر سه نوع سیستم میکس (MSY) شامل میکسر عمودی، میکسر افقی ریبونی/ پدالی دو شافت و سیستم انتقال خوراک بر یکنواختی میکس در شرایط استفاده از زمان‌های میکس ناکافی و کافی در دو آزمایش جداگانه بود:

آزمایش ۱: مخلوط ذرت/ نمک (CSM) و آزمایش ۲: جیره کامل(CD).
همچنین در این مطالعه، ضریب تغییرات با استفاده از سه نشانگر مختلف محاسبه شد: یون کلرید (Cl^-) برای مخلوط ذرت/ نمک، متیونین و لیزین برای جیره کامل.

اندازه ذرات

اندازه ذرات و انحراف معیار مربوط به هر فرمولاسیون، ماده اصلی و نشانگر در جدول ۱ ارائه شده است.
نویسندگان بر این باورند، تأثیر اندازه ذرات بر یکنواختی میکس در این آزمایش احتمالاً محدود به اندازه ذرات نشانگرها و سایر مواد جزئی بوده است، زیرا در هر دو نوع جیره از یک نوع ذرت یکسان استفاده شده است. با این حال، اندازه ذرات نشانگرهایی که در این پژوهش به کار رفتند تقریباً ثابت بوده و مطابق با استانداردهای متداول صنعت خوراک تنظیم شده‌اند.

۱۱- الک‌ها و اندازه سوراخ‌هایشان مطابق استاندارد ASAE S۳۱۹/۱ تعیین می‌شوند، که مشابه روش الک پنسلوانیا است و در خیلی از آزمایشگاه‌های خوراک استفاده می‌شود.
۱۲- Vertical Inadequate
۱۳- Horizontal Adequate
۱۴- Transfer Adequate
۱۵- Transfer Inadequate

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار مربوط به اندازه ذرات بر اساس مخلوط، فرمولاسیون یا ماده تشکیل‌دهنده

نسبت/ مواد تشکیل دهنده	میانگین اندازه ذرات (µm)	انحراف معیار اندازه ذرات (µm)
مخلوط ذرت/ نمک[۱]	۱۰۲۵/۳۶	۲/۳۹۴
جیره کامل[۲]	۹۸۶/۷۸	۲/۱۶۸
ذرت آسیاب‌شده[۱،۲]	۱۰۴۹/۵۸	۲/۲۳۸
کنجاله سویا[۲]	۹۸۶/۰۲	۱/۷۹۷
نمک[۱،۲]	۷۸۵/۶۹	۱/۳۵۲
دی ال متیونین[۲]	۲۴۷/۶۰	۱/۷۳۳
ال لیزین[۲]	۵۴۷/۰۷	۱/۸۲۰

* اندازه‌گیری بر اساس روش ASAE S۳۱۹/۱ انجام شده است[۱۱] .
۱- استفاده شده در آزمایش شماره ۱.
۲- استفاده شده در آزمایش شماره ۲.

آزمایش ۱: مخلوط ذرت/ نمک (CSM)

هیچ اثر متقابلی بین نوع سیستم میکس و مدت زمان میکس بر ضریب تغییرات یون کلرید مشاهده نشد (P= ۰/۲۰۷)؛ جدول ۲. در میان تیمارها میکسر عمودی با میکس ناکافی (VI)[۱۲] بالاترین مقدار ضریب تغییرات کلرید را نشان داد (۱۷/۷۰ درصد)، در حالی که تیمارهای میکسر افقی با میکس کافی HA[۱۳]، سیستم انتقال خوراک با میکس کافی TA[۱۴] و سیستم انتقال خوراک با میکس ناکافی TI[۱۵] کمترین مقادیر ضریب تغییرات را داشتند (به‌ترتیب ۹/۱۵، ۹/۲۰ و ۹/۶۴ درصد) و تنها این تیمارها موفق به رسیدن به ضریب تغییرات قابل قبول صنعتی (۱۰ > درصد) شدند. افزایش مدت زمان میکس موجب کاهش ضریب تغییرات کلرید به میزان ۳/۹۱ واحد درصد شد (از ۱۳/۵۶ به ۹/۶۵ درصد؛ P= ۰/۰۲۰ ؛ جدول ۲). این داده‌ها نشان می‌دهد طراحی آزمایش به‌طور متوسط زمان‌های میکس مناسبی برای نشان دادن میکس غیریکنواخت با نشانگر Cl^- در CSM داشته است.
به‌طور مشابه، Reese و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند، افزایش زمان میکس از ۳۰ ثانیه به ۱۰ دقیقه در یک CSM، موجب کاهش CV کلرید به میزان ۱۳/۹۵ واحد درصد در یک میکسر عمودی شد (از ۲۱/۶۱ به ۷/۶۶ درصد؛ P=۰/۰۰۳). در مقابل، Clark و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند افزایش زمان میکس از ۳۰ ثانیه به ۵ دقیقه در یک میکسر افقی تفاوت معنی‌داری در ضریب تغییرات کلرید ایجاد نکرد (P>۰/۰۵). همچنین، Rocha و همکاران(۲۰۱۵) نیز هیچ تفاوت آماری یا عددی در ضریب تغییرات کلرید هنگام افزایش زمان میکس از ۵۰ ثانیه به ۱۵۵ ثانیه در میکسر افقی مشاهده نکردند (از ۳/۱۹ به ۳/۱۹ درصد؛ P>۰/۰۵). با این حال، مطالعات Clark (۲۰۰۷) و Rocha (۲۰۱۵) که از جیره‌های کامل استفاده کردند چندین منبع محلول کلرید داشتند (نمک، لیزین، کولین کلراید). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت Cl^- تنها زمانی می‌تواند به عنوان نشانگر یکنواختی میکس استفاده شود که یک منبع محلول واحد وجود داشته باشد، مانند مخلوط ذرت/ نمک (American, ۲۰۰۵).
علاوه بر این، MSY عمودی بالاترین میانگین ضریب تغییرات (۱۴/۱۵ درصد) را هنگام استفاده از نشانگر Cl^- داشت، در حالی که سیستم انتقال خوراک کمترین میانگین ضریب تغییرات (۹/۴۲ درصد) را نشان داد (P= ۰/۰۶۰؛ جدول ۲). این موضوع نشان می‌دهد ممکن است تفاوت‌هایی در کارایی بین انواع سیستم‌های میکس وجود داشته باشد که احتمالاً به نوع میکسر اصلی هر سیستم مرتبط است.

جدول ۲. ضریب تغییرات کلرید (Cl^-) بر اساس نوع سیستم میکس و زمان میکس در مخلوط ذرت/ نمک (آزمایش ۱)

نوع میکسر و شرایط میکس	ضریب تغییرات Cl^- (٪)[1]
میکسر عمودی – میکس کافی	۱۰/۶۰[ab]
میکسر عمودی – میکس ناکافی	۱۷/۷۰[a]
میکسر افقی – میکس کافی	۹/۱۵[b]
میکسر افقی – میکس ناکافی	۱۳/۳۳[ab]
سیستم انتقال مواد – میکس کافی	۹/۲۰[b]
سیستم انتقال مواد – میکس ناکافی	۹/۶۴[b]
HSD Value[2]	۷/۸۵۲
تیمار SEM[3]	۳/۰۰۷
تیمار P-Value[4]	۰/۰۲۰
سیستم میکس	
عمودی	۱۴/۱۵
افقی	۱۱/۲۴
سیستم انتقال مواد	۹/۴۱۸
HSD Value	۴/۷۵۹
نوع میکسرSEM	۱/۲۲۸
نوع میکسرP-Value	۰/۰۶۰
زمان میکس	
کافی	۹/۶۵[b]
ناکافی	۱۳/۵۶[a]
HSD Value	۳/۱۵۸
زمان میکس SEM	۱
زمان میکس P-Value	۰/۰۲۰
Interaction SEM	۱/۷۳۶
Interaction P-Value	۰/۲۰۷

[a–b]- میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف بالانویس متفاوت هستند، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).
۱- ضریب تغییرات یون کلرید
۲- مقدار تفاوت معنی‌دار واقعی (Honestly Significant Difference)
۳- خطای استاندارد میانگین (Standard Error of the Mean)
۴- برای بررسی اثر سیستم انتقال خوراک (transfer MSY) بر یکنواختی میکس، مقایسه‌هایی بین تیمارها انجام شد.

جدول ۳. مقایسه‌های هدفمند و شاخص‌های آماری مربوط به نشانگر یون کلرید (Cl^-) در مخلوط ذرت/ نمک (آزمایش ۱)[1]

نوع میکسر و شرایط میکس	ضریب تغییرات Cl^- (٪)[2]
میکسر عمودی با میکس کافی در مقابل میکسر عمودی با میکس ناکافی	
میکس کافی	۱۰/۶۰[b]
میکس ناکافی	۱۷/۷۰[a]
SEM[3]	۲/۴۵۵
P-Value	۰/۰۱۶
میکسر افقی با میکس کافی در مقابل میکسر افقی با میکس ناکافی	
میکس کافی	۹/۱۵
میکس ناکافی	۱۳/۳۳
SEM	۲/۴۵۵
P-Value	۰/۱۲۰
سیستم انتقال مواد با میکس کافی در مقابل سیستم انتقال مواد با میکس ناکافی	
میکس کافی	۹/۲۰
میکس ناکافی	۹/۶۴
SEM	۲/۴۵۵
P-Value	۰/۸۶۱
میکسر عمودی با میکس کافی در مقابل میانگین دو تیمار سیستم انتقال مواد (میکس کافی و ناکافی)	
عمودی با میکس کافی	۱۰/۶۰
ترکیب (میانگین دو تیمار سیستم انتقال مواد) [4]	۹/۴۰
SEM	۲/۱۲۶
P-Value	۰/۵۹۲
میکسر افقی با میکس کافی در مقابل میانگین دو تیمار سیستم انتقال مواد (میکس کافی و ناکافی)	
افقی با میکس کافی	۹/۱۵
ترکیب (میانگین دو تیمار سیستم انتقال مواد)	۹/۴۰
SEM	۲/۲۳۶
P-Value	۰/۹۰۱

[a–b] میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف بالانویس متفاوت [a–b] میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف بالانویس متفاوت هستند، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).
۱- مقایسه‌ها بر اساس کاربردهای عملی و پرسش‌های احتمالی بعدی انتخاب شده‌اند.
۲- ضریب تغییرات یون کلرید (Chloride Ion Coefficient of Variation)
۳- خطای استاندارد میانگین (Standard Error of the Mean)
۴- مقدار نشان‌دهنده‌ی میانگین دو تیمار «انتقالی با میکس کافی» و «انتقالی با میکس ناکافی» است.

مقایسه VI در برابر VA،HI در برابر HA وTI در برابر TA نشان داد با تغییر از شرایط میکس ناکافی به میکس کافی، ضریب تغییرات کلرید به ترتیب ۷/۱۰ واحد درصد (از ۱۷/۱۷۰ به ۱۰/۶۰ درصد؛ P= ۰/۰۱۶)، ۴/۱۸ واحد درصد (از ۱۳/۳۳ به ۹/۱۵ درصد؛ P= ۰/۱۲۰) و ۰/۴۴ واحد درصد (از ۹/۶۴ به ۹/۲۰ درصد؛ P=۰/۸۶۱) کاهش یافت. بنابراین، سیستم میکس عمودی با استفاده از زمان میکس توصیه‌شده توسط سازنده به یکنواختی میکس قابل قبول صنعتی دست یافت (EAI, ۲۰۲۳)، در حالی که سیستم میکس افقی و سیستم انتقال خوراک با افزایش زمان میکس تفاوت معنی‌داری در ضریب تغییرات کلرید نشان ندادند. به همین دلیل سیستم انتقال خوراک می‌تواند زمان میکس کلی را کاهش دهد و در عین حال اجازه دهد تولیدکننده هم‌زمان بَچ بعدی را آماده کند که در نهایت موجب افزایش بهره‌وری کارخانه خوراک می‌شود در حالی که یکنواختی میکس قابل قبول حفظ گردد. این نتیجه با مقایسه بین تیمارهای VA در برابر TA و TI و همچنین HA در برابر TA و TI نیز بررسی شد و هیچ تفاوت آماری یا عملی در ضریب تغییرات کلرید نشان ندادند (۰/۹۰۱، ۰/۵۹۲ =P). بنابراین، سیستم انتقال فارغ از زمان میکس می‌تواند خوراکی با یکنواختی مشابه سیستم‌های میکس عمودی و افقی در زمان میکس کافی تولید کند. این احتمالاً به دلیل میکس اضافی در طی مراحل انتقال و تخلیه ۳۵ ثانیه‌ای در سیستم انتقال بوده است، زیرا خوراک در معرض مارپیچ انتقال دهنده، حرکت پدال‌ها، تخلیه و میکس سنتی قرار گرفته است. باید توجه داشت در کل صنعت، تعداد کمی از سیستم‌های میکس کاملاً مشابه یکدیگرند. با این حال، ارزیابی سیستم‌ها به‌طور کلی از نظر یکنواختی میکس می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری از کیفیت واقعی خوراک پیش از فرآوری‌های بعدی مانند تولید پلت، اکسترودژن یا مصرف حیوان ارائه دهد.

آزمایش ۲: جیره کامل (CD)

در این آزمایش بین نوع سیستم میکس (MSY) و مدت زمان میکس (MTI) بر ضریب تغییرات متیونین اثر متقابل مشاهده شد (P= ۰/۰۰۷؛ جدول ۴). در میان تیمارها سیستم عمودی با میکس ناکافی (VI) بیشترین ضریب تغییرات را نشان داد (۲۷/۲۹ درصد؛ P<۰/۰۵)، در حالی که تیمارهای VA، HA،HI و TI کمترین مقادیر ضریب تغییرات متیونین را داشتند (۸/۱۱ تا ۹/۳۴ درصد؛ P>۰/۰۵). تیمار TA از نظر آماری تفاوت معناداری با سایر تیمارها نداشت (۱۱/۱۶ درصد؛ P>۰/۰۵).

این اثر متقابل احتمالاً به دلیل میکس اضافی در هنگام تخلیه میکسر افقی و همچنین برتری فرضی میکسرهای افقی نسبت به میکسرهای عمودی است. علاوه بر این، بهبود یکنواختی میکس در تیمارهایی که از سیستم انتقال استفاده کردند ممکن است ناشی از میکس اضافی در طی حرکت پدال‌ها، مارپیچ انتقال دهنده و مسیر انتقال مواد باشد که در نهایت اثر کاهش زمان میکس را جبران کرده است. بنابراین، گرچه این نتیجه برای همه شرایط قابل تعمیم نیست، تولیدکنندگان ممکن است بتوانند مدت زمان میکس سنتی خوراک را کاهش دهند، زیرا بخشی از میکس ممکن است در فرایند تخلیه و انتقال به مرحله بعدی تولید خوراک رخ دهد. با این حال، آزمون دقیق سیستم میکس باید قبل و بعد از چنین تغییراتی انجام شود تا کیفیت خوراک حفظ شود. برای بررسی تأثیر سیستم انتقال بر یکنواختی میکس مقایسه‌های کلیدی انجام شد (جدول ۵). مقایسه VI و VA نشان داد با تغییر از شرایط میکس ناکافی به کافی، ضریب تغییرات متیونین ۱۸/۹۹ واحد درصد کاهش یافته است (از ۲۷/۲۹ به ۸/۳۰ درصد؛ P= ۰/۰۰۲). مشابه این، Reese و همکاران (۲۰۱۷) گزارش نمودند افزایش زمان میکس کل جیره کامل در میکسر عمودی از ۳۰ ثانیه به ۱۰ دقیقه، مقدار متیونین را به مقدار محاسبه‌شده نزدیک‌تر می‌کند (P= ۰/۰۲). این داده‌ها توصیه‌های سازنده در مورد زمان میکس را تأیید کرده و با نتایج آزمایش ۱ مطابقت دارند. مقایسه HI در برابر HA وTI در برابر TA نشان داد با تغییر از شرایط میکس ناکافی به کافی، ضریب تغییرات متیونین به ترتیب ۱/۲۴ واحد درصد (از ۸/۱۱ به ۹/۳۴ درصد؛ P= ۰/۶۲۳ و ۲/۷۶ واحد درصد (از ۸/۴۰ به ۱۱/۱۶ درصد؛ P= ۰/۳۳۴) افزایش یافته است. با این حال، این نتایج با تحقیقات گذشته و توصیه‌های سازنده برای میکسر افقی مطابقت ندارد. Clark و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند افزایش زمان میکس کل از ۳۰ ثانیه به ۵ دقیقه در میکسر افقی ریبونی دو شافت، ضریب تغییرات متیونین را ۱۴/۳۹ واحد درصد کاهش داده است (از ۲۳/۸۶ به ۹/۴۷ درصد؛ P<۰/۰۵). با توجه به این اختلاف، نویسندگان این مطالعه بر این باورند مکانیزم تخلیه از میکسر افقی به مخزن بسته‌بندی در هر دو سیستم افقی و انتقال خوراک، همراه با افزایش زمان انتقال در این سیستم‌ها، ممکن است بدون توجه به زمان میکس موجب میکس اضافی قابل توجه برای خوراک شده باشد.

علاوه بر این ممکن است باعث میکس بیش از حد خوراک کامل شده و در نتیجه ضریب تغییرات را افزایش دهد. بنابراین، ارزیابی کل سیستم میکس به جای تنها میکسر، می‌تواند تفاوت‌هایی از یکنواختی میکس را نشان دهد و در نتیجه روش مناسب‌تری برای ارزیابی خوراک دام باشد.

مقایسه داده‌های متیونین بین تیمارVA در برابر TA و TI و همچنین HA در برابر TA و TI نشان داد ترکیب تیمارهای TA و TI از نظر آماری و عملی تفاوتی با VA (P= ۰/۵۳۸) یا HA (P= ۰/۸۸۵) ندارد (جدول ۵). بنابراین، نویسندگان معتقدند که سیستم افقی ممکن است بتواند خوراک را در زمان کوتاه‌تری نسبت به سیستم عمودی و حتی کمتر از زمان توصیه‌شده توسط سازنده میکس کند. همچنین، نتیجه مشابهی درباره افزایش کارایی سیستم انتقال در بررسی داده‌های متیونین و نشانگر کلرید مشاهده شد. تولیدکنندگان می‌توانند با آماده‌سازی همزمان بَچ بعدی خوراک در حین میکس بَچ فعلی، کارایی میکس را افزایش دهند و در عین حال یکنواختی قابل قبول و مشابه سیستم افقی را حفظ کنند. هیچ اثر متقابلی بین سیستم میکس و زمان میکس بر ضریب تغییرات لیزین مشاهده نشد (P= ۰/۱۴۴؛ جدول ۴). با این حال، نوع سیستم میکس بر ضریب تغییرات لیزین تأثیر داشت: سیستم میکس عمودی بیشترین ضریب تغییرات را ایجاد کرد (۲۸/۵۶ درصد)، سیستم انتقال مواد کمترین ضریب تغییرات را داشت (۱۹/۵۹ درصد) و سیستم میکس افقی مقدار میانی را نشان داد (۲۲/۸۴ درصد؛ P= ۰/۰۲۶).

اگرچه این تفاوت‌ها مشاهده شد، اما هیچ تیماری ضریب تغییرات زیر ۱۰ درصد که قابل قبول صنعتی باشد ایجاد نکرد. این امر ممکن است با شکل فیزیکی لیزین مورد استفاده مرتبط باشد که باعث کاهش و پراکندگی کمتر این ترکیب و اختلال در دقت نشانگر لیزین شده است. در این مطالعه لیزین گرانوله بود (جدول ۱)، که ممکن است باعث کاهش یکنواختی و افزایش ضریب تغییرات شده باشد.

مطالعه‌ای توسط Reese و همکاران (۲۰۱۷) این فرضیه را حمایت می‌کند؛ آنها گزارش کردند غلظت لیزین در نمونه‌های محاسبه شده به طور متوسط ۰/۰۳۳ درصد کمتر از مقدار فرموله شده بوده، در حالی که متیونین تنها ۰/۰۱۳ درصد کمتر از مقدار فرموله شده بود. این داده‌ها نشان می‌دهند متیونین ممکن است نشانگر مناسبی برای ضریب تغییرات در جیره کامل باشد، در حالی که لیزین ممکن است تحت تأثیر میزان افزودن به خوراک و شکل فیزیکی ماده اولیه باشد. همچنین این داده‌ها نشان می‌دهند سیستم میکس می‌تواند میکس اضافی ایجاد کند که در آزمایش میکسر به‌تنهایی لحاظ نمی‌شود. با این حال، باید توجه داشت هیچ سیستم میکس کاملاً مشابه هم نیستد، بنابراین آزمایش گسترده و دقیق برای تعیین روش‌های استاندارد مناسب برای میکس توصیه می‌شود.

جدول ۴-ضریب تغییرات میکسر بر اساس نوع سیستم میکس و زمان میکس در جیره کامل (آزمایش ۲)

نوع میکسر و شرایط میکس	ضریب تغییرات Met- (٪)[1]	ضریب تغییرات Cl- (٪)[2]
میکسر عمودی/ میکس کافی	۸/۳۰[b]	۲۵/۱۴[ab]
میکسر عمودی/ میکس ناکافی	۲۷/۲۹[a]	۳۱/۹۷[a]
میکسر افقی/ میکس کافی	۹/۳۴[b]	۲۵/۴۷[ab]
میکسر افقی/ میکس ناکافی	۸/۱۱[b]	۲۰/۲۲[ab]
سیستم انتقال مواد/ میکس کافی	۱۱/۱۶[ab]	۱۹/۲۴[b]
سیستم انتقال مواد/ میکس ناکافی	۸/۴۰[b]	۱۹/۹۵[ab]
۳HSD Value	*۰/۴۰۵	۱۲/۰۸۶
۴تیمار SEM	*۰/۰۸۵	۲/۵۴۴
تیمار P-Value	۰/۰۰۷	۰/۰۲۹
سیستم میکس		
عمودی	۱۵/۰۵[a]	۲۸/۵۶[a]
افقی	۸/۷۰[b]	۲۲/۸۴[ab]
سیستم انتقال مواد	۹/۶۸۳[ab]	۱۹/۵۹[b]
HSD Value	*۰/۲۳۵	۷/۶۱۲
نوع میکسر SEM	*۰/۰۸۶	۱/۹۶۳
نوع میکسر P-Value	۰/۰۴۵	۰/۰۲۶
زمان میکس		
کافی	۹/۵۳	۲۳/۲۸
ناکافی	۱۲/۲۹	۲۴/۰۵
HSD Value	*۰/۱۵۶	۵/۰۵۲
زمان SEM	*۰/۰۷۰	۱/۶۰۳
زمان P-Value	۰/۱۴۵	۰/۷۴۴
Interaction SEM	*۰/۰۸۶	۲/۷۷۷
Interaction P-Value	۰/۰۰۷	۰/۱۴۴

[a–b] میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف بالانویس متفاوت هستند، از نظر آماری تفاوت معنی‌دار دارند (P<۰/۰۵).

• مقادیر HSD و SEM از داده‌های تبدیل‌شده محاسبه شده‌اند.

۱- ضریب تغییرات DL-متیونین کریستالین (Crystalline DL-Methionine Coefficient of Variation)

۲- ضریب تغییرات L-لیزین هیدروکلراید کریستالین (Crystalline L-Lysine-HCl Coefficient of Variation)

۳- مقدار تفاوت معنی‌دار واقعی (Honestly Significant Difference)

۴- خطای استاندارد میانگین (Standard Error of the Mean)

جدول ۵. مقایسه‌های خاص مورد توجه و آمار مربوط به نشانگرهای متیونین و لیزین در جیره کامل (آزمایش شماره ۲)[۱]

نوع میکسر و شرایط میکس	ضریب تغییرات -Met (٪)[۲]	ضریب تغییرات -Cl (٪)[۲]
میکسر عمودی/ زمان میکس کافی در مقابل زمان میکس ناکافی		
میکس کافی	۸b/۳۰	۲۵/۱۴
میکس ناکافی	۲۷a/۲۹	۳۱/۹۷
SEM [۴]	*۰/۱۲۲	۳/۹۲۷
P-Value	۰/۰۰۲	۰/۱۱۳
میکسر افقی/ زمان میکس کافی در مقابل زمان میکس ناکافی		
میکس کافی	۹/۳۴	۲۵/۰۵
میکس ناکافی	۸/۱۱	۲۰/۲۲
SEM	*۰/۱۲۲	۳/۹۲۷
P-Value	۰/۶۲۳	۰/۲۱۱
سیستم انتقال خوراک/ زمان میکس کافی در مقابل زمان میکس ناکافی		
میکس کافی	۱۱/۱۶	۱۹/۲۴
میکس ناکافی	۸/۴۰	۱۹/۹۵
SEM	*۰/۱۲۲	۳/۹۲۷
P-Value	۰/۳۳۴	۰/۸۶۱
میکسر عمودی با میکس کافی در برابر سیستم انتقال با میکس کافی و سیستم انتقال با میکس ناکافی		
میکسر عمودی با میکس کافی	۸/۳۰	۲۵/۱۴
ترکیب شرایط	۹/۶۸	۱۹/۵۹
SEM	*۰/۱۰۵	۳/۴۰۱
P-Value	۰/۵۲۸	۰/۱۳۴
میکسر افقی با میکس کافی در برابر سیستم انتقال با میکس کافی و سیستم انتقال با میکس ناکافی		
میکسر افقی با میکس کافی	۹/۳۴	۲۵/۴۷
ترکیب شرایط [۵]	۹/۶۸	۱۹/۵۹
SEM	*۰/۰۵	۳/۴۰۱
P-Value	۰/۸۸۵	۰/۱۱۵

a–b مقادیری که در یک ستون حروف بالانویس مشترک ندارند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر دارند (P<۰/۰۵).
*مقادیر HSD و SEM از داده‌های تبدیل‌شده محاسبه شده‌اند.
۱- مقایسه‌ها بر اساس کاربردهای عملی و پرسش‌های احتمالی بعدی انتخاب شده‌اند.
۲- ضریب تغییرات DL-متیونین
۳- ضریب تغییرات L-لیزین- HCl
۴- خطای استاندارد میانگین (SEM)
۵- عددی که در جدول آمده، میانگین مقادیر متوسط هر تیمار (سیستم انتقال با میکس کافی و سیستم انتقال با میکس ناکافی) است، نه فقط یک تیمار به تنهایی.

نتیجه‌گیری و کاربردها

یون کلراید و متیونین به عنوان نشانگرهای مناسب برای ارزیابی یکنواختی میکس در مخلوط ذرت، نمک و جیره‌های کامل شناخته شدند.

سیستم‌های میکس افقی و انتقال مواد، یکنواختی میکس قابل قبولی (CV < ۱۰ درصد) نشان دادند، حتی با زمان‌هایِ میکس کمتر از مقدار توصیه‌شده توسط سازنده؛ احتمالاً به دلیل میکس مداوم در حین انتقال و تخلیه بوده است.

ارزیابی کل سیستم میکس به جای تنها میکسر، می‌تواند برآورد واقعی‌تر و نمایانگرتری از یکنواختی میکس خوراک مصرفی حیوان ارائه دهد.

Reference: A horizontal mixer and a batch-to-horizontal mixer system increased the mix uniformity of free methionine in complete diets relative to a vertical mixer, L.E. Knarr, K.M. Bowen, E.B. Estanich, J.S. Moritz, Journal of Applied Poultry Research, 2025.

MAKIAN MOKAMEL KIMIYA

ماکیان مکمل کیمیا

Email:info@makianmokamel.com
WWW.Makianmokamel.com

ماکیان فسفات
MAKIAN PHOSPHATE CO.

شرکت تولیدی صنعتی

ماکیان فسفات

استان خراسان رضوی ، شهرک صنعتی مشهد(جاده کلات)
تلفن : ۳۲۴۵۴۲۲۶ – ۰۵۱ (۰۹۱۵۵۱۲۳۷۲۸)
www.makianphosphate.com
info@makianphosphate.com

افـزودن آب بـه میکسـر پیـش از فرآینـد تولیـد پلـت در برخـی مـوارد بـرای دسـتیابی بـه میـزان رطوبـت مـورد نظـر در پایـان فرآینـد کاندیشـنینگ ضـروری اسـت. بـا ایـن حـال، دادههـای محـدودی درخصـوص اثـر افـزودن آب در میکسـر بـر پایـداری آنزیـم فیتـاز طـی فرآینـد تولیـد پلـت وجـود دارد. همچنیـن، تفـاوت در روشهـای آنالیـز فیتـاز ممکـن اسـت منجـر بـه نتایـج نادرسـت یـا سـوگیرانه در مطالعـات مربـوط بـه پایـداری صنعتـی فیتـاز گـردد. بـر ایـن اسـاس، هـدف از ایـن پژوهـش بررسـی اثـر افـزودن آب در میکسـر، زمـان مانـدگاری[1] و روش آنالیـز فیتـاز بـر پایـداری فیتـاز و کیفیـت پلـت بـود. تحقیقـات پیشـین نشـان دادهانـد افزایـش رطوبـت خـوراک تـا حـدود ۱۵ درصـد میتوانـد دوام پلـت را بهبـود داده و مصـرف انـرژی را کاهـش دهـد. ایـن افزایـش معمـولاً بـا افـزودن آب بـه میکسـر یـا کاندیشـنر عـلاوه بـر بخـار، صـورت میگیـرد. بـا ایـن حـال، ترکیـب افزایـش دمـا و رطوبـت میتوانـد باعـث غیرفعـال شـدن آنزیمهـا از جملـه فیتـاز شـود؛ آنزیمـی کـه بـرای افزایـش قابلیـت جـذب فسـفر و کاهـش هزینـه خـوراک اهمیـت زیـادی دارد. بنابرایـن حفـظ پایـداری فیتـاز در طـول فرآینـد تولیـد پلـت ضـروری اسـت تـا ارزش تغذیـهای خـوراک حفـظ شـود.

از آنجـا کـه دادههـای محـدودی دربـاره تأثیـر افـزودن آب در میکسـر بـر پایـداری فیتـاز وجـود داشـت، ایـن پژوهـش بـا هـدف بررسـی ایـن اثـر همـراه بـا بررسـی زمـان مانـدگاری خـوراک پیـش از تولیـد پلـت (۰ و ۲ سـاعت)، مقایسـه دو روش سـنجش فیتـاز ELISA[2] و EN ISO[3] و میـزان آب اضافـه شـده (۰ و ۱ درصـد) طراحـی گردیـد. در تیمـار بـدون آب، ۹۵ کیلوگـرم خـوراک پایـه و ۱۳/۵ گـرم فیتـاز بـه مـدت ۵ دقیقـه میکـس شـدند. در تیمـار بـا ۱ درصـد آب، ۹۴/۵ کیلوگـرم خـوراک پایـه و ۱۳/۵ گـرم فیتـاز ابتـدا دو دقیقـه میکـس و سـپس ۱ کیلوگـرم آب بـا اسـتفاده از اسـپری دسـتی و نـازل افـزوده شـد و بـه مـدت سـه دقیقـه دیگـر میکـس شـد تـا آب بهطـور یکنواخـت پخـش گـردد. پـس از آن خـوراک یـا بلافاصلـه پلـت شـدند یـا بهمـدت دو سـاعت در ظـرف بسـته نگهـداری شـدند. فرآینـد کاندیشـنینگ در دمـای ۸۵ درجـه سـانتیگراد و بـه مـدت ۳۰ ثانیـه انجـام گرفـت و سـپس نمونههـا پلـت و خنـک شـدند.

نتایـج نشـان داد کـه هیچگونـه اثـر متقابـل بیـن افـزودن آب، زمـان مانـدگاری و روش سـنجش بـر پایـداری فیتـاز وجـود نداشـت. افـزودن آب یـا افزایـش زمـان نگهـداری تأثیـری بـر فعالیـت و پایـداری فیتـاز در هیچیـک از مراحـل تولیـد (خـوراک مـش، کاندیشـن شـده و پلـت نهایـی) نداشـت. در پلتهـا روش ELISA فعالیـت فیتـاز بیشـتری نسـبت بـه روش EN ISO نشـان داد، در حالـی کـه در مراحـل دیگـر تفاوتـی میان دو روش مشـاهده نشـد. افـزودن یـک درصـد آب موجـب افزایـش رطوبـت خـوراک از ۱۲/۲ بـه ۱۲/۸ درصـد شـد، امـا ایـن میـزان رطوبـت اضافـی تاثیـری بـر PDI نداشـت.

جدول ۱-تأثیر نوع نمونه، میزان آب اضافه شده و زمان ماندگاری بر محتوای رطوبت

نوع نمونه	میزان آب افزوده شده (درصد)	زمان ماندگاری (ساعت)	رطوبت (درصد)
اثر متقابل			
خوراک کاندیشن شده	۰	۰	۱۶/۹۵
خوراک کاندیشن شده	۰	۲	۱۷/۱۶
خوراک کاندیشن شده	۱	۰	۱۷/۷۲
خوراک کاندیشن شده	۱	۲	۱۷/۱۹
پلت سرد شده	۰	۰	۱۳/۴۵
پلت سرد شده	۰	۲	۱۳/۳۳
پلت سرد شده	۱	۰	۱۴/۲۷
پلت سرد شده	۱	۲	۱۴/۱۸
خوراک مَش	۰	۰	۱۳/۱۵
خوراک مَش	۰	۲	۱۳/۲۸
خوراک مَش	۱	۰	۱۳/۸۹
خوراک مَش	۱	۲	۱۳/۷۱
SEM	-	-	۰/۳۱
اثر اصلی			
خوراک کاندیشن شده	-	-	۱۷/۲۶[a]
خوراک سرد شده	-	-	۱۳/۸۱[b]
خوراک مَش	-	-	۱۳/۵۱[c]
SEM	-	-	۰/۱۵
	۰	-	۱۴/۲۲[x]
	۱	-	۱۴/۸۳[y]
	SEM	-	۰/۱۲
	-	۰	۱۴/۵۷
	-	۲	۱۴/۴۸
	-	SEM	۰/۱۲
Source of variation	-	-	P-value
نوع نمونه * میزان آب * زمان نگهداری	-	-	۰/۶۰۲
میزان آب * زمان نگهداری	-	-	۰/۳
نوع نمونه * زمان نگهداری	-	-	۰/۹۵۱
نوع نمونه * میزان آب	-	-	۰/۵۰۹
زمان نگهداری	-	-	۰/۵۶۷
میزان آب	-	-	۰/۰۰۱
نوع نمونه	-	-	۰/۰۰۱

a-c میانگینها در اثر اصلی نوع نمونه که با حروف متفاوت مشخص شدهاند، از نظر آماری تفاوت معنیدار دارند (P ≤ ۰/۰۵).
x-y میانگینها در اثر اصلی سطح آب اضافه شده که با حروف متفاوت مشخص شدهاند، از نظر آماری تفاوت معنیدار دارند (P ≤ ۰/۰۵).

۱- زمان ماندگاری به مدت زمانی گفته میشود که خوراک پس از میکس شدن و قبل از ورود به دستگاه پرس پلت در ظرف یا مخزن بسته نگهداری میشود. هدف از بررسی زمان ماندگاری این بود که مشخص شود آیا نگهداری خوراک پیش از تولید پلت میتواند بر پایداری آنزیم فیتاز یا میزان رطوبت و کیفیت پلت نهایی اثر بگذارد یا خیر.
۲- ELISA: مشخص کردن وجود فیتاز (حتی غیرفعال) بر پایه آنتیبادی و رنگ.
۳- EN ISO: اندازهگیری فعالیت واقعی آنزیم، بر اساس آزاد شدن فسفات از فیتات.

جدول ۲- اثر سطح آب اضافه شده، زمان ماندگاری و روش سنجش فیتاز بر فعالیت فیتاز در نمونه‌های خوراک مش

میزان آب افزوده شده (درصد)	زمان ماندگاری (ساعت)	روش سنجش	فعالیت فیتاز FTU/lb	پایداری فیتاز (درصد)
اثر متقابل				
۰	۰	ELISA	۳۵۶	۸۱/۱
۰	۰	EN ISO	۳۱۸	۶۹/۳
۰	۲	ELISA	۴۰۹	۹۳/۳
۰	۲	EN ISO	۳۳۶	۷۳/۲
۱	۰	ELISA	۴۰۳	۹۱/۹
۱	۰	EN ISO	۳۷۱	۸۰/۹
۱	۲	ELISA	۴۰۲	۹۱/۶
۱	۲	EN ISO	۳۸۵	۸۴
SEM	-	-	۴۷/۱	۱۰/۴۷
اثر اصلی				
۰	-	-	۳۵۴	۷۹/۲
۱	-	-	۳۹۰	۸۷/۱
SEM	-	-	۲۱/۵	۴/۷۸
	۰	-	۳۶۲	۸۰/۸
	۲	-	۳۸۳	۸۵/۵
	SEM	-	۲۲/۵	۵/۰۱
	-	-	-	-
	-	ELISA	۳۹۲	۸۹/۵
	-	EN ISO	۳۵۲	۷۶/۸
	-	SEM	۲۱/۵	۴/۷۸
Source of variation	-	-	-	P-value
میزان آب * زمان نگهداری* روش سنجش	-	-	۰/۶۸۴	۰/۶۷۵
میزان آب * زمان نگهداری	-	-	۰/۶۴۳	۰/۶۳۵
میزان آب * روش سنجش	-	-	۰/۶۱۴	۰/۶۳۰
روش * زمان نگهداری	-	-	۰/۸۷۲	۰/۸۵۹
میزان آب	-	-	۰/۲۶۳	۰/۲۶۵
زمان نگهداری	-	-	۰/۵۰۳	۰/۴۹۹
روش سنجش	-	-	۰/۲۱۵	۰/۰۸۶

جدول ۳-اثر سطح آب اضافه دشه، زمان ماندگاری و روش سنجش فیتاز بر فعالیت و پایداری فیتاز در نمونه‌های خوراک کاندیشن‌شده

میزان آب اضافه شده (درصد)	زمان ماندگاری (ساعت)	روش سنجش	فعالیت فیتاز FTU/lb
اثر متقابل			
۰	۰	ELISA	۴۸۱
۰	۰	EN ISO	۴۹۲
۰	۲	ELISA	۳۷۴
۰	۲	EN ISO	۴۰۱
۱	۰	ELISA	۴۰۷
۱	۰	EN ISO	۴۹۹
۱	۲	ELISA	۴۷۰
۱	۲	EN ISO	۴۵۶
SEM	-	-	۵۸/۳
اثر اصلی			
۰	-	-	۴۳۷
۱	-	-	۴۵۸
SEM	-	-	۲۵/۲
	-	-	-
	۰	-	۴۷۰
	۲	-	۴۲۵
	SEM	-	۲۵/۲
	-	-	-
	-	ELISA	۴۳۳
	-	EN ISO	۴۶۲
	-	SEM	۲۵/۲
Source of variation	-	-	P-value
میزان آب * زمان نگهداری * روش سنجش	-	-	۰/۴۰۵
میزان آب * زمان نگهداری	-	-	۰/۱۴۷
میزان آب * روش سنجش	-	-	۰/۷۷۹
روش * زمان نکهداری	-	-	۰/۵۴۶
میزان آب	-	-	۰/۵۶۰
زمان نگهداری	-	-	۰/۲۲۳
روش سنجش	-	-	۰/۴۳۱

تیمارها با بخار در دمای ۸۵°C به مدت تقریبی ۳۰ ثانیه کاندیشن شده و سپس پلت شدند. دستگاه پلت دارای دای به قطر ۴ میلی‌متر و ضخامت ۲۲ میلیمتر بود. برای هر تیمار، ۳ تکرار انجام شد.

شاخص دوام پلت (PDI) تحت تأثیر افزودن آب یا زمان ماندگاری قرار نگرفت. همچنین، نگهداری خوراک تا دو ساعت قبل از تولید پلت باعث کاهش پایداری فیتاز نشد. به طور کلی، فیتاز تولید شده توسط قارچ Trichoderma Reesei در صورتی که رطوبت خوراک از ۱۳ درصد بیشتر نشود، پایداری خود را حفظ می‌کند. هر دو روش ELISA و EN ISO برای سنجش پایداری فیتاز در آزمایشگاه قابل اعتماد هستند و افزایش ۰/۶ درصدی رطوبت خوراک مش تأثیری بر بهبود کیفیت پلت ندارد.

جـدول ۴- اثـر میـزان آب اضافه‌شـده، زمـان مانـدگاری و روش سـنجش فیتـاز بـر فعالیـت فیتـاز و پایـداری فیتـاز در نمونه‌هـای پلـت سـرد شـده

میزان آب افزوده شده (درصد)	زمان ماندگاری (ساعت)	روش	فعالیت فیتاز FTU/lb	پایداری فیتاز (درصد)
اثر متقابل				
۰	۰	ELISA	۳۰۷	۷۰
۰	۰	EN ISO	۲۸۵	۶۲/۱
۰	۲	ELISA	۳۰۳	۶۹
۰	۲	EN ISO	۲۳۱	۵۰/۴
۱	۰	ELISA	۲۶۵	۶۰/۴
۱	۰	EN ISO	۲۴۳	۵۲/۹
۱	۲	ELISA	۳۱۲	۷۱/۱
۱	۲	EN ISO	۲۶۸	۵۸/۴
SEM	-	-	۲۵/۲	۵/۶۶
اثر اصلی				
۰	-	-	۲۸۱	۶۲/۸
۱	-	-	۲۷۲	۶۲/۲
SEM	-	-	۱۲/۶	۲/۶۹
	۰	-	۲۷۵	۶۱/۳
	۲	-	۲۷۸	۶۲/۲
	SEM	-	۱۲	۲/۶۹
	-	-	-	-
	-	ELISA	۲۹۶a	۶۷a/۶
	-	EN ISO	۲۵۷ᵇ	۵۶ᵇ
	-	SEM	۱۱/۷	۲/۶۴
Source of variation	-	-	-	P-value
میزان آب * زمان نگهداری * روش سنجش	-	-	۰/۶۷۷	۰/۷۱۱
میزان آب * زمان نگهداری	-	-	۰/۰۵۹	۰/۰۶۲
میزان آب * روش سنجش	-	-	۰/۶۸۰	۰/۶۷۳
روش * زمان نگهداری	-	-	۰/۲۹۲	۰/۲۹۲
میزان آب	-	-	۰/۵۷۳	۰/۵۷۰
زمان نگهداری	-	-	۰/۸۲۵	۰/۸۱۷
روش سنجش	-	-	۰/۰۲۳	۰/۰۰۴

حـروف متفـاوت (a-b) در یـک سـتون نشـان‌دهنده تفـاوت معنـی‌دار بیـن میانگین‌هـا هسـتند (P ≥ ۰/۰۵).

جـدول۵- تأثیـر سـطح آب اضافه‌شـده و زمـان مانـدگاری بـر شـاخص دوام پلـت (PDI) کـه بـا اسـتفاده از روش هولمـن (Holmen) و بـا زمـان آزمـون ۱۲۰ ثانیـه اندازه‌گیـری شـد.

میزان آب اضافه شده (درصد)	زمان ماندگاری (ساعت)	PDI (درصد)
اثر متقابل		
۰	۰	۷۸/۴
۰	۲	۷۶/۷
۱	۰	۸۰/۵
۱	۲	۷۹/۵
SEM	-	۲/۲۰
اثر اصلی		
۰	-	۷۷/۵
۱	-	۸۰
SEM	-	۱/۴۹
	۰	۷۹/۴
	۲	۷۸/۱
	SEM	۱/۲۲
Source of variation	-	P-value
میزان آب * زمان نگهداری	-	۰/۸۳۰
زمان نگهداری	-	۰/۴۳۰
میزان آب	-	۰/۱۶۳

پیشگام سپند البرز

تولید کننده مواد اولیه خوراک دام و طیور

Pishgam Sepand Alborz

مانا فت

ماندگار و باکیفیت

پودر چربی کلسیمی

RUMEN PROTECTED FAT

پودر چربی خالص

RUMEN INERT FAT

پودر چربی کلسیمی ویژه طیور

FAT POWDER FOR POULTRY

انواع افزودنی‌های پوشش‌دار

- **فیدونیون؛** نمک آنیونیک خوش خوراک
- **فیدونیت؛** اوره آهسته رهش
  - گرانول پوشش‌دار با روغن پالم و پلیمر **ویژه دامداران**
  - پودری و پلت با فناوری میکروانکپسوله **ویژه کارخانجات**

نشانی کارخانه: البرز، شهرک صنعتی نظرآباد، میدان فرهنگ، نبش خیابان کاج، قطعه G125

نشانی دفتر: کرج، 45 متری کاج، نبش خیابان ندا، پلاک 80، واحد 8

تلفن : 9-34003337 (026) | 0991-2160921

SCAN ME

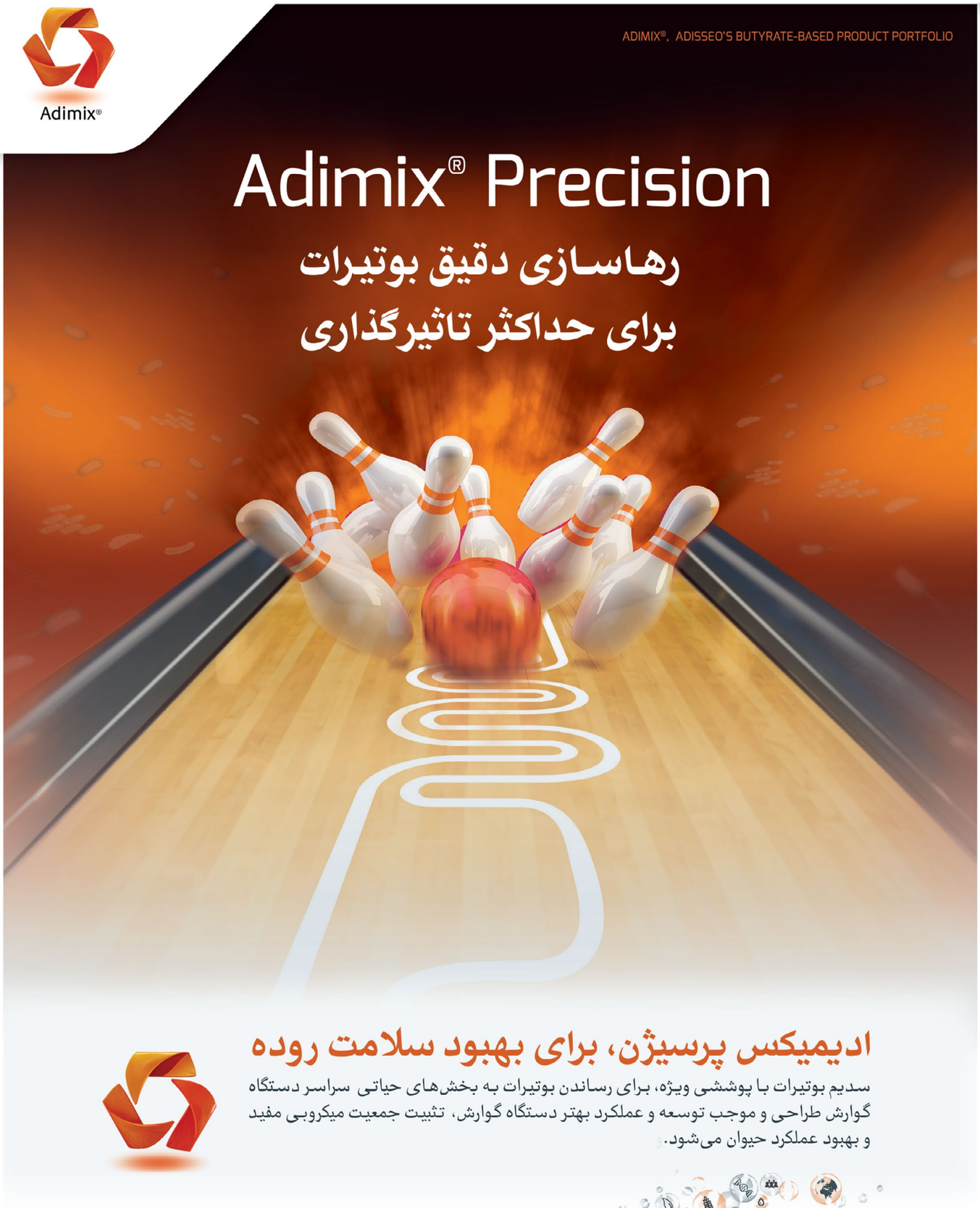
WWW.MANAFAT.IR

Adimix®

ADIMIX®, ADISSEO'S BUTYRATE-BASED PRODUCT PORTFOLIO

Adimix® Precision

رهاسازی دقیق بوتیرات
برای حداکثر تاثیرگذاری



ادیمیکس پرسیژن، برای بهبود سلامت روده

سدیم بوتیرات با پوششی ویژه، برای رساندن بوتیرات به بخش‌های حیاتی سراسر دستگاه گوارش طراحی و موجب توسعه و عملکرد بهتر دستگاه گوارش، تثبیت جمعیت میکروبی مفید و بهبود عملکرد حیوان می‌شود.

ADISSEO
A Bluestar Company

www.adisseo.com

Rovabio®

روابیو ادونس فای، نسل دوم فیداز

Rovabio® Advance PHY

چرا که هنوز ارزش های زیادی در خوراک است که از آن استفاده نمی‌کنیم

ادیسئو اینک نسل دوم فیداز، **روابیو ادونس فای**، را به بازار عرضه می‌کند.
راهکار آنزیمی نوآورانه برای افزایش بیشتر قابلیت هضم خوراک

ADISSEO
A Bluestar Company

آرونا

www.adisseo.com | feedsolutions.adisseo.com

Aqualyso® STD

تقویت کننده هضم!

افزایش دهنده طبیعی هضم
و جذب بر پایه لیزوفسفولیپیدها

برنامه‌های تخصصی آبزی‌پروری

مراقبت از مزرعه	کیفیت خوراک	تغذیه تخصصی	خوشخوراکی	هضم	سلامتی

مزایای Aqualyso® STD

- ✓ افزایش جذب و بهره وری مواد غذایی
- ✓ کمک به هضم و متابولیسم برای جبران شرایط نه چندان مطلوب پرورش
- ✓ جایگزین مقرون به صرفه برای چربی و لسیتین

ADISSEO
A Bluestar Company

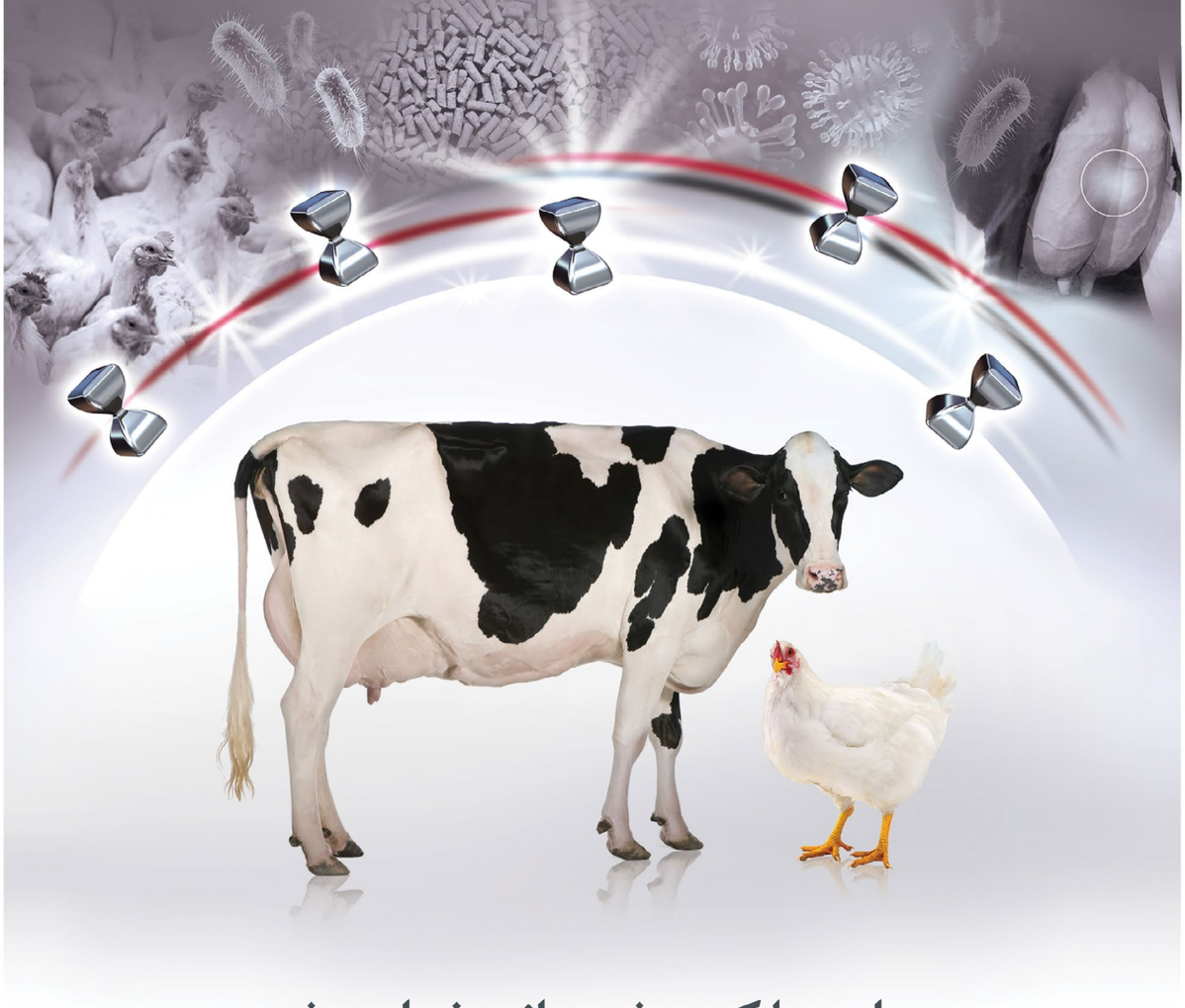
آرونا

www.adisseo.com

Selisseo®

Selisseo، آنتی آکسیدان نوآورانه بر پایه سلنیوم آلی

حتی در شرایط چالش برانگیز...



...از عملکرد پشتیبانی خواهد شد

Selisseo، کمک به نشخوارکنندگان و پرندگان در مقابل تنش اکسیداتیو

تنها هیدروکسی ـ سلنومتیونین موجود در بازار، تامین کننده تمامی مزایای سلنیوم آلی برای افزایش مقاومت در برابر استرس، رشد بهینه، بهبود کارایی تولید مثل و کیفیت بالاتر گوشت، شیر و تخم‌مرغ.

ADISSEO
A Bluestar Company

آرونا

www.adisseo.com | feedsolutions.adisseo.com

تأثیر مواد اولیه جایگزین بر فرآیند تولید پلت

به‌نظر می‌رسد تمامی مواد اولیه جایگزین[1] یک ویژگی مشترک دارند: "تأثیر منفی بر فرآیند پلت‌سازی". این مواد معمولاً باعث کاهش کیفیت پلت و ظرفیت دستگاه پرس پلت می‌شوند و مصرف انرژی، استهلاک تجهیزات و هزینه‌های عملیاتی را افزایش می‌دهند. با توجه به اینکه مواد اولیه بخش عمده‌ای از هزینه‌های تولید خوراک را تشکیل می‌دهند (حدود ۸۵ درصد)، استفاده از مواد اولیه جایگزین با قیمت پایین‌تر می‌تواند افزایش هزینه‌های تولید را جبران کند. در چنین شرایطی اپراتور دستگاه پرس پلت با چالش جدی مواجه می‌شود و نیازمند یافتن راهکارهایی مؤثر برای حفظ کیفیت و میزان تولید روزانه خوراک است.

هر تولیدکننده خوراک به‌خوبی می‌داند که چه ترکیبی برای دستگاه پرس پلت مناسب است: فرمولاسیونی متشکل از ترکیب متعادلی از ذرت، گندم و سویا با میزان روغن نه‌چندان بالا. این ترکیب برای تولید پلت‌هایی با کیفیت بالا و ظرفیت تولید مطلوب، به‌ویژه در صورت استفاده از دای مناسب و بخار خشک، ایده‌آل است. با این حال، با رشد جمعیت جهانی، منابع پروتئینی روزبه‌روز کمیاب‌تر شده‌اند و این مسئله موجب افزایش هزینه‌های تولید خوراک شده است. علاوه بر این، دیدگاهی در حال گسترش است که معتقد است موادی که قابلیت مصرف انسانی دارند نباید مصرف خوراک حیوانات شوند.

برای حرکت به‌سوی صنعتی پایدارتر در تولید خوراک لازم است منابع جدید مواد اولیه مورد بررسی قرار گیرند. حرکت به‌سوی یک صنعت خوراک بر پایه چرخه‌ی پایدار گام اول است. سال‌هاست که از پسماندهای صنایع دیگر در تولید خوراک استفاده می‌شود، اما اکنون بیش از هر زمان دیگری نیاز به خلاقیت برای یافتن منابع پروتئینی جایگزین داریم.

به‌طور سنتی، تولیدکنندگان خوراک تنها بر کاهش هزینه‌های فرآیند تولید پلت متمرکز بوده‌اند. اما این رویکرد محدود فقط باعث می‌شود در هزینه‌های جزئی صرفه‌جویی کنند ولی در نهایت متحمل زیان‌های بزرگ‌تر شوند.

به‌نظر می‌رسد تمامی مواد اولیه جایگزین یک ویژگی مشترک دارند: "تأثیر منفی بر فرآیند پلت‌سازی". این مواد معمولاً باعث کاهش کیفیت پلت و ظرفیت دستگاه پرس پلت می‌شوند و مصرف انرژی، استهلاک تجهیزات و هزینه‌های عملیاتی را افزایش می‌دهند.

۱- Exotic Raw Materials

صرفه‌جویی واقعی در بهره‌گیری از مواد اولیه جایگزین و ارزان نهفته است که این امر امکان سرمایه‌گذاری مجدد در بهبود فرآیند تولید پلت را فراهم می‌کند. با این حال، برای رسیدن به این هدف لازم است ابتدا ویژگی‌های مواد اولیه و فرمولاسیون‌های مختلف به دقت مورد بررسی قرار گیرد؛ چرا که متأسفانه هیچ راهکار واحدی که برای همه شرایط مناسب باشد، وجود ندارد.

جذب کمتر

بیشتر مواد اولیه جایگزین، ظرفیت جذب رطوبت پایین‌تری نسبت به مواد اولیه مرسوم دارند. این موضوع بدان معناست که زمان ماندگاری خوراک در دستگاه کاندیشنر باید افزایش یابد. برای حل این مشکل، شرکت(CPM) فناوری نوینی در زمینه کاندیشنینگ معرفی کرده است. این شرکت با ارائه طراحی انقلابی شفت و پدال، همراه با امکان تنظیم سرعت چرخش شفت، نوآوری تازه‌ای را به بازار عرضه نمود. این نوآوری امکان پر شدن دستگاه کاندیشنر تا ۷۰ درصد ظرفیت را فراهم کرده و در عین حال، ترکیب کامل ذرات خوراک با مایعات و بخار را تضمین می‌کند. بهبود فرآیند کاندیشنینگ دستیابی به دمای بالاتر را ممکن می‌سازد که در نتیجه منجر به تولید پلت‌هایی با کیفیت بالاتر و کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های عملیاتی می‌شود. این نوع کاندیشنر همچنین قابلیت بالایی در میکس با ملاس و سایر افزودنی‌های مایع دارد.

اصل طراحی این فناوری بر پایه حرکت رفت و برگشتی مواد در داخل کاندیشنر است، به‌طوری که ذرات خوراک در اثر این حرکات به یکدیگر ساییده می‌شوند. این عمل موجب افزایش جذب بخار و مایعات می‌گردد.

چگالی پایین

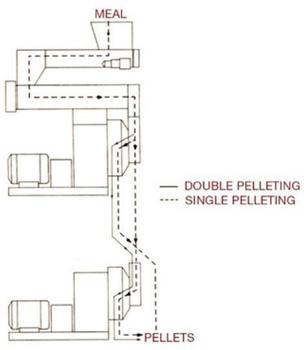
چگالی پایین‌تر برخی از مواد اولیه جایگزین، تأثیر منفی بر فرآیند تولید خوراک دارد. در این شرایط کاندیشنر نمی‌تواند مقدار زیادی از خوراک ورودی را در خود جای دهد، در حالی‌که معمولاً به دلیل ظرفیت جذب پایین این مواد زمان ماندگاری بیشتری در کاندیشنر مورد نیاز است. از آنجا که فرآیند تولید پلت یک فرآیند حجمی است، چگالی کمتر به این معناست که مقدار تولید بر حسب تن کاهش می‌یابد.

چسبندگی کمتر

یکی دیگر از ویژگی‌های مواد اولیه جایگزین، خاصیت چسبندگی ضعیف‌تر آن‌ها است. این بدان معناست که تولید پلت نیازمند اعمال نیروی مکانیکی بیشتری است. در مواد اولیه مرسوم، چسبندگی پلت با استفاده از حرارت و رطوبت بخار افزوده شده افزایش می‌یابد، اما پلت‌های ساخته شده از مواد جایگزین باید با نیروی بیشتری و از طریق استفاده از دای ضخیم‌تر در دستگاه پرس پلت شکل بگیرند. دای ضخیم مشکلاتی برای اپراتور دستگاه ایجاد می‌کند؛ این دای باعث حساسیت دستگاه نسبت به لغزش غلتک‌ها شده و سطح دای به‌راحتی آسیب می‌بینند که به ناپایداری کلی فرآیند می‌انجامد. گاهی برای حفظ کیفیت پلت ناچار به کاهش ظرفیت تولید می‌شویم، چرا که تأمین انرژی لازم برای فشردن مواد به شدت دشوار است. حتی وقتی کیفیت تحت تأثیر افزایش ظرفیت قرار نمی‌گیرد استفاده از انرژی مکانیکی بیشتر، ظرفیت تولید را کاهش می‌دهد، چرا که موتور دستگاه پرس پلت عامل محدودکننده است. تنوع در مواد اولیه به معنای تغییر در نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر فرآیند تولید پلت نیز هست. ممکن است یک روز یک فرمولاسیون «مناسب» باعث عملکرد روان دستگاه شود، در حالی که روز بعد همان فرمولاسیون باعث توقف کامل خط تولید شود. این ناپایداری در فرآیند، برنامه‌ریزی تولید را با چالش‌های جدی مواجه می‌سازد؛ چرا که برنامه تولید بر اساس تقاضا تنظیم شده، اما رفتار غیرقابل پیش‌بینی دستگاه پرس پلت در این برنامه لحاظ نشده است.

پلت کردن مجدد (Double Pelleting)

اگر انجام فرآیند پلت کردن در یک مرحله دشوار باشد راه‌حل ساده تقسیم آن به دو مرحله کوچک‌تر است که استفاده از دای نازک‌تر، افزایش انعطاف‌پذیری، به‌کارگیری مواد اولیه ارزان‌تر و کاهش هزینه‌های تولید را امکان‌پذیر می‌کند. این روش تولید پلت به‌ویژه در فرمولاسیون‌های کم‌هزینه و پر فیبر که جایگزین غلات و سویا شده‌اند، بسیار موفق عمل می‌کند. نتایج این اثر در جداول زیر نشان داده شده است. در فرمولاسیون اول برای خوراک گاو شیری، پلت تفاله چغندر با کنجاله نارگیل جایگزین شده است. این فرمولاسیون هزینه کمتری دارد، اما کیفیت پلت از ۶۰ به ۴۳ کاهش می‌یابد. با استفاده از پلت کردن مجدد، می‌توان این فرمولاسیون کم‌هزینه را با کیفیت ۶۲ تولید کرد که کمی بالاتر از فرمولاسیون اصلی است.



تصویر ۱: نمای شماتیک مسیر جریان خوراک در فرآیند پلت‌سازی و پلت کردن مجدد

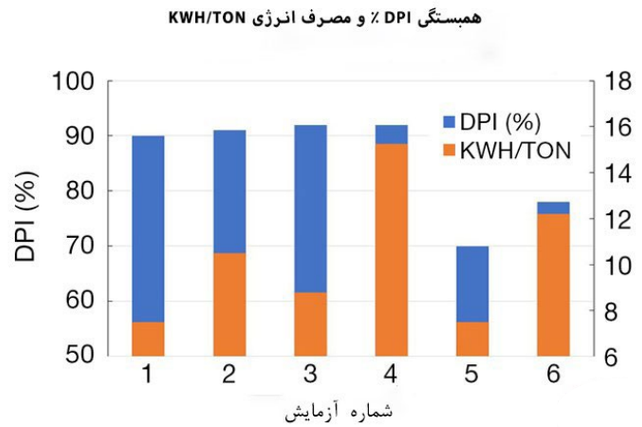
مثال دوم تأثیر یک فرمولاسیون با انرژی بالا را بر فرآیند تولید پلت نشان می‌دهد. وقتی ۳/۲ درصد از کنجاله تاپیوکا با روغن جایگزین می‌شود، کیفیت پلت از ۴۰ به ۲۷ کاهش می‌یابد. با این حال، استفاده از پلت کردن مجدد امکان می‌دهد فرمولاسیون با انرژی بالا به همان کیفیت فرمولاسیون انرژی پایین که به‌صورت تک مرحله‌ای تولید شده، دست یابد. یکی از مزایای اصلی فرآیند پلت کردن مجدد این است که ظرفیت تولید بسیار پایدارتر از فرآیند تک مرحله‌ای است. این موضوع مشکلات عملیاتی را کاهش داده و اطمینان می‌دهد مقادیر مورد نیاز خوراک روزانه قابل تولید باشد.

اکسپندر (Expander Pelleting)

برای فرمولاسیون‌هایی با درصد بالای چربی و مایعات که تأمین انرژی کافی برای تولید پلت با کیفیت مطلوب دشوار است، استفاده از اکسپندر می‌تواند یک راه‌حل مناسب باشد. این دستگاه امکان کنترل مصرف انرژی را از طریق تنظیم فشار، شدت برش (Kneading) و دمای محصول فراهم می‌کند. در فرمولاسیون‌هایی با درصد بالای چربی و مایعات که وارد کردن انرژی کافی مشکل است اکسپندر کیفیت پلت را بهبود می‌بخشد، اما مصرف انرژی آن به‌طور قابل توجهی بالاتر است. استفاده از اکسپندر برای فرمولاسیون‌های با سطوح پایین‌تر چربی و مایعات منجر به مصرف انرژی بسیار بالاتر و افزایش هزینه‌های استهلاک می‌شود، همچنین فرآیندی کمتر قابل کنترل ایجاد می‌کند. نتایج مشابهی در مقایسه فرآیند پلت‌کردن دو مرحله‌ای با پلت‌کردن با اکسپندر دیده می‌شود که این موضوع تأکید می‌کند هیچ راه واحدی وجود ندارد که برای همه شرایط مناسب باشد. یافتن فرآیند بهینه بستگی به خصوصیات مواد اولیه و کیفیت پلت مورد نظر دارد. هنگامی که فرمولاسیون‌ها از مواد اولیه مرسوم کمتری استفاده می‌کنند، به‌ویژه مواد جدیدتر، اهمیت انعطاف‌پذیری فرآیند پلت‌کردن برای تطابق با ویژگی‌های متغیر بیشتر می‌شود.

جدول ۱: کیفیت پلت خوراک گاو شیری در فرآیندهای پلت کردن و پلت کردن مجدد

فرمولاسیون خوراک گاو شیری	پلت کردن	پلت کردن مجدد
دانه کتان	۴	۳
کنجاله کلزا	-	۳
کنجاله نارگیل	-	۲۰
گلوتن ذرت	۲۵	۲۵
پوست مرکبات	۳۵	۳۵
روغن	۱	۱
پوسته کتان	۷	-
تفاله چغندر	۱۵	-
ملاس	۱۰	۱۰
افزودنی ها	۳	۳
کیفیت پلت کردن (تست هولمن)	۶۰	۴۳
کیفیت پلت کردن مجدد (تست هولمن)	-	۶۲



این شکل تولید سه فرمولاسیون مختلف را نشان می‌دهد. شماره‌های فرد مربوط به تست‌های تولید پلت (Single Pelleting) هستند و شماره‌های زوج با استفاده از سیستم تولید پلت با اکسپندر (Expander Pelleting) تولید شده‌اند.

در نظر گرفتن سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات و تنظیمات فرآیند تولید نیازمند توجه دقیق به مشکلات احتمالی ناشی از این مواد اولیه است. سایز دستگاه پرس پلتی که در حال حاضر برای تأمین ظرفیت‌های مورد نیاز کافی است در آینده قادر به انجام وظیفه نخواهد بود. تولیدکنندگان خوراک باید هم‌اکنون به فکر استفاده از ماشین‌آلات بزرگ‌تر باشند، به‌ویژه آن‌هایی که به بهینه‌سازی فرآیند کاندیشنینگ کمک می‌کنند. همچنین در انتخاب دستگاه‌های پیش پرس (Pre-Compacting) ضروری است که راه‌حلی متناسب با شرایط خاص هر کارخانه به دقت انتخاب شود. انتخاب نامناسب ممکن است منجر به خرید دستگاه‌های پرهزینه‌ای شود که تأثیر منفی بر فرآیند تولید خواهند داشت.

انعطاف‌پذیری

کلید موفقیت در فرآیند تولید پلت، ایجاد انعطاف‌پذیری در سیستم است. این موضوع با استفاده از دستگاه‌های قابل اطمینان و کم مصرف آغاز می‌شود که مجهز به ابزارهای کاربردی مانند تنظیم از راه دور فاصله رولیک‌ها و اندازه‌گیری سرعت رولیک‌ها باشند. انرژی مکانیکی در دای دستگاه پرس پلت اضافه می‌شود. با این حال، مقدار بهینه انرژی مکانیکی بسته به فرمولاسیون مواد متفاوت است، بنابراین لازم است بتوان میزان انرژی مکانیکی را تنظیم کرد. این تنظیم از طریق کنترل از راه دور فاصله رولیک‌ها انجام می‌شود. با افزایش فاصله بین دای و رولیک‌ها مصرف برق دستگاه افزایش یافته و کیفیت پلت بهبود می‌یابد. اگر کیفیت پلت اجازه دهد می‌توان فاصله رولیک‌ها را کاهش داد تا در مصرف انرژی صرفه‌جویی شود. کنترل از راه دور فاصله رولیک‌ها سطح ایمنی را بالا برده و توقف‌های ناخواسته دستگاه را کاهش می‌دهد. در هنگام راه‌اندازی دستگاه پرس پلت، فاصله غلتک‌ها باید محدود شود تا از لغزش آن‌ها جلوگیری شود، اما پس از شروع به کار می‌توان فاصله را افزایش داد. این کار تماس فلز به فلز بین دای و غلتک را کاهش داده و عمر دای را افزایش می‌دهد. هرچه طول عمر دای طولانی‌تر باشد، صرفه‌جویی انرژی بیشتر و ظرفیت تولید افزایش می‌یابد.

یافتن بیشترین فاصله قابل قبول رولیک‌ها همیشه چالش‌برانگیز است، زیرا با افزایش فاصله، لغزش رولیک‌ها افزایش یافته و ممکن است دستگاه دُچار گرفتگی شود. شرکت CPM سیستم اندازه‌گیری لغزش رولیک‌ها را معرفی کرده است که باعث می‌شود دستگاه دقیقاً در نقطه بهینه عملکرد خود کار کند. این سیستم همچنین از گرفتگی دستگاه جلوگیری کرده، توقف را کاهش داده و ظرفیت تولید مؤثر را افزایش می‌دهد. سیستم اندازه‌گیری لغزش رولیک قادر است موقعیت دقیق «صفر» رولیک‌ها را تعیین کند و با این کار از تماس فلز به فلز بین دای و غلتک جلوگیری کند. این موضوع هزینه‌های ساییدگی را کاهش داده و تولید بهینه را حتی در شرایط متغیر تضمین می‌کند. برای حفظ سودآوری در شرایط ناپایدار بازار، صنعت ما باید به دنبال منابع پروتئینی جایگزین باشد. ما نمی‌توانیم تنها به روش‌های گذشته تکیه کنیم، بلکه باید فناوری‌ها و فرایندهای تولید را برای پذیرش تغییرات، به‌روز کنیم. چشم‌اندازهای بلندمدت که بر سرمایه‌گذاری و پیاده‌سازی فناوری‌های نوآورانه تمرکز دارند، ما را به این هدف نزدیک‌تر خواهند کرد.

جدول ۲: کیفیت پلت خوراک گاو شیری در دو سطح انرژی در فرآیندهای پلت کردن و پلت کردن مجدد

فرمولاسیون خوراک گاو شیری	انرژی ۹۵۰ FU	انرژی ۱۰۵۵ FU
	پلت کردن	پلت کردن مجدد
کنجاله کتان	۵	۵
کنجاله کلزا	۶	۶
کنجاله نارگیل	۱۰	۱۰
کنجاله آفتابگردان	۱۰	۱۰
کنجاله تاپیوکا	۱۵	۱۵
تفاله چغندر	۷	۳/۸
پوسته کتان	۳۲	۳۲
روغن	۱/۳	۴/۵
ملاس	۱۰	۱۰
افزودنی ها	۲/۲	۲/۲
کیفیت پلت کردن (تست هولمن)	۴۰	۲۷
کیفیت پلت کردن مجدد (تست هولمن)	-	۴۰

Reference: The effect of alternative feed ingredients on the pelleting process, Arthur vom Hofe, Feed & Additive Magazine, 2025

نقش کلیدی کاندیشنینگ و کنترل رطوبت در فرآوری خوراک

فرآیندهای کاندیشنینگ و کنترل رطوبت[1] از مراحل کلیدی در تولید خوراک هستند که مستقیماً بر کیفیت پلت، بهره‌وری و هزینه‌های کلی تولید تأثیر می‌گذارند .در صنعت تولید خوراک کیفیت یک عامل اساسی است که نه تنها عملکرد حیوان را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه در بازده اقتصادی کارخانه‌های خوراک نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. یکی از مهم‌ترین مراحل تولید که نقش بسزایی در کیفیت نهایی پلت دارد، فرآیند کاندیشنینگ است که شامل دو مرحله مجزای کاندیشنینگ گرم و کنترل رطوبت می‌باشد. این دو مرحله به‌صورت مکمل عمل کرده و با ایجاد تعادل در میزان رطوبت، دما و حفظ مواد مغذی شرایطی را فراهم می‌کنند که تولید خوراک با کیفیت بالا و بهره‌وری مناسب به‌طور مؤثر امکان‌پذیر شود.

برای دستیابی به یک فرآیند مؤثر در کاندیشنینگ و کنترل رطوبت، مراحل مختلفی نظیر کاهش اندازه ذرات، میکس مناسب و افزودن مایعات نقش حیاتی دارند و مستقیماً بر کیفیت نهایی پلت تأثیر می‌گذارند. مدیریت دقیق رطوبت در مرحله میکسر یا کاندیشنر[2] از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چرا که این موضوع نقش کلیدی در بهینه‌سازی فرآیند کاندیشنینگ ایفا می‌کند. تنظیم صحیح رطوبت باعث تولید پلت با دوام بالا، قابلیت هضم بهتر و مقاومت بیشتر در برابر فساد و کپک‌زدگی می‌شود. کاندیشنینگ یکی از مراحل اساسی در فرآیند تولید پلت است.

در این مرحله بخار به‌صورت کنترل‌شده به خوراک مَش افزوده می‌شود تا دما و میزان رطوبت آن افزایش یابد. ورود بخار باعث نرم شدن ذرات خوراک می‌شود و این امر فشرده‌سازی خوراک به شکل پلت را آسان‌تر می‌کند. دمای بالا همچنین واکنش‌های شیمیایی ضروری مانند ژلاتینه شدن نشاسته را فعال می‌کند که باعث افزایش قابلیت هضم خوراک می‌گردد.

۱- Hot and cold conditioning
۲- Steam Conditioner

کاندیشنینگ و کنترل رطوبت دو مرحله حیاتی در فرآیند تولید خوراک دام هستند که مستقیماً بر کیفیت پلت، راندمان تغذیه‌ای و هزینه‌های کلّی تولید تأثیر می‌گذارند.

نقش بخار در کاندیشنینگ

بخار نقش محوری در کاندیشنینگ دارد. وقتی خوراک مَش با بخار تماس پیدا می‌کند، مولکول‌های آب به درون ذرات نفوذ کرده و فرآیند تجزیه نشاسته را تسهیل می‌کنند. ژلاتینه شدن نشاسته در این مرحله بسیار حائز اهمیت است، زیرا به چسبندگی بهتر ذرات خوراک در هنگام پلت کردن کمک کرده و موجب افزایش دوام پلت و قابلیت هضم آن می‌شود. افزایش رطوبت خوراک مَش توسط بخار نیز به شکل‌گیری پلت‌هایی مقاوم در برابر حمل‌ونقل و انبار کردن کمک می‌کند. عملکرد بهینه کاندیشنینگ به عواملی مانند کیفیت بخار، زمان کاندیشنینگ و دمای آن بستگی دارد. شرایط بهینه می‌تواند بر اساس نوع خوراکِ متفاوت باشد؛ به‌عنوان مثال، خوراک طیور معمولاً نیاز به کاندیشنینگ کارامدتری نسبت به خوراک خوک دارد، چرا که نیازهای تغذیه‌ای و ساختار خوراک در این دو متفاوت است. حفظ تعادل مناسب بین دما و رطوبت در این مرحله نه تنها کیفیت پلت را بهبود می‌بخشد، بلکه باعث کاهش فشار بر دستگاه پرس‌پلت شده و بهره‌وری انرژی را افزایش می‌دهد.

افزودن رطوبت در کاندیشنینگ

یکی از جنبه‌های حیاتی در کاندیشنینگ، افزودن کنترل‌شده رطوبت است. گرچه بخار به افزایش رطوبت خوراک مَش کمک می‌کند، اما افزودن اولیه مایعات در میکسر نقش کلیدی در رسیدن به سطح رطوبت مطلوب دارد.

رطوبت در این مرحله به‌عنوان روان‌کننده عمل می‌کند، اصطکاک را کاهش داده و از سایش بیش از حد تجهیزات جلوگیری می‌کند. افزودن صحیح آب یا افزودنی‌های مایع در این مرحله به چسبندگی بهتر پلت‌ها، کاهش خاکه و افزایش کیفیت کلّی پلت منجر می‌شود.

مزایای کاندیشنینگ

کاندیشنینگ مزایای متعددی برای تولید خوراک به همراه دارد:

افزایش دوام پلت: ترکیب حرارت و رطوبت باعث افزایش یکپارچگی پلت، کاهش خاکه و یکنواختی محصول نهایی می‌شود.

افزایش دسترسی به مواد مغذی: ژلاتینه شدن نشاسته، قابلیت جذب مواد مغذی توسط حیوان را افزایش می‌دهد.

کاهش مصرف انرژی: کاندیشنینگ باعث نرم شدن ذرات خوراک می‌شود و در نتیجه انرژی کمتری برای فشرده‌سازی آن‌ها به شکل پلت مورد نیاز خواهد بود. این موضوع منجر به کاهش مصرف انرژی در فرآیند تولید پلت می‌گردد.

اهمیت کنترل رطوبت

پس از کاندیشنینگ و تولید پلت، پلت‌ها همچنان دارای مقدار قابل‌توجهی گرما و رطوبت هستند. اگر این میزان کنترل نشود، می‌تواند منجر به رشد کپک، فساد و کاهش کیفیت تغذیه‌ای شود. کنترل رطوبت که عمدتاً به مدیریت رطوبت در مراحل پایانی فرآیند به‌ویژه در میکسر یا کاندیشنر مربوط می‌شود، تضمین می‌کند که پلت‌ها برای حمل، انبار و مصرف، از ثبات کیفی و تغذیه‌ای لازم برخوردار باشند. هدف کنترل رطوبت، تنظیم دقیق سطح رطوبت پیش از ورود به مرحله خنک‌کردن و کولر است. با مدیریت صحیح افزودن رطوبت در مراحل میکس و کاندیشنینگ[۳]، تولیدکنندگان خوراک می‌توانند اطمینان حاصل کنند، پلت‌ها مقدار مناسبی از رطوبت را حفظ کرده و از رطوبت بیش‌ازحد که منجر به فساد یا آلودگی میکروبی می‌شود، اجتناب گردد.

مدیریت رطوبت

رطوبت یکی از دغدغه‌های اصلی در مدیریت است. رطوبت بالا می‌تواند باعث رشد کپک و باکتری به‌ویژه در انبارداری طولانی مدت شود. کنترل مؤثر رطوبت، سطح رطوبت را به محدوده‌ای ایمن معمولاً بین ۱۲ تا ۱۴ درصد کاهش می‌دهد تا کیفیت و ارزش تغذیه‌ای پلت‌ها حفظ شود. کنترل رطوبت عمدتاً در مراحل اولیه انجام می‌شود. افزودن مایعات و استفاده از سورفکتانت‌ها در میکسر یا کاندیشنر ظرفیت نگهداری رطوبت خوراک مَش را بهبود می‌بخشد.

تکنولوژی‌های نوین مانند سورفکتانت‌های استریفیه (مانند Moisture Smart) به بهینه‌سازی حفظ رطوبت کمک می‌کنند. این مواد باعث توزیع یکنواخت رطوبت در کل خوراک می‌شوند و از تجمع موضعی رطوبت که منجر به فساد می‌شود جلوگیری می‌کنند.

نقش خنک‌کردن در فرآیند تولید خوراک

پس از مرحله کنترل رطوبت، خنک‌کردن آخرین مرحله در تثبیت پلت‌های خوراک است. این فرآیند با کاهش دمای پلت، از تشکیل میعان (تراکم بخار آب) جلوگیری کرده و انسجام ساختاری آن‌ها را حفظ می‌کند. در حالی که هدف اصلی مدیریت رطوبت تنظیم آن می‌باشد، کولر باقی‌مانده گرما را از بین می‌برد و پلت‌ها را به دمای محیط می‌رساند تا برای انبار و حمل‌ونقل آماده شوند.

۳- Steam Conditioner Stage

مزایای کنترل رطوبت و خنک‌کردن

جلوگیری از رشد کپک و فساد: کاهش رطوبت مانع رشد میکروبی شده و ماندگاری خوراک را افزایش می‌دهد.
پایداری پلت: کنترل رطوبت و خنک‌کردن باعث سخت شدن پلت‌ها شده و از شکل و دوام آن‌ها در برابر شکستگی در هنگام جابجایی محافظت می‌کند.
حفظ ارزش تغذیه‌ای: با کنترل رطوبت و جلوگیری از تبخیر یا ماندگاری بیش‌ازحد آب، مواد مغذی در خوراک حفظ می‌شوند و دسترسی آن‌ها برای حیوانات حفظ می‌گردد.

تعادل بین کاندیشنینگ و کنترل رطوبت برای بهترین نتیجه

موفقیت در تولید خوراک باکیفیت وابسته به ایجاد تعادل مناسب بین فرآیندهای کاندیشنینگ و کنترل رطوبت است. این دو مرحله باید به‌صورت هماهنگ عمل کنند تا پلت‌هایی با دوام، ایمن و از نظر تغذیه‌ای کامل تولید شوند. اگر کاندیشنینگ به‌درستی انجام نشود، پلت‌ها ممکن است شکننده، نرم و دارای چسبندگی ضعیف باشند که دلیل آن ژلاتینه‌شدن ناقص نشاسته است. از طرف دیگر مدیریت ناکارامد رطوبت منجر به باقی ماندن رطوبت اضافی می‌شود که باعث فساد و کاهش ماندگاری خوراک خواهد شد. یکی از بزرگ‌ترین چالش‌ها در ایجاد این تعادل، مدیریت رطوبت در طول کل فرآیند است. فرآیند از میکسر آغاز می‌شود؛ جایی که با افزودن مایعات و سورفکتانت‌ها قابلیت جذب بخار در کاندیشنینگ بهبود می‌یابد. استفاده از فناوری‌های نوین مدیریت رطوبت مانند سورفکتانت‌های استریفیه‌شده به کارخانه‌های خوراک کمک می‌کند تا در هر دو مرحله کاندیشنینگ و کنترل رطوبت، سطح رطوبت را بهینه‌سازی کرده و کیفیت پلت را در سطحی پایدار نگه دارند.

جمع‌بندی

کاندیشنینگ و کنترل رطوبت دو مرحلهٔ حیاتی در فرآیند تولید خوراک دام هستند که مستقیماً بر کیفیت پلت، راندمان تغذیه‌ای و هزینه‌های کلّی تولید تأثیر می‌گذارند. تسلط بر این دو فرآیند و حفظ تعادل میان آن‌ها به تولیدکنندگان کمک می‌کند تا خوراکی باکیفیت، با کمترین اتلاف و بیشترین سودآوری تولید کنند. افزودن صحیح رطوبت در مرحله میکسر یا بخاردهی، برای کاندیشنینگ مؤثر ضروری است و مدیریت دقیق رطوبت، پیش‌نیاز خنک‌کردن موفق و تثبیت پلت‌ها محسوب می‌شود. ترکیب این فرآیندها، زیربنای تولید خوراکی کارآمد، پایدار و باکیفیت است و بر اهمیت اساسی آن‌ها در صنعت تولید خوراک تأکید دارد.

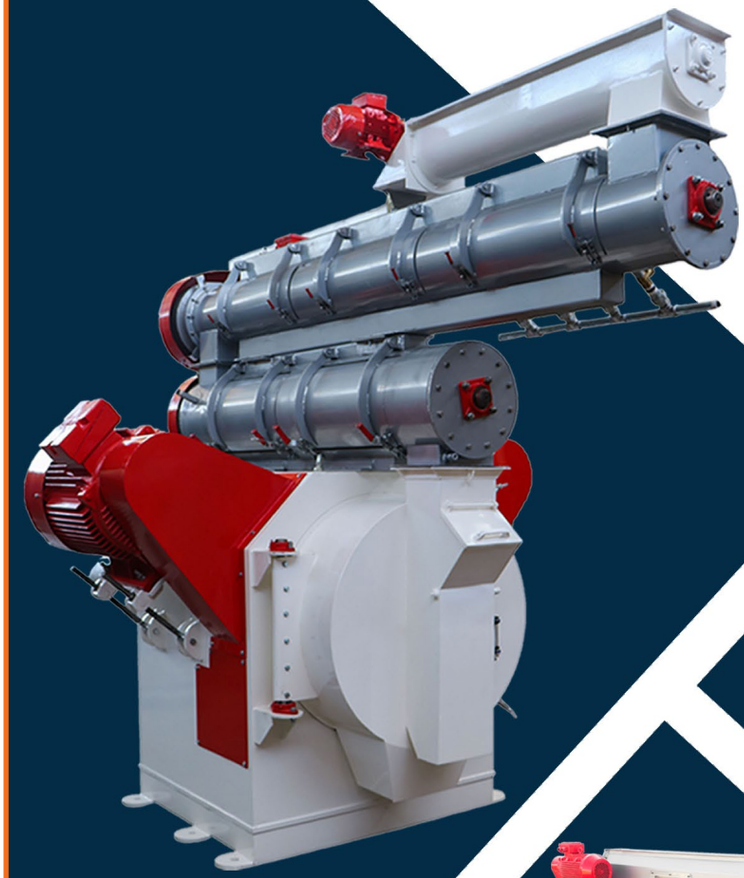
Reference: The essential role of hot and cold conditioning in feed processing, All About Feed, 2025

SHAHAB GOSTAR KHAVARAN

شرکت شهاب گستر خاوران

(تفکر | کیفیت | نوآوری)

طـراح و سـازنده خطـوط تولیـد خـوراک دام ، طیـور و آبزیـان ، ماشـین آلات مکمـل ، پـری میکـس سـازی ، کـود آلـی و ارگانیـک بـا بیش از دو دهه تلاش مسـتمر



آدرس : مشـهد - خیابـان فلسـطین فلسـطین ۱۹ - پـلاک ۸۲ - طبقـه دوم

shahab.gostar.khavaran@gmail.com

www.shahab-gostar.com

افزودن فیتاز و کربوهیدرازها به جیره‌های طیور

ترجمه: تیم فنی طیور شرکت آرونا

چکیده

مواد غذایی با منشاء گیاهی، حاوی عوامل ضد تغذیه‌ای همچون اسید فیتیک و پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) هستند که بهره‌بردن از مواد مغذی را در طیور، محدود می‌کنند. اسید فیتیک حاوی فسفر است. این فسفر به طور ناچیزی توسط طیور قابل هضم است و ظرفیت اتصال به سایر مواد مغذی و کاهش بهره‌برداری از آن‌ها را دارد، در حالیکه پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای نیز غیرقابل هضم هستند و موجب کاهش بهره‌بردن از مواد مغذی از طریق کپسوله‌کردن می‌شوند. مکمل‌های فیتاز و آنزیم‌های تجزیه کننده NSP (کربوهیدرازها) به ترتیب می‌توانند اسید فیتیک و NSP را هیدرولیز کنند و اثرات منفی این عوامل ضد تغذیه‌ای را کاهش دهند. در مواد غذایی با منشاء گیاهی اسید فیتیک در داخل سلول‌ها هستند درحالیکه NSPها در دیواره‌های سلولی قرار دارند؛ از این رو این فرضیه ارائه شده است که فیتاز و کربوهیدرازها به طور هم‌افزا می‌توانند در بهبود بهره‌برداری از مواد مغذی عمل کنند چون کربوهیدرازها می‌توانند NSP را در دیواره سلولی هیدرولیز کنند تا دسترسی فیتاز به اسید فیتیک افزایش یابد. با این حال، پاسخ به مکمل ترکیبی (همزمان) این آنزیم‌ها متغیر است و به عوامل متعددی بستگی دارد: از جمله نوع آنزیم کربوهیدراز مورد استفاده، ترکیب NSP جیره، غلظت کلسیم و فسفر غیر فیتاتی و فعالیت فیتاز درون‌زادی. در مقاله حاضر این عوامل مورد بحث قرار می‌گیرند و حوزه‌هایی که برای بهینه‌سازی استفاده از ترکیب فیتاز و کربوهیدرازها در جیره طیور نیاز به تحقیقات بیشتری دارند، پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

فسفر بعد از انرژی و اسیدهای آمینه سومین بخش گران قیمت جیره طیور است. بنابراین، برای کاهش هزینه تغذیه لازم است که استفاده از فسفر توسط طیور بهینه شود. مواد غذایی با منشاء گیاهی به دلیل ارزان‌تر بودن از مواد حیوانی، بخش زیادی از خوراک طیور را تشکیل می‌دهند. با این حال، تقریباً دو سوم فسفر موجود در بخش گیاهی خوراک، به خوبی توسط طیور هضم نمی‌شود، زیرا به اسید فیتیک که توسط طیور به خوبی هیدرولیز نمی‌شود، متصل است و طیور آنزیم فیتاز مورد نیاز برای هیدرولیز اسید فیتیک را به مقدار کافی تولید نمی‌کنند.

هم‌افزایی بین فیتاز و کربوهیدراز در جیره طیور به عوامل متعددی از جمله نوع آنزیم کربوهیدراز، ترکیب و محتوای NSP ی جیره، غلظت فسفر غیر فیتاتی و کلسیم جیره و فعالیت فیتاز درون زادی جیره بستگی دارد.

به دلیل ظرفیت پایین طیور در هضم فسفر متصل به اسید فیتیک، منابع معدنی گران قیمت فسفر به منظور تامین نیاز به خوراک اضافه می‌شوند که باعث افزایش هزینه تغذیه می‌شوند. علاوه بر این، اسید فیتیک می‌تواند بهره‌برداری از مواد مغذی دیگر غیر از فسفر را نیز با اتصال به آن‌ها کاهش دهد. بنابراین، وجود اسید فیتیک در جیره طیور می‌تواند سبب کاهش کارایی استفاده از مواد مغذی و در نتیجه افزایش هزینه تغذیه و آلودگی محیط زیست شود.

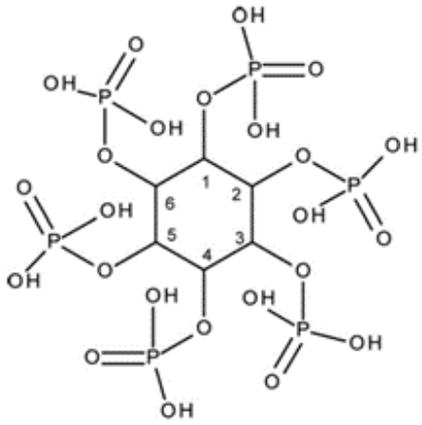
مواد غذایی با منشاء گیاهی علاوه بر اسید فیتیک، حاوی پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای (NSP) در دیواره سلولی خود هستند که برای طیور غیرقابل هضم بوده و بهره‌برداری از مواد مغذی را با محدود کردن دسترسی به هضم و جذب آن‌ها، کاهش می‌دهد. وجود NSP در جیره طیور نیز می‌تواند منجر به کاهش بهره‌برداری از مواد مغذی شود. مکمل‌سازی جیره طیور با فیتاز و آنزیم‌های تجزیه کننده NSP (کربوهیدرازها) ممکن است اثرات ضد تغذیه‌ای مرتبط با اسید فیتیک و NSP را کاهش دهد. پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای می‌توانند دسترسی آنزیم فیتاز به اسید فیتیک را محدود کنند، بنابراین، فیتاز و کربوهیدرازها ممکن است به طور هم افزا در بهبود کارایی مواد مغذی در طیور عمل کنند، زیرا کربوهیدرازها با هیدرولیز NSP می‌توانند دسترسی فیتاز به اسید فیتیک را افزایش دهند. تأثیر جداگانه مکمل‌سازی جیره‌های طیور با فیتاز و کربوهیدرازها بر بهره‌بردن از مواد مغذی در چندین مطالعه مورد ارزیابی و بررسی قرار گرفته است. با این حال، اطلاعات در مورد اثر ترکیب فیتاز و کربوهیدرازها بر عملکرد و قابلیت هضم مواد مغذی در طیور بررسی نشده است. هدف از این مقاله بررسی و مرور نتایج حاصل از مطالعات در مورد اثرات ترکیب فیتاز و کربوهیدرازها بر بهره‌گیری از مواد مغذی در طیور و نیز بحث در مورد عوامل موثر در این اثرگذاری است. همچنین موضوعاتی به منظور انجام تحقیقات بیشتر در خصوص بهینه‌سازی استفاده از ترکیب فیتاز و کربوهیدرازها پیشنهاد می‌گردد.

۱- اسید فیتیک

اسید فیتیک یکی از اجزای تشکیل دهنده دانه‌های گیاهی است که به عنوان ذخیره اصلی فسفر عمل می‌کند. اسید فیتیک از نظر شیمیایی از یک حلقه اینوزیتول با شش گروه فسفات و ۱۲ پروتون، یعنی دو پروتون در هر گروه فسفات تشکیل شده است (شکل ۱). از مجموع ۱۲ پروتون، شش پروتون در مقدار pKa تقریباً ۱/۵، سه پروتون در مقادیر pKa بین ۵/۷ تا ۷/۶ و سه پروتون باقیمانده در مقادیر pKa بیشتر از ده تفکیک می‌شوند و به این ترتیب در این شرایط pH اسیدی، خنثی و بازی یک اسید فیتیک با بار منفی ایجاد می‌شود. اسید فیتیک به صورت فیتات (یعنی نمک مخلوط از کاتیون‌ها عمدتاً پتاسیم و منیزیم و تا حدودی کلسیم، آهن و روی) در اجزای کروی به نام گلوبوئیدها تشکیل می‌شود که در داخل اجسام پروتئینی در غلات، حبوبات و دانه‌های روغنی قرار دارند. اما در سویا، فیتات بیشتر (۸۵ تا ۹۰ درصد) به طور مستقیم با پروتئین تعامل دارد و به صورت اجزاء کروی تشکیل نمی‌شود.

اسید فیتیک در دانه‌های گیاه به طور یکنواخت توزیع نمی‌شود، بلکه در اجزای خاصی از دانه قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، در گندم و جو تجمع فیتات در سلول‌های آلورون است، در حالی که در ذرت و دانه‌های روغنی مانند سویا و کانولا در سلول‌های جنینی تجمع می‌یابد. غلظت فیتات در مواد مختلف خوراکی معمول در جیره طیور نیز بسته به عوامل مختلفی از جمله نوع و تنوع ماده تشکیل دهنده و سال برداشت متفاوت است. با این حال، به طور کلی غلظت اسید فیتیک (گزارش بر اساس غلظت فسفر فیتاتی) در محصولات فرعی آسیاب غلات و کنجاله‌های دانه‌های روغنی بیشتر از حبوبات و دانه‌های غلات است (جدول ۱). غلظت بالای فیتات در محصولات جانبی غلات به دلیل غلظت بالای آن در سلول‌های آلورون است که بخشی از محصولات جانبی این دانه‌ها هستند.

شکل ۱. اسید فیتیک



اثر اسید فیتیک بر قابلیت هضم مواد معدنی

قابلیت هضم فسفر فیتاتی در طیور کم است زیرا طیور فیتاز کافی تولید نمی‌کنند. برای مثال، رادرفورد و همکاران و کوویسون و همکاران قابلیت هضم فسفر فیتاتی در جوجه‌های گوشتی را تا ۱۰ درصد گزارش کردند. فسفر جذب نشده، از طریق مدفوع دفع که سبب آلودگی محیطی می‌شود. اسید فیتیک می‌تواند قابلیت هضم مواد معدنی دیگر را نیز کاهش دهد، زیرا در حالت طبیعی خود در گیاهان با مواد معدنی موجود در گلوبوئیدهای درون اجسام پروتئینی، تشکیل کمپلکس می‌دهد. علاوه بر این، به دلیل بارهای منفی آن در شرایط pH اسیدی، خنثی و بازی می‌تواند کاتیون‌ها را در تمام شرایط pH در دستگاه گوارش کمپلکس کند. در نتیجه قابلیت دسترسی کاتیون‌ها، به ویژه کاتیون‌های دو ظرفیتی که در روده باریک با اسید فیتیک کمپلکس‌های نامحلول تشکیل می‌دهند، کم می‌شود.

چندین مطالعه در خصوص تاثیر اسید فیتیک بر قابلیت هضم مواد معدنی، رابطه منفی بین غلظت اسید فیتیک جیره و قابلیت هضم مواد معدنی را اذعان کرده‌اند. راویندران و همکاران گزارش کردند که افزایش غلظت اسید فیتیک در جیره‌ها از ۱۰/۴ به ۱۳/۶ گرم در هر کیلوگرم منجر به کاهش قابلیت هضم ایلیومی کلسیم و آهن به ترتیب از ۳۷/۷ به ۳۶ درصد و از ۲۱/۸ به ۲۰/۳ درصد شد. اوربانو و همکاران نیز کاهش قابلیت هضم کلسیم از ۸۲/۱ به ۵۹/۸ درصد در موش‌های تغذیه شده با جیره‌ای بر پایه عدس را به دلیل افزایش غلظت اسید فیتیک جیره از ۴/۷۷ به ۶/۴۶ میلی‌گرم در گرم گزارش کردند. ما هم کاهش قابلیت هضم ظاهری کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم (میانگین ۳۸ درصد) در جیره غذایی بر پایه کازئین و نشاسته ذرت در بچه خوک‌ها را پس از مکمل‌سازی با دو درصد اسید فیتیک مشاهده کردیم. کمه و همکاران هم کاهش قابلیت هضم خاکستر در خوک‌های در حال رشد را از ۵۶/۹ به ۵۴/۷ درصد به دلیل افزایش غلظت اسید فیتیک جیره از ۹/۴ به ۱۴/۳ گرم در کیلوگرم گزارش کردند.

اثر اسید فیتیک بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه و انرژی

قابلیت هضم اسید آمینه و انرژی هم، مانند مواد معدنی، تحت تاثیر منفی اسید فیتیک قرار می‌گیرد. راویندران و همکاران با تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های بر پایه گندم- سورگوم-کنجاله سویا کاهش ۲/۳ درصدی قابلیت هضم ایلیومی نیتروژن را به دلیل افزایش غلظت اسید فیتیک جیره از ۱۰/۴ به ۱۵/۷ گرم در کیلوگرم گزارش کردند. در مطالعه آن‌ها قابلیت هضم ایلیومی تمام اسیدهای آمینه ضروری نیز با افزایش غلظت اسید فیتیک در جیره کاهش یافت. اخیراً کوویسون و همکاران جوجه‌های گوشتی در حال رشد را با ۵ گرم کازئین به مدت ۴۸ ساعت تغذیه کردند و کاهش قابلیت هضم اسیدهای آمینه را به ترتیب ۸/۹ و ۱۱/۹ درصد پس از افزودن ۰/۵ و یک گرم اسید فیتیک به پنج گرم کازئین مشاهده کردند.

افزایش غلظت اسید فیتیک در جیره جوجه‌های گوشتی بر پایه ذرت -کنجاله سویا با افزودن سبوس برنج از ده به ۱۳/۶ گرم در کیلوگرم نیز گزارش شده است که منجر به کاهش ارزش انرژی قابل متابولیسم ظاهری (AME) به میزان ۲/۱ درصد شد (۳۳۵۳ در مقابل ۳۲۸۱ کیلو کالری در هر کیلوگرم؛).

به منظور توضیح تاثیر منفی اسید فیتیک بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه و انرژی قبل از مصرف خوراک مکانیسمی پیشنهاد شده است. اسید فیتیک [در گیاهان] با اسیدهای آمینه در اجسام پروتئینی کمپلکس شده است و بنابراین می تواند دسترسی به این مواد مغذی برای هضم و جذب را به حداقل برساند. همچنین، سه مکانیسمی که توسط آن اسید فیتیک می‌تواند بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه و انرژی پس از مصرف خوراک تأثیر منفی بگذارد، نیز پیشنهاد شده‌اند. اول، گروه‌های آمین پایانی روی پروتئین‌ها و گروه‌های آمین آزاد روی اسیدهای آمینه بازی در pH زیر نقطه ایزوالکتریک (یعنی در pH کمتر از پنج) دارای بار مثبت هستند. در نتیجه در pH اسیدی در پیش‌معده و سنگدان طیور، اسید فیتیک می‌تواند مستقیماً با پروتئین پیوندهای یونی ایجاد کند که دسترسی پروتئین برای هضم را کاهش می‌دهد. این فرضیه با یک مطالعه برون‌تنی (آزمایشگاهی)[1] توسط کیس و همکاران تایید شد. آن‌ها ده گرم کازئین را با یا بدون یک میلی‌گرم اسید فیتیک انکوبه کردند و در غیاب اسید فیتیک در pH ۲، انحلال کامل کازئین و در حضور اسید فیتیک تقریباً رسوب کامل آن را (۹۹ درصد) مشاهده کردند.

دوم، پروتئین‌ها در pH بالاتر از نقطه ایزوالکتریک (در محدوده pH کمتر از ده) بار خالص منفی دارند. از این رو، در روده باریک که pH آن در محدوده پنج تا ده است، اسید فیتیک می‌تواند پروتئین و کاتیون‌های چند ظرفیتی را به هم متصل کند تا یک کمپلکس اسید فیتیک- ماده معدنی- پروتئین تشکیل شود که در برابر هیدرولیز آنزیمی مقاوم است. این توانایی اسید فیتیک در اتصال پروتئین از طریق کاتیون‌ها توسط پراتلی و همکاران به وضوح نشان داده شد. آن‌ها آلبومین سرم را با اسید فیتیک در حضور یا عدم حضور کلسیم انکوبه کردند و تشکیل کمپلکس‌های پروتئین- اسید فیتیک را تنها در حضور کلسیم مشاهده کردند. سوم، آنزیم‌های پروتئولیتیک درون‌زادی مانند هر پروتئین دیگری می‌توانند توسط اسید فیتیک هم در معده و هم در روده باریک متصل شوند، در نتیجه توانایی آن‌ها در هضم پروتئین‌های خوراک کاهش می‌یابد. به عنوان مثال، سینگ و کریکوریان فعالیت تریپسین را در شرایط آزمایشگاهی در pH ۷/۵ با استفاده از کازئین به عنوان سوبسترا، اندازه گیری کردند.

۱- In-vitro

این پژوهشگران پس از افزایش غلظت فیتات از ۱۰ تا ۹۰ میلی‌مولار، افزایش مهار فعالیت آنزیم تریپسین را از ۲/۷ به ۴۲/۵ درصد (پس از انکوباسیون به مدت ۲۰ دقیقه) گزارش کردند. ما هم کاهش ۴۶ درصدی در فعالیت آنزیم پپسین را در بچه‌خوک‌های تغذیه‌کننده از جیره غذایی بر پایه نشاسته ذرت-کازئین و مکمل شده با دو درصد اسید فیتیک، مشاهده کردیم.

اتصال مستقیم مولکول‌های انرژی‌زا (کربوهیدرات‌ها، لیپیدها و پروتئین) توسط اسید فیتیک می‌تواند قابلیت هضم انرژی را کاهش دهد. اسید فیتیک همچنین می‌تواند قابلیت هضم انرژی را به طور غیرمستقیم با اتصال به آنزیم‌های درون‌زادی و یا کوفاکتورهای فلزی آنزیم‌های دخیل در هیدرولیز مولکول‌های مولد انرژی و نیز با افزایش ترشح سدیم درون‌زادی که در جذب اسیدهای آمینه و گلوکز از دستگاه گوارش نقش دارد، کاهش دهد.

۲- فیتازها

فیتازها آنزیم‌هایی هستند که جداسازی گام به گام گروه‌های فسفات از اسید فیتیک را کاتالیز می‌کنند. محل حذف اولیه برای برخی از فیتازها گروه فسفات در موقعیت کربن شماره شش روی حلقه اینوزیتول است، در حالی که برای برخی دیگر گروه فسفات در کربن شماره سه است (شکل ۱). فیتازهایی که محل هیدرولیز اولیه آن‌ها گروه فسفات در موقعیت کربن شماره شش است به عنوان ۶- فیتاز شناخته می‌شوند و آن‌هایی که محل هیدرولیز اولیه آن‌ها گروه فسفات کربن شماره سه است، ۳- فیتاز نامیده می‌شوند.

با این حال، مولکول ترجیحی آن‌ها برای حذف گروه فسفات، یک اسید فیتیک کاملا فسفریله است و بعد از آن به ترتیب پنتا، تترا، تری، دی و مونو استرهای اینوزیتول قرار دارند. بنابراین آن‌ها معمولاً تمام مولکول‌های اسید فیتیک کاملا فسفریله را ابتدا به پنتا استرهای اینوزیتول هیدرولیز می‌کنند و سپس از هیدرولیز کردن استرهای پنتا، انواع تترا و استرهای دیگر را ایجاد می‌کنند. فیتازها معمولاً توسط محصول خود مهار می‌شوند (فسفر غیر آلی) و همچون سایر آنزیم‌ها pH و محدوده دمایی مشخصی برای عملکرد بهینه دارند. فعالیت آنها با واحد فیتاز اندازه گیری می‌شود (یک واحد فیتاز مقدار آنزیمی است که یک میلی‌مول فسفات معدنی را در یک دقیقه از ۰/۰۰۵۱ مول در یک لیتر فیتات سدیم در pH ۵/۵ و در دمای ۳۷ درجه سلسیوس آزاد می‌کند). واحد فیتاز معمولاً به اختصار FTU نامیده می‌شود؛ البته اختصارات دیگری از جمله FYT، U و PU نیز استفاده شده‌اند. در این مقاله از FTU برای نشان دادن واحد فیتاز استفاده شده است.

منابع فیتاز

فیتازها به میزان بیشتری توسط میکروارگانیسم‌ها و گیاهان و به میزان کمتری توسط حیوانات تولید می‌شوند. قارچ‌ها، مخمرها و باکتری‌ها میکروارگانیسم‌های اصلی تولیدکننده فیتاز هستند (جدول ۲). بیشتر فیتازهای تولید شده توسط این میکروارگانیسم‌ها از نوع ۳- فیتاز هستند. برخی میکروارگانیسم‌ها همچون قارچ Basidiomycete و باکتری ای-کولای آنزیم ۶- فیتاز تولید می‌کنند.

در گیاهان، فیتازها در دانه‌ها قرار دارند. به نظر می‌رسد نقش اصلی آن‌ها آزادسازی فسفر از اسید فیتیک در طول جوانه‌زنی برای استفاده توسط گیاه در حال رشد باشد. فیتازهای گیاهی از نوع ۶- فیتاز هستند و در میان ترکیبات خوراکی معمول در جیره طیور، فعالیت فیتاز در "غلات ویسکوز" همچون گندم، چاودار و جو و نیز فرآورده‌های فرعی حاصل از آسیاب کردن آن‌ها نسبت به ذرت، سورگوم و دانه‌های روغنی بیشتر است (جدول ۱).

نشان داده شده است که فیتازهای گیاهی به طور قابل توجهی اسید فیتیک را در طیور و خوک هیدرولیز می‌کنند. با این حال، فیتازهای گیاهی به اندازه فیتازهای میکروبی موثر نیستند. به عنوان مثال، هیدرولیز اسید فیتیک در معده خوک‌های کوچکی که با جیره غذایی حاوی فیتاز میکروبی (آسپرژیلوس نیجر) به مقدار ۸۱۸ FTU در هر کیلوگرم، ۱۷ درصد بیشتر از آن‌هایی بود که با جیره حاوی فیتاز گیاهی (گندم) به مقدار ۱۱۹۲ FTU تغذیه شده بودند. همچنین، بازیابی فیتاز گندم در دئودنوم همان حیوانات کمتر از فیتاز آسپرژیلوس نیجر بود (۴۵ در مقابل ۷۰ درصد). فیلیپی به طور مشابه بازیابی بیشتری از فیتاز آسپرژیلوس نیجر را نسبت به فیتاز گندم (۹۵ در مقابل ۷۰ درصد) پس از یک ساعت پیش‌انکوباسیون با پنج میلی‌گرم پپسین در میلی‌لیتر گزارش کرد.

عملکرد ضعیف‌تر فیتازهای گیاهی در مقایسه با فیتازهای میکروبی به دلیل محدوده pH بهینه کوچکتر آن‌ها است. pH بهینه برای فیتازهای گیاهی از ۵ تا ۶ است، اما برای فیتازهای مشتق شده از آسپرژیلوس نیجر، ای-کولای و پنیوفورا لیسی[۲] که رایج‌ترین فیتازهای میکروبی مورد استفاده هستند، بین ۲ تا ۵/۵ است (جدول ۲) که به pH فیزیولوژیکی پیش‌معده و سنگدان طیور (۲ تا ۵) نزدیکتر است. یکی دیگر از دلایل عملکرد ضعیف‌تر فیتازهای گیاهی در مقایسه با فیتازهای میکروبی به مقاوم بودن فیتازهای گیاهی به آنزیم‌های پروتئاز دستگاه گوارش به دلیل درجه بالاتر گلیکوزیلاسیون آن‌ها نسبت داده می‌شود.

فیتازهای حیوانی توسط مخاط روده تولید می‌شوند. در دئودنوم رت[۳] و طیور فعالیت آن‌ها بیشتر از سایر بخش‌های روده است و به نظر می‌رسد تولید آن‌ها با حضور سوبسترا (اسید فیتیک) در روده القا می‌شود و با افزایش غلظت محصول (فسفر معدنی) در همان بخش دستگاه گوارش کاهش می یابد.

گزارش شده است که فیتاز روده‌ای (درون‌زادی) هیدرولیز اسید فیتیک در رت‌هایی که پس از پرفیوژن روده‌ای با اسید فیتیک، با جیره خالص به مدت ۲۰ روز تغذیه شده بودند را تا ۲۴ درصد افزایش داد. با این حال، اثر آن بر هیدرولیز اسید فیتیک در جیره‌های کاربردی (غیر خالص) ناچیز گزارش شده است که دلیل آن به شکست اسید فیتیک در القای تولید فیتاز مخاطی نسبت داده شده است؛ زیرا در خوراک‌های کاربردی اسید فیتیک به صورت فیتات در اجسام پروتئینی وجود دارد و در نتیجه به ندرت با مخاط روده در تماس است.

فیتازها در صنعت خوراک طیور

به دلیل توانایی فیتازها در آزادسازی فسفر از اسید فیتیک، این آنزیم‌ها به صورت تجاری تولید و به منظور افزایش قابلیت هضم و بهبود بهره‌گیری از مواد مغذی به خوراک طیور اضافه می‌شوند. یک فیتاز ایده‌آل برای صنعت خوراک طیور فیتازی است که به pH اسیدی و آنزیم‌های پروتئاز در معده و روده باریک (جایی که فسفر جذب می‌شود) مقاوم باشد، تولید آن مقرون به صرفه باشد و در دماهای بالا (۶۵ تا ۸۰ درجه سلسیوس در مرحله پلت کردن خوراک) مقاوم باشد. از آنجایی که فیتازهای میکروبی در مقایسه با سایر فیتازها توانایی بیشتری در هیدرولیز اسید فیتیک در دستگاه گوارش دارند، تحقیقات بر روی شناسایی و آزمایش اثربخشی آن‌ها برای استفاده در صنعت خوراک دام، متمرکز شده است. با این حال، به دست آوردن فیتازهای میکروبی بومی (native) با تمام ویژگی‌های ذکر شده بالا دشوار بوده است.

۲- Peniophora lycii

۳- Rat؛ موش بزرگ آزمایشگاهی

جدول ۱. میانگین غلظت فسفر فیتاتی و فعالیت فیتازی در ترکیبات معمول جیره *

ترکیبات	فسفر فیتاتی (گرم در کیلوگرم)	فالیت فیتازی (FTU در کیلوگرم)
گندم	۲/۳، ۲/۹	۱۱۹۳، ۲۸۸۶
جو	۲/۳، ۲/۶	۵۸۲، ۳۳۳۳
تریتیکاله	۲/۵، ۲/۸	۱۶۸۸، ۲۷۹۹
چاودار	۲/۳، ۲/۴	۵۱۳۰، ۶۰۱۶
ذرت	۲/۱	<۵۰
سورگوم	۲/۴	<۵۰
سبوس گندم	۷/۹	۲۹۵۷، ۹۹۴۵
سبوس چاودار	۴/۹	۹۲۴۱
کنجاله سویا	۴/۵	<۵۰
کنجاله کانولا	۶/۷	<۵۰

* اعداد جدا شده با ویرگول از دو منبع متفاوت هستند. منابع: (۱۶,۹۹,۱۰۰)

جدول ۲. منابع و مشخصات فیتازها

منشا	میزبان	دمای بهینه	
(سلسیوس)	pH بهینه		
قارچی			
Aspergillus. niger	-	-	۲/۵ تا ۴/۵
A. niger PhyA	A. oryzae	۵۰	۲/۵ تا ۵/۵
A. fumigates	A. fumigates	-	۴، ۶ تا ۶/۵
A. ficuum	A. niger	۵۸	۵/۵ تا ۲/۵
A. pediades PhyA	A. oryzae	۵۰	۵ تا ۶
Peniophora lycii	-	-	۴ تا ۴/۵
P. lycii	A. oryzae	۵۸	۳
P. lycii PhyA	A. oryzae	۵۰ تا ۵۵	۴ تا ۴/۵
Ceriporia sp. PhyA۱	A. oryzae	۵۵ تا ۶۰	۵/۵ تا ۶
Ceriporia sp. PhyA۲	A. oryzae	۴۰ تا ۴۵	۵/۵ تا ۶
Rhizopus oligosporus	-	۶۵	۵
باکتریایی			
Escherichia coli	-	۵۵	۴/۵
E. coli	Bacillus subtilis	-	۲ تا ۴/۵
E. coli	Schizosaccharomyces pombe	۵۵	۳/۵
E. coli	Klebsiella sp. strain ASR۱	۴۵	۵
E. coli	Obesumbacterium proteus	۴۰ تا ۵۰	۴/۹
گیاهی			
(Barley (PI	-	۵۵	۶
(Barley (PII	-	۵۰	۵
Wheat	-	۵۰	۵ تا ۶
Lupinus albus var. Amiga	-	۵۰	۵

در این راستا و برای دستیابی به ویژگی‌های مورد نظر، چندین فیتاز میکروبی توسط فرایندهایی همچون تغییر ژنتیکی و پوشش‌های محافظ حرارتی بهبود یافته‌اند. در حال حاضر بیشتر فیتازهایی که به صورت تجاری برای صنعت خوراک در دسترس هستند، از میکروارگانیسم‌ها به ویژه قارچ‌ها و باکتری‌ها مشتق می‌شوند. تمرکز این مقاله روی بررسی فیتازهای میکروبی خواهد بود.

مکان‌های فعالیت مکمل فیتاز میکروبی در دستگاه گوارش

فیتازهای میکروبی مکمل، اسید فیتیک را در برخی (اما نه همه) بخش‌های دستگاه گوارش طیور هیدرولیز می‌کنند. یو و همکاران بیشترین فعالیت فیتاز قارچی پنیوفورا لیسی را در چینه‌دان و سنگدان مشاهده کردند؛ دئودنوم و ژژنوم در رده‌های بعدی قرار داشتند و در ایلئوم فعالیت ناچیز بود. اونیانگو و همکاران با تغذیه جوجه‌های گوشتی با جیره‌های حاوی فیتاز باکتریایی (ای-کولای) یا قارچی (پنیوفورا لیسی) با غلظت ۱۰۰۰ FTU در هر کیلوگرم جیره، بیشترین فعالیت فیتاز پنیوفورا لیسی را در چینه‌دان (۴۰۴ FTU در هر کیلوگرم) و سپس در سنگدان (۶۳ FTU در هر کیلوگرم) و فعالیت ناچیز در ژژنوم (۲۵ FTU در هر کیلوگرم) و ایلئوم (۶ FTU در هرکیلوگرم) مشاهده کردند. در مورد فیتاز ای-کولای اگرچه بیشترین فعالیت در چینه‌دان (۶۴۹ FTU در هر کیلوگرم) مشاهده شده بود، اما به جز در ایلیوم (۹۱ FTU در هر کیلوگرم)، در پیش‌معده و سنگدان (۴۰۶ FTU در هر کیلوگرم) و ژژنوم (۵۵۴ FTU در هر کیلوگرم) هم نسبتاً بالا بود. در طیور، چینه‌دان و سنگدان مکان‌های اصلی فعالیت فیتازهای قارچی مکمل هستند، زیرا این‌ها حداکثر فعالیت را در pH اسیدی دارند و همچنین به پروتئولیز که در روده باریک رخ می‌دهد، هم حساس هستند. فیتاز ای-کولای در مقایسه با فیتاز قارچی تا ناحیه ژژنوم همچنان فعال باقی می‌ماند، زیرا در برابر پروتئولیز روده باریک مقاوم‌تر است.

جدول ۳. نتایج برخی مطالعات در مورد اثر فیتاز بر قابلیت هضم ایلیومی فسفر در جوجه‌های گوشتی

نوع جیره	غلظت فیتاز (FTU در کیلوگرم)	افزایش قابلیت هضم فسفر (درصد)
ذرت-کنجاله سویا	۵۰۰	۱۵/۷
ذرت-کنجاله سویا	۷۵۰	۱۱/۸
ذرت-کنجاله سویا	۱۰۰۰	۱۶/۸
ذرت-کنجاله سویا	۶۰۰	۱۳/۵
ذرت-کنجاله سویا	۷۰۰	۲۰/۵
ذرت-کنجاله سویا	۱۰۰۰	۲۰/۶
ذرت-کنجاله سویا	۱۰۰۰	۲۰/۶
گندم- پروتئین سویا	۶۰۰	۱۱/۸
گندم- کنجاله سویا	۵۰۰	۷/۲
گندم- کنجاله سویا	۵۰۰	۱۴

اثر مکمل فیتاز میکروبی بر بهره‌برداری از فسفر

تحقیقات نشان داده‌اند که مکمل فیتاز قابلیت هضم فسفر را در طیور بهبود می‌بخشد (جدول ۳). به دلیل بهبود قابلیت هضم فسفر با مصرف فیتاز، فسفر غیر فیتاتی در جیره طیور بدون اینکه تأثیر قابل توجهی بر عملکرد داشته باشد بین ۰/۱ تا ۰/۲ درصد کاهش یافته است (جدول ۴). همچنین مکمل فیتاز قابلیت هضم سایر مواد معدنی و اسیدهای آمینه و نیز مقادیر AME را افزایش می‌دهد. بر اساس مطالعات ارائه شده در جدول ۳، قابلیت هضم ایلیومی فسفر با مکمل فیتاز ۷/۲ تا ۲۰/۶ درصد افزایش یافته است و اما فیتاز ۲۰ تا ۶۵ درصد از فسفر فیتاتی موجود در جیره را هیدرولیز کرده است (هیدرولیز ناقص و نیز متغیر). برخی از عوامل موثر بر کارایی فیتاز در هیدرولیز اسید فیتیک عبارتند از غلظت فسفر معدنی (غیر فیتاتی) و کلسیم در جیره، فعالیت فیتاز درون‌زادی جیره و ترکیب پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای جیره؛ اثرات این عوامل بر اثربخشی فیتاز متعاقباً در بخش ۶ مورد بحث قرار می‌گیرند.

۳- پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای

پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای کربوهیدرات‌های پیچیده‌ای غیر از نشاسته هستند که به طور طبیعی در دیواره سلولی گیاهان یافت می‌شوند. برخی از NSPهای موجود در ترکیبات خوراکی معمول جیره طیور شامل سلولز، بتا-گلوکان، آرابینوزایلان، پکتین، صمغ و موسیلاژها هستند. پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای توسط طیور قابل هضم نیستند و می‌توانند در دسترس بودن مواد مغذی داخل سلول‌ها را با کپسوله کردن کاهش دهند. بعلاوه، بتا-گلوکان‌ها و آرابینوزایلان‌های محلول می‌توانند ویسکوزیته مواد هضمی را افزایش دهند که به نوبه خود باعث کاهش مصرف و قابلیت هضم مواد مغذی می‌شود.

پژوهش‌های متعددی برای ارزیابی اثرات ضد تغذیه‌ای NSPها انجام شده است. زیلا و همکاران در شرایط برون‌تنی[۴] همبستگی مثبت بین غلظت آرابینوزایلان و ویسکوزیته گندم هضم شده را گزارش کردند. کار و همکاران همبستگی منفی بین ویسکوزیته در شرایط برون‌تنی و AMEی گندم در جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند. بوروس و همکاران کاهش نُه درصدی در FCR و هضم چربی در جوجه‌های گوشتی را به دلیل افزایش غلظت آرابینوزایلان‌های محلول جیره از ۳/۳۶ به ۷/۷۴ درصد مشاهده کردند. زیجلسترا و همکاران در خوک‌های در حال رشد با مصرف جیره‌های بر پایه گندم، همبستگی منفی بین انرژی قابل هضم با غلظت کل NSP، NSP های نامحلول و غلظت زایلوز مشاهده کردند. به هر حال، ارتباطی بین غلظت NSPی محلول جیره و انرژی قابل هضم وجود نداشت که نشان می‌دهد، ویسکوزیته احتمالا در خوک‌ها مشکلی ایجاد نمی‌کند.

۴- In-vitro

جدول ۴- نتایج برخی مطالعات در مورد اثر افزودن فیتاز به جیره کم فسفر بر عملکرد طیور

نوع پرنده	جیره پایه	فسفر غیر فیتاتی در جیره پایه (درصد)	شاخص عملکردی	عملکرد جیره پایه در برابر شاهد مثبت	عملکرد جیره پایه + فیتاز در برابر شاهد مثبت
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۴۵	افزایش وزن بدن	مشابه	مشابه
جوجه گوشتی	گندم- کنجاله سویا	۰/۴۵	افزایش وزن بدن	مشابه	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۴۰	افزایش وزن بدن	مشابه	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۳۵	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۳۴	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۳۱	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	گندم- کنجاله سویا	۰/۳۰	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	گندم- کنجاله سویا	۰/۲۶	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۲۴	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۲۴	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	گندم- کنجاله سویا	۰/۲۳	افزایش وزن بدن	کمتر	مشابه
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۲۲	افزایش وزن بدن	کمتر	کمتر
جوجه گوشتی	گندم- کنجاله سویا	۰/۱۵	افزایش وزن بدن	کمتر	کمتر
جوجه گوشتی	ذرت- کنجاله سویا	۰/۱۲	افزایش وزن بدن	کمتر	کمتر
مرغ تخمگذار	ذرت- کنجاله سویا	۰/۱۵-۰/۲۰-۰/۲۵	افزایش وزن بدن، تولید تخم	مشابه	مشابه
مرغ تخمگذار	ذرت- کنجاله سویا	۰/۱۰-۰/۱۵ -۰/۲۰	افزایش وزن بدن، تولید تخم	کمتر	مشابه
مرغ تخمگذار	ذرت- کنجاله سویا	۰/۱۰-۰/۱۰-۰/۱۵	افزایش وزن بدن، تولید تخم	کمتر	مشابه
مرغ تخمگذار	گندم- کنجاله سویا	۰/۱۵-۰/۲۰	افزایش وزن بدن، تولید تخم	مشابه	مشابه
پولت در حال رشد	ذرت- کنجاله سویا	۰/۲۰-۰/۲۵-۰/۳۰	افزایش وزن بدن	مشابه	مشابه
مرغ تخمگذار	ذرت- کنجاله سویا	۰/۱۰	تولید تخم	کمتر	مشابه
مرغ تخمگذار	ذرت- کنجاله سویا	۰/۱۵	تولید تخم	کمتر	مشابه

۴- آنزیم‌های تجزیه کننده پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای

کربوهیدازها آنزیم‌هایی هستند که NSP را به الیگوساکاریدها و مونوساکاریدها هیدرولیز می‌کنند. این کربوهیدرازها توسط مهره‌دارانی همچون طیور تولید نمی‌شوند، بلکه توسط گیاهان و میکروارگانیسم‌ها با هدف تامین قند تولید می‌شوند. به دلیل توانایی کربوهیدرازها در هیدرولیز NSP، این آنزیم‌ها به صورت تجاری تولید و به خوراک طیور اضافه می‌شوند تا قابلیت هضم و عملکرد مواد مغذی را بهبود بخشند.

انواع و غلظت NSP در بین مواد غذایی متفاوت است. بنابراین، انواع کربوهیدرازهایی که برای بهبود در قابلیت دسترسی مواد مغذی به جیره‌ها اضافه می‌شوند، بر اساس ترکیب NSPی جیره تعیین می‌شوند. به عنوان مثال، گندم، چاودار، تریتیکاله و ذرت سرشار از آرابینوزایلان هستند، در حالی که جو و یولاف سرشار از بتا-گلوکان هستند. از این رو، زایلانازها به جیره‌های حاوی گندم، چاودار، تریتیکاله و ذرت و بتا-گلوکانازها به جیره‌های بر پایه جو و یولاف با هدف بهبود قابلیت هضم و عملکرد مواد مغذی افزوده می‌شوند.

در مطالعات متعددی بهبود استفاده از مواد مغذی به دلیل مصرف مکمل کربوهیدراز گزارش شده است. به عنوان مثال، وو و همکاران پس از مکمل‌سازی جیره با ۱۰۰۰ XU زایلاناز در کیلوگرم جیره بر پایه گندم، افزایش AME، افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی سه هفته‌ای را به ترتیب به میزان ۱/۱، ۲/۶ و ۱/۵ درصد مشاهده کردند. ویسکوزیته مواد هضمی در دئودنوم، ژژنوم و ایلیوم نیز به ترتیب ۱۱/۳، ۲۰/۹ و ۱۸/۱ درصد کاهش یافت. لازارو و همکاران به جیره جوجه‌های گوشتی بر پایه چاودار (۴ تا ۲۵ روز)، مکمل آنزیمی حاوی ۸۵۸ واحد بتا-گلوکاناز و ۸۶۴ واحد زایلاناز در هر گرم با سرعت عبور ۵۰۰ ppm برای تعیین اثر آنزیم بر سرعت عبور مواد هضمی در دستگاه گوارش و عملکرد جوجه‌های گوشتی افزودند. افزودن آنزیم، زمان لازم برای بازیابی یک درصد (۰/۷۸ در مقابل ۰/۹۸ ساعت) و ۵۰ درصد (۴/۲ در مقابل ۶/۵ ساعت) نشانگر در مدفوع را کاهش داد. مکمل آنزیمی همچنین افزایش وزن (۳۱/۷ در مقابل ۳۸/۳ گرم در روز)، مصرف خوراک (۶۳/۶ در مقابل ۶۶/۷ گرم در روز) و ضریب تبدیل (۱/۹۶ در مقابل ۱/۷۱) را بهبود بخشید و ویسکوزیته روده را از ۳۲۱ به ۸۶ cps کاهش داد. همچنین مکمل زایلاناز فعالیت لیپاز و کیموتریپسین پانکراس را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره های بر پایه گندم به ترتیب ۲۳ و ۹ درصد بهبود بخشید.

با این حال، در برخی از مطالعات اثر مفید کربوهیدرازها نشان داده نشده است. به عنوان مثال، پرستون و همکاران اثر معناداری از افزودن زایلاناز (۲۵۰۰ XU در هر کیلوگرم) بر عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بر پایه گندم مشاهده نکردند. ما هم بهبودی در عملکرد رشد یا قابلیت هضم مواد مغذی جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه گندم با افزودن زایلاناز (۱۲۵۰ یا ۲۵۰ XU در هر کیلوگرم) مشاهده نکردیم. این پاسخ متغیر به مکمل کربوهیدراز احتمالاً به دلیل عوامل متعددی از جمله نوع کربوهیدراز مکمل و غلظت NSP در جیره است که بعداً در بخش ۶ مورد بحث قرار خواهد گرفت.

۵- اثر ترکیبی فیتاز و کربوهیدرازها

در مواد غذایی با منشاء گیاهی، اسید فیتیک در داخل سلول‌ها هست. با این حال، NSPی موجود در دیواره سلولی می‌تواند در دسترس بودن محتویات سلولی را با کپسوله کردن آن‌ها کاهش دهد. از این رو، وجود NSP در ترکیبات خوراکی گیاهی می‌تواند دسترسی فیتاز به اسید فیتیک را محدود کند و منجر به کاهش تخریب اسید فیتیک شود. علاوه بر این، NSP ی محلول می‌تواند ویسکوزیته مواد هضمی را افزایش دهد که به نوبه خود می‌تواند جذب مواد مغذی آزاد شده توسط فیتاز را کاهش دهد. مکمل‌سازی با کربوهیدرازها می‌تواند دسترسی به مواد مغذی را در سلول‌ها بهبود بخشد و ویسکوزیته مواد هضمی را کاهش دهد؛ به این معنی که کربوهیدرازها می‌توانند با افزایش دسترسی فیتاز به اسید فیتیک و جذب مواد مغذی آزاد شده توسط فیتاز، کارایی آن را افزایش دهند. چندین مطالعه نشان داده‌اند که مکمل ترکیبی فیتاز و کربوهیدرازها در جیره‌های بر پایه ذرت، گندم یا جو برای طیور از نظر مصرف مواد مغذی مفیدتر از مکمل‌سازی آنزیم‌ها به صورت جداگانه است. ما افزایش وزن بیشتری را در جوجه‌های گوشتی که از روز یک تا ۲۲ با جیره غذایی بر پایه ذرت کم فسفر تغذیه شده بودند، پس از مکمل‌سازی با ترکیب آنزیم‌های فیتاز و مولتی کربوهیدراز (شامل زایلاناز، بتا-گلوکاناز، پکتیناز، سلولاز، مانانار و گالاکتاناز) در مقایسه با مصرف مکمل فیتاز به تنهایی مشاهده کردیم (۶۷۳ در مقابل ۶۳۲ گرم؛).

سل و همکاران به طور متوسط افزایش ۸/۶ درصدی در قابلیت هضم ایلیومی اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره کم فسفر بر پایه گندم زمانی که فیتاز و زایلاناز به صورت ترکیبی مکمل شدند، مشاهده کردند که بالاتر از افزایش ۴/۸ و ۵/۵ درصدی برای زمانی که به ترتیب زایلاناز و فیتاز به صورت جداگانه مکمل شدند، بود. همچنین راویندران و همکاران هم بهبود بیشتری را در قابلیت هضم ایلیومی اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی هنگامی که فیتاز و زایلاناز به صورت ترکیبی افزوده شدند نسبت به زمانی که این دو آنزیم به تنهایی مکمل شدند، گزارش کردند.

در پژوهش زیلا و همکاران، بهبود بیشتر در افزایش وزن جوجه‌های گوشتی مشاهده شد وقتی که فیتاز و زایلاناز به صورت ترکیبی افزوده شدند در مقابل زمانی که این دو آنزیم به صورت جداگانه اضافه شده بودند. جانپر و همکاران در جیره‌های غذایی بر پایه جو مشاهده کردند که مکمل ترکیبی فیتاز و بتا-گلوکاناز ابقای فسفر در جوجه‌های گوشتی را به مقدار ۱۵ درصد بهبود بخشید که بیشتر از بهبود مشاهده شده برای فیتاز (۱/۶ درصد) به تنهایی بود و بتا-گلوکاناز به تنهایی اثری بر ابقای فسفر نداشت.

با این حال، در چندین مقاله هیچ اثر مفیدی از ترکیب فیتاز و کربوهیدرازها بر استفاده از مواد مغذی در طیور دیده نشده است. سل و همکاران، وو و همکاران، جانپر و همکاران، اولوکوسی و آدئولا و وو‌ینگو و همکاران هیچ اثری از هم افزایی بین فیتاز و زایلاناز بر قابلیت هضم فسفر، کلسیم، اسیدهای آمینه و نیز عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره های بر پایه گندم مشاهده نکردند. سیلورساید و همکاران به طور مشابه هیچ اثر متقابلی بین فیتاز و زایلاناز بر تولید تخم مرغ توسط مرغ‌های تخمگذار تغذیه شده با جیره‌های بر پایه گندم مشاهده نکردند. همچنین، کوویسون و آدئولا، جانپر و همکاران، اولوکوسی و همکاران، لو و همکاران و تیواری و همکاران اثر هم افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها را روی قابلیت هضم فسفر، کلسیم یا اسیدهای آمینه یا عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های بر پایه ذرت مشاهده نکردند. در تمام این مطالعات که هیچ اثر متقابل هم افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها وجود نداشت، کربوهیدرازها عملکرد طیور یا قابلیت هضم مواد مغذی را زمانی که به تنهایی مکمل شده بودند نیز بهبود نبخشیدند، به جز در مطالعات سل و همکاران، وو و همکاران، کوویسون و آدئولا، اولووسکی و همکاران و تیواری و همکاران.

بین فیتاز و کربوهیدرازها در بهره‌گیری از مواد مغذی و بهبود عملکرد حیوان هم‌افزایی به وجود می‌آید، اگر: (۱) کربوهیدرازهای مکمل قادر به هیدرولیز NSPی جیره باشند، (۲) NSP محدود کننده دسترسی فیتاز به اسید فیتیک باشد، (۳) اسید فیتیکی که توسط کربوهیدرازها در دسترس قرار می‌گیرد، توسط فیتاز هیدرولیز شود و (۴) مواد مغذی آزاد شده در اثر فعالیت فیتازی قبلا محدود کننده عملکرد بوده باشند. بنابراین، هم‌افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها به نوع کربوهیدراز مکمل، غلظت NSPی جیره، غلظت کاتیون‌های چند ظرفیتی در جیره که بر حلالیت اسید فیتیک تأثیر می‌گذارند، غلظت فسفر غیر فیتاتی در جیره و فعالیت فیتاز درون‌زادی در جیره پایه بستگی دارد. همه این عوامل در ادامه مورد بحث قرار گرفته‌اند.

۶- عوامل اثرگذار بر تعامل بین فیتاز و کربوهیدرازها

نوع کربوهیدراز

همانطور که قبلا اشاره شد، در ترکیبات خوراکی مختلف انواع گوناگونی از NSPها و در غلظت‌های متفاوت وجود دارند. بنابراین، اگر NSPی اصلی موجود در جیره سوبسترای کربوهیدراز مکمل باشد، کربوهیداز به طور موثر NSP را هیدرولیز می‌کند و به این ترتیب دسترسی فیتاز به اسید فیتیک را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال، اثربخشی کربوهیدرازهای مکمل در جیره‌های حاوی گندم، چاودار، تریتیکاله یا ذرت زمانی می‌تواند زیاد باشد که فعالیت زایلاناز بیشتری داشته باشند، زیرا NSP ی اصلی در این مواد خوراکی آرابینوزایلان‌ها هستند. در مطالعه جانپر و همکاران که در آن هیچ اثر هم‌افزایی بین فیتاز و کربوهیداز بر عملکرد رشد، AME یا ابقای کلسیم و فسفر در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره غذایی بر پایه ذرت وجود نداشت، کربوهیداز مورد استفاده بتا-گالاکتوزیداز بود. این می‌تواند تا حدی توضیح دهد که چرا در این مقاله اثر هم‌افزایی مشاهده نشده است.

کنجاله‌های دانه‌های روغنی که تقریباً ۵۰ درصد اسید فیتیک جیره‌های کاربردی طیور را تشکیل می‌دهند، حاوی نوعی از NSP هستند که متفاوت از NSPی دانه‌های غلات است. بنابراین، مکمل فیتاز به همراه مجموعه آنزیم‌های کربوهیدرازی که تمام NSPهای موجود در جیره غذایی (هم در غلات و هم در کنجاله‌های دانه‌های روغنی) را هدف قرار دهند، می‌توانند سبب بهبود استفاده از مواد مغذی در مقایسه با مکمل‌های فیتاز به اضافه کربوهیدرازهایی که فقط NSPی موجود در غلات را هدف قرار می‌دهند (در اکثر موارد چنین بوده است)، شوند. این فرضیه با نتایج حاصل از مطالعه اخیر ما که اثرات تجمیعی فیتاز و یک محصول چند کربوهیدرازی را در جیره‌های بر پایه ذرت برای جوجه‌های گوشتی نشان داد، پشتیبانی می‌شود. بنابراین، دیدن اثر مکمل‌سازی جیره‌های بر پایه گندم با کربوهیدرازهایی که تمام NSPهای اصلی جیره را هدف قرار دهند، بر استفاده از مواد مغذی توسط طیور جالب خواهد بود.

غلظت پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای در جیره

به نظر می‌رسد طبق نتایج مطالعات آدئولا و بدفورد و جوزفیاک و همکاران، اثربخشی کربوهیدرازها تا حدی به غلظت NSPی هدف (سوبسترای آن‌ها) در جیره بستگی دارد. آدئولا و بدفورد بهبود عملکرد اردک سفید پکین را پس از مکمل کردن جیره غذایی بر پایه گندم با زایلاناز زمانی که گندم دارای NSPی بالا (۱۵/۳ درصد) بود، مشاهده کردندبرخلاف زمانی که غلظت NSP پایین (۹/۴ درصد) بود. جوزفیاک و همکاران (۹۰) افزایش عملکرد رشد و کاهش ویسکوزیته مواد هضمی در ایلیوم جوجه‌های گوشتی را زمانی که با جیره بر پایه چاودار (که غلظت NSPی کل آن بالا بود- ۱۳/۷۸ درصد) تغذیه شده بودند، مشاهده کردند اما در جیره‌های بر پایه گندم و یا تریتیکاله که غلظت NSPی کل آن‌ها کمتر بود (به ترتیب ۱۱/۴۶ و ۱۳/۰۶ درصد)، افزایش عملکرد دیده نشد. بنابراین، غلظت بالاتر NSP در جیره ممکن است منجر به پاسخ بیشتر [طیور] به کربوهیدرازهایی شود که آن‌ها را هدف قرار می‌دهند و در نتیجه هم‌افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها ایجاد می‌شود.

در مطالعه ما روی جوجه‌های گوشتی که در آن هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز بر عملکرد رشد یا قابلیت هضم کلسیم، فسفر یا اسیدهای آمینه مشاهده نشد، گندم مورد استفاده در جیره پایه حاوی NSPی کمتری در مقایسه با گزارش سل و همکاران بود که در آن هم‌افزایی بین دو آنزیم بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی مشاهده شده بود (۸/۲ درصد در برابر ۱۰/۹ درصد). مقدار NSP در گندم مورد استفاده در مطالعات راویندران و همکاران و زیلا و همکاران که در آن‌ها هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز به ترتیب بر عملکرد رشد و قابلیت هضم اسیدهای آمینه مشاهده شده بود، گزارش نشده است. به هر حال، گندم‌های مورد استفاده در مطالعات راویندران و همکاران و زیلا و همکاران مقادیر AMEی پایینی داشتند (به ترتیب ۲۶۴۶ و ۲۸۹۷ کیلوکالری در هر کیلوگرم)؛ به این معنی که محتوای NSPی آن‌ها بالا بوده است، زیرا مقادیر AMEی گندم‌ها مشابه مقادیر گزارش شده توسط سل و همکاران بود (۲۹۴۰ کیلوکالری در هر کیلوگرم). همچنین مقدار AMEی گندم با محتوای NSP همبستگی منفی دارد. راویندران و همکاران هیچ اثر هم‌افزای متقابل بین فیتاز و زایلاناز در جیره غذایی بر پایه گندم در جوجه‌های گوشتی زمانی که مقدار AMEی گندم ۳۲۳۹ کیلوکالری در هر کیلوگرم بود، مشاهده نکردند.

در سایر مطالعات جوجه‌های گوشتی و در یک مطالعه روی مرغ تخمگذار که در آن‌ها نیز هیچ اثر هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز در استفاده از مواد مغذی مشاهده نشد، NSP ی گندم‌های مورد استفاده گزارش نشده است. با این حال، NSPی گندم در مطالعه جانپر و همکاران می‌تواند پایین بوده باشد، زیرا ویسکوزیته مواد هضمی برای جیره غذایی مورد استفاده در این مطالعه تنها ۵/۲ cps بود که با ویسکوزیته مطالعه ما (۳/۶۵ cps) که در آن هیچ اثر هم‌افزایی بین دو آنزیم بر عملکرد رشد یا قابلیت هضم کلسیم، فسفر یا اسیدهای آمینه جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردیم، قابل مقایسه است. محتوای NSP در گندم مورد استفاده در مطالعات اولووسکی و آدئولا و سیلورساید و همکاران هم ممکن است پایین باشد، زیرا مطالعات در آمریکای شمالی انجام شده است و درآن‌جا گندم به طور کلی دارای محتوای AMEی بالا (بیشتر از ۳۲۰۰ کیلو کالری در هر کیلوگرم) و NSPی پایینی است. در مطالعه وو و همکاران مکمل زایلاناز به تنهایی عملکرد رشد، ویسکوزیته مواد هضمی و وزن روده باریک را نسبت به وزن زنده جوجه‌های گوشتی بهبود بخشید، که به این معنی است که گندم مورد استفاده دارای محتوای NSPی بالایی بوده است. با این حال، باید توجه داشت که محصول فیتاز مورد استفاده در این مطالعه وو و همکاران فعالیت‌های جانبی سلولاز، زایلاناز و بتا-گلوکاناز داشت که ممکن است NSP را که مورد هدف زایلاناز است، هیدرولیز کرده باشد. بنابراین، فقدان اثر هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز در همان مطالعه را می‌توان به این واقعیت نسبت داد که آنزیم فیتاز مورد استفاده در این آزمایش حاوی آنزیم‌های تجزیه کننده NSP هم بود. در مطالعه سل و همکاران مکمل زایلاناز به تنهایی قابلیت هضم اسیدهای آمینه و افزایش وزن بدن جوجه‌های گوشتی را هم بهبود بخشید. اما در مقایسه با جوجه‌های تغذیه شده از جیره‌های مکمل شده با فیتاز یا زایلاناز به تنهایی، مکمل‌های ترکیبی فیتاز و زایلاناز منجر به بهبود عددی هضم اسیدهای آمینه و افزایش وزن جوجه‌های گوشتی نیز شد. مقادیر AMی گندم مورد استفاده در مطالعه سل و همکاران نسبتاً کم بودند (از ۲۸۱۸ تا ۳۱۸۴ کیلوکالری در هر کیلوگرم) که ممکن است دلیل پاسخ‌های مشاهده شده به مکمل‌های آنزیمی باشند.

بر اساس نتایج این مطالعات واضح است که در جیره‌های بر پایه گندم برای جوجه‌های گوشتی، اگر گندم مورد استفاده دارای محتوای NSPی کمتر از ده درصد یا دارای مقدار AMEی بالاتر از ۳۰۰۰ کیلوکالری در کیلوگرم باشد، هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز ممکن است رخ ندهد.

در مطالعه جانپر و همکاران در جیره بر پایه جو که در آن اثر هم‌افزایی بین فیتاز و بتا-گلوکاناز بر ابقای فسفر در جوجه‌های گوشتی مشاهده شد، ویسکوزیته مواد هضمی بالا بود (۱۳/۷ cps). این نشان می‌دهد که غلظت NSPی جو در این آزمایش بالا بوده است که می‌تواند دلیل تعامل مثبت بین آنزیم‌های فیتاز و بتا-گلوکاناز بر حفظ فسفر باشد. با این حال، اطلاعات محدودی در مورد تأثیر NSP یا ارزش AMEی جو بر تعامل بین فیتاز و بتا-گلوکاناز وجود دارد، زیرا تحقیقات محدودی در مورد تأثیر مکمل‌سازی ترکیبی فیتاز و بتا-گلوکاناز به جیره‌های بر پایه جو، بر مواد مغذی در طیور انجام شده است. این موضوع تنها در مطالعه جانپر و همکاران مشخص شده است. بنابراین، تعیین سطحی از NSP در جو که در زیر آن فیتاز و بتا-گلوکاناز انتظار نمی‌رود در بهره‌گیری از مواد مغذی توسط طیور به صورت هم‌افزا تعامل داشته باشند، دشوار است.

ذرت نسبت به گندم یا جو NSPی کمتری دارد. بنابراین، فقدان اثر هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز در جیره‌های بر پایه ذرت در مطالعات جوجه‌های گوشتی توسط کوویسون و آدئولا اولووسکی و همکاران، لو و همکاران و تیواری و همکاران را می‌توان تا حدی به غلظت کمتر آرابینوزایلان (سوبسترای زایلاناز) در ذرت نسبت داد. مکمل زایلاناز به تنهایی عملکرد رشد و قابلیت هضم نیتروژن، انرژی و فسفر در جوجه‌های گوشتی را در مطالعات کوویسون و آدئولا، اولووسکی و همکاران و تیواری و همکاران بهبود بخشید. با این حال، محصولات زایلاناز مورد استفاده در این مطالعات حاوی فعالیت‌های آمیلاز و پروتئاز هم بودند که ممکن است در دسترس بودن مواد مغذی غیر محصور در دیواره‌های سلولی را بهبود بخشند. در مطالعه لو و همکاران استفاده از آنزیم زایلاناز به تنهایی تاثیری بر عملکرد جوجه‌های گوشتی نداشت. بنابراین، در جیره‌های بر پایه ذرت در طیور ممکن است زایلاناز به تنهایی (به عنوان تنها آنزیم تجزیه کننده NSP در جیره) اثر هم‌افزایی با فیتاز نداشته باشد.

غلظت فسفر قابل هضم در جیره

فعالیت کاتالیزوری فیتاز توسط محصول نهایی آن یعنی فسفر معدنی مهار می‌شود که نشان می‌دهد افزایش غلظت فسفر غیر فیتاتی جیره می‌تواند سبب کاهش هیدرولیز اسید فیتیک توسط فیتاز شود. همچنین، کارایی جذب فسفر از روده با غلظت فسفر قابل هضم جیره همبستگی منفی دارد؛ به این معنی که عرضه بیشتر از نیاز فسفر غیر فیتاتی جیره می‌تواند منجر به کاهش استفاده از فسفر آزاد شده از فیتات توسط آنزیم فیتاز شود. بنابراین، اگر فیتاز قادر به هیدرولیز اسید فیتیک باشد و نیز اگر مواد مغذی آزاد شده توسط فیتاز از اسید فیتیک محدود کننده عملکرد بوده باشند، کربوهیدراز و فیتاز می‌توانند به صورت هم افزا عمل کنند. به این ترتیب غلظت زیاد فسفر غیر فیتاتی در جیره می‌تواند اثربخشی فیتاز و در نتیجه هم افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها را محدود کند.

بر اساس نتایج پژوهش‌ها، زمانی که جیره بر اساس نیاز فسفر و یا بیشتر از آن تنظیم شود، پاسخ به مکمل‌های فیتاز اندک یا بدون پاسخ خواهد بود. به عنوان مثال، وو و همکاران زمانی که فسفر غیر فیتاتی جیره ۰/۳ درصد بود در مقایسه با زمانی که ۰/۴۵ درصد (سطح توصیه شده برای جوجه‌های گوشتی)، بهبود بیشتری را در قابلیت هضم فسفر در جوجه‌های گوشتی با مکمل فیتاز مشاهده کردند (۲۳/۷ در مقابل ۷/۴ درصد). درایور و همکاران بهبود ۹/۳ و صفر درصدی در خاکستر درشت نی جوجه‌های گوشتی پس از مکمل‌سازی جیره‌های (به ترتیب) حاوی ۰/۲۴ و ۰/۵۰ فسفر غیر فیتاتی با فیتاز را گزارش کردند. راویندران و همکاران با استفاده از مکمل ترکیبی فیتاز و کربوهیدرازها بهبود قابلیت هضم اسیدهای آمینه را در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های مکفی از نظر فسفر غیر فیتاتی در مقایسه با مکمل فیتاز یا زایلاناز به تنهایی، مشاهده کردند که به بهبود عملکرد رشد منجر نشد. سل و همکاران گزارش کردند که زمانی که غلظت فسفر غیرفیتاتی در جیره پایه ناکافی بود (۰/۳۹ درصد)، مکمل‌سازی ترکیبی فیتاز و زایلاناز به جیره جوجه‌های گوشتی منجر به بهبود عملکرد رشد نسبت به فیتاز یا زایلاناز به تنهایی شد، اما زمانی که غلظت فسفر غیرفیتاتی در جیره پایه کافی بود (۰/۵۲ درصد) این برتری دیده نشد. همچنین در جیره‌های پایه مورد استفاده در مطالعه وو و همکاران که در آن هیچ اثر هم‌افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها بر روی شاخص‌های اندازه‌گیری شده وجود نداشت، غلظت فسفر غیر فیتاتی جیره کافی بود که این می‌تواند تا حدی دلیل فقدان تعامل بین این آنزیم‌ها باشد.

مانانجی و کون جوجه‌های گوشتی را با جیره های حاوی ۰/۴۵، ۰/۳۸، ۰/۳۳، ۰/۲۸، ۰/۲۳، ۰/۱۸، ۰/۱۳ و ۰/۰۸ درصد فسفر غیر فیتاتی تغذیه کردند و افزایش خطی در هیدرولیز فسفر متصل با اسید فیتیک را مشاهده کردند. نتایج آن‌ها نشان دهنده این است که اگر فسفر غیر فیتاتی در جیره تا حد ممکن کاهش یابد، آنزیم فیتاز کارآمدتر می‌شود. با این حال، عملکرد جوجه‌های گوشتی زمانی که فسفر غیر فیتاتی جیره به ۰/۲۲ درصد و کمتر کاهش یافت، به طور کامل با افزودن آنزیم فیتاز احیا نشد، در حالی که عملکرد مرغ‌های تخمگذار زمانی که فسفر غیر فیتاتی جیره به ۰/۱ درصد کاهش یافت با افزودن فیتاز به طور کامل احیا شد (جدول ۴ را ببینید). این موضوع به نیاز بیشتر جوجه‌های گوشتی به فسفر غیر فیتاتی در مقایسه با مرغ‌های تخمگذار و ناتوانی فیتاز مکمل برای هیدرولیز کافی فسفر متصل به اسید فیتیک برای تامین نیازها، نسبت داده می‌شود. بنابراین، اگر فیتاز به تنهایی مصرف شود، غلظت فسفر غیر فیتاتی در جیره جوجه‌های گوشتی نباید به کمتر از ۰/۲۳ درصد کاهش یابد، اما در مرغ‌های تخمگذار می‌توان به ۰/۱ درصد کاهش داد.

اگر مکمل فیتاز به تنهایی، بتواند عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌ای که فسفر غیر فیتاتی آن به ۰/۲۳ درصد کاهش یافته است را بازگرداند، این احتمال وجود دارد که عملکرد آن‌ها با تغذیه جیره‌هایی که فسفر غیر فیتاتی آن‌ها به ۰/۲۲ درصد یا کمتر کاهش یابد، با مکمل ترکیبی فیتاز و کربوهیدرازها احیا شود. به عنوان مثال، سل و همکاران ترمیم عملکرد رشد و معدنی شدن استخوان جوجه‌های گوشتی توسط مکمل فیتاز به تنهایی را هنگامی که جیره پایه حاوی فسفر غیر فیتاتی ناکافی بود (۰/۲۶ درصد)، مشاهده کردند. این نتایج گویای این است که احتمال کاهش بیشتر غلظت فسفر غیر فیتاتی جیره بدون اثر بر عملکرد رشد و معدنی شدن استخوان جوجه‌های گوشتی در صورت مکمل‌سازی همزمان با فیتاز و زایلاناز وجود دارد. بر اساس نتایج مطالعات اولووسکی و همکاران، تیواری و همکاران و وینگو و همکاران مکمل کربوهیدرازها به صورت جداگانه می‌تواند قابلیت هضم فسفر جیره را به طور متوسط ۰/۰۹ درصد بهبود بخشد. بنابراین، زمانی که فیتاز و کربوهیدرازها به صورت ترکیبی مکمل شوند، می‌توان فسفر غیر فیتاتی جیره جوجه‌های گوشتی را بدون اینکه تاثیری بر عملکرد و استفاده از مواد مغذی داشته باشد، به ۰/۱۴ درصد کاهش داد. در مرغ‌های تخمگذار می‌توان با افزودن فیتاز به تنهایی تمام منابع معدنی فسفر مانند مونو و دی کلسیم فسفات را بدون تأثیر بر عملکرد از جیره حذف کرد. بنابراین، در مرغ‌های تخمگذار مکمل ترکیبی آنزیم‌های فیتاز و کربوهیدراز زمانی که دومی به دلیل در دسترس بودن فسفر محدود شده باشد، ممکن است اثر هم‌افزایی در بهبود عملکرد نداشته باشد.

فعالیت فیتاز درون‌زادی

همانطور که در بخش دوم بحث شد، گندم، جو، تریتیکاله و چاودار و محصولات فرعی آسیاب آن‌ها دارای فعالیت فیتازی بالایی هستند. بنابراین قابلیت هضم فسفر در این مواد خوراکی بیشتر از سایر غلات همچون ذرت است. به عنوان مثال، فرانسیچ و همکاران در مرغ‌های تخمگذار قابلیت هضم فسفر را در جیره‌های بر پایه جو نسبت به ذرت، بالاتر مشاهده کردند (۴۹ در مقابل ۳۹ درصد). با توجه به قابلیت هضم بالاتر فسفر در جیره‌های بر پایه گندم، جو، تریتیکاله و چاودار و محصولات آن‌ها، تأثیر فیتاز بر دسترسی و استفاده از فسفر در جیره‌های بر پایه این مواد خوراکی کمتر است. اسکات و همکاران بهبود تولید تخم مرغ و کیفیت پوسته تخم مرغ را به دلیل مصرف مکمل فیتاز در جیره‌های بر پایه ذرت، اما نه بر پایه گندم پس از تغذیه مرغ‌های تخمگذار با جیره‌هایی (بر پایه ذرت یا گندم) که حاوی فسفر غیر فیتاتی یکسانی بودند، گزارش کردند. ما نیز در آزمایشگاه افزایش چشمگیر قابلیت هضم فسفر (۲۰/۵ در مقابل ۷/۲ درصد) در جوجه‌های گوشتی را پس از افزودن فیتاز زمانی که جیره بر پایه ذرت بود، مشاهده کردیم، اما در جیره بر پایه گندم چنین نبود. به طور مشابه، جانپر و همکاران یک تعامل مثبت بین فیتاز و بتا-گلوکاناز در یک جیره بر پایه جو با فسفر کم و فعالیت فیتاز درون زادی پایین (۲۵۷ FTU در هر کیلوگرم) برای جوجه‌های گوشتی مشاهده کردند، اما هیچ اثر هم‌افزا بین فیتاز و زایلاناز در جیره بر پایه گندم با فسفر کم و با فعالیت فیتاز درون‌زادی بالاتر (۴۵۹ FTU در هر کیلوگرم) وجود نداشت. ما همچنین هیچ اثر هم‌افزایی بین فیتاز و زایلاناز را در یک جیره بر پایه گندم با فسفر کم و فعالیت فیتاز درون‌زادی بالا (۵۲۴ FTU در هر کیلوگرم) برای جوجه‌های گوشتی مشاهده نکردیم.

برخی از فیتازهای درون‌زادی موجود در ترکیبات خوراکی به دلیل حساسیت به گرما در فرایند پلت‌سازی غیرفعال می‌شوند. به عنوان مثال، اسلومینسکی و همکاران کاهش فعالیت آنزیم فیتاز را در جیره‌ای بر پایه گندم تا ۵۹ درصد پس از پلت کردن با بخار در دمای ۶۷ درجه سلسیوس، مشاهده کردند. افشارمنش و همکاران نیز در دانه گندم کاهش ۴۳ درصدی در فعالیت آنزیم فیتاز را به دلیل عملیات حرارتی در دمای ۸۰ درجه سلسیوس مشاهده کردند. وو و همکاران و سیلورساید و همکاران بهبود عملکرد جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های کم فسفر بر پایه گندم و مکمل شده با فیتاز را که به ترتیب در دمای ۶۵ و ۸۰ درجه سلسیوس پلت شده بودند، گزارش کردند.

سل و همکاران برهمکنش مثبت بین فیتاز و زایلاناز را در قابلیت هضم اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره کم فسفر بر پایه گندم که در دمای ۷۰ درجه سلسیوس پلت شده بود، مشاهده کردند. دمای بهینه برای فیتازهای گیاهی از ۵۰ تا ۵۵ درجه سلسیوس است (جدول ۲) و اعمال دمای ۶۰ درجه و بالاتر سبب کاهش قابل توجهی در فعالیت این آنزیم‌ها می‌شود. بنابراین، وقتی که جیره‌های بر پایه غلات که ویسکوزیته بالایی دارند، پلت شوند، تأثیر مکمل فیتاز و در نتیجه مکمل ترکیبی فیتاز و کربوهیدرازها می‌تواند بیشتر باشد. این نتیجه‌گیری به این دلیل است که خوراک در طی پلت شدن در معرض دماهای بالا (۶۵ تا ۸۰ درجه سلسیوس) قرار می‌گیرد که می‌تواند فیتاز درون‌زادی را از بین ببرد و در نتیجه تأثیر فیتاز مکمل بر قابلیت هضم مواد مغذی را افزایش دهد. با این حال، اطلاعات محدودی در مورد تأثیر ترکیب فیتاز و کربوهیدرازها در جیره‌های بر پایه دانه‌های ویسکوز پلت شده بر بهره‌گیری از مواد مغذی در طیور وجود دارد و بنابراین، نیاز به تحقیقات بیشتری در این زمینه است.

غلظت کاتیون‌های چند ظرفیتی در جیره

اسید فیتیک در pH روده می‌تواند با کاتیون‌های چند ظرفیتی واکنش دهد و کمپلکس‌های نامحلول مواد معدنی- اسید فیتیک که قابلیت هیدرولیز توسط فیتاز ندارند را تشکیل دهد. بنابراین، افزایش غلظت کاتیون‌های چند ظرفیتی در جیره می‌تواند منجر به کاهش اثر فیتاز بر هیدرولیز اسید فیتیک و در نتیجه کاهش هم‌افزایی بین فیتاز و کربوهیدرازها شود. از میان کاتیون‌های چند ظرفیتی موجود در جیره‌های طیور، Zn^{2+} قوی‌ترین مهارکننده هیدرولیز اسید فیتیک است و به دنبال آن به ترتیب Fe^{2+}، Mn^{2+}، Fe^{3+}، Ca^{2+} و Mg^{2+} قرار دارند. به هر حال Ca^{2+} به دلیل داشتن بیشترین غلظت در میان کاتیون‌های چند ظرفیتی در جیره، بیشترین اثر را بر فیتاز دارد.

نشـان داده شـد کـه در شـرایط برون‌تنـی (آزمایشـگاهی)[۵] وقتـی کـه کلسـیم بـه مقـدار ده درصـد سـطح توصیـه شـده بـرای جوجه‌هـای گوشـتی بـه محیـط آزمایـش اضافـه شـود، فعالیـت فیتـاز تقریبـا ۵۰ درصـد کاهـش می‌یابـد. زمانـی کـه غلظـت کلسـیم در جیـره کـم فسـفر (۰/۱۳ درصـد فسـفر غیـر فیتاتـی) از ۰/۲ تـا ۰/۷ درصـد افزایـش یافـت، در داخـل بـدن جوجـه گوشـتی[۶] فعالیـت فیتـاز بیـش از ۶۰ درصـد کاهـش یافـت. لـی و همـکاران دریافتنـد کـه کاهـش سـطح کلسـیم جیـره از حـد کافـی (۰/۸ درصـد) بـه حـد ناکافـی (۰/۴ درصـد) در حضـور فیتـاز میکروبـی در FTU ۷۵۰ در هـر کیلوگـرم، قابلیـت هضـم فسـفر فیتاتـی را در خوک‌هـا بـه میـزان ۱۰/۹ و ۵/۷ درصـد بـه ترتیـب در دئودنـوم و ایلیـوم افزایـش داد. بـه دلیـل کاهـش فعالیـت فیتـاز ناشـی از کلسـیم، غلظـت کلسـیم در جیـره اغلـب در زمـان مصـرف مکمـل فیتـاز بیـن ۱۰ تـا ۵۰ درصـد کاهـش می‌یابـد. مانانجـی و کـون افزایـش تعـادل فسـفر ناشـی از فیتـاز را در جوجه‌هـای گوشـتی پـس از کاهـش فسـفر غیـر فیتاتـی جیـره زمانـی کـه سـطح کلسـیم جیـره پاییـن بـود (۰/۵ درصـد) و نیـز افزایـش در مقادیـر تعـادل فسـفر ناشـی از فیتـاز پـس از افزایـش فسـفر غیـر فیتاتـی جیـره زمانـی کـه سـطح کلسـیم جیـره کافـی بـود (۰/۹ درصـد)، مشـاهده کردنـد. یعنـی زمانـی کـه غلظـت کلسـیم بـه همـان نسـبت کلسـیم بـه فسـفر غیـر فیتاتـی کاهـش یابـد، لازم اسـت کـه غلظـت فسـفر غیـر فیتاتـی جیـره نیـز کاهـش یابـد. نسـبت کلسـیم بـه فسـفر غیـر فیتاتـی ۲/۱ بـه یـک تـا ۲/۷ بـه یـک در جیـره جوجه‌هـای گوشـتی حـاوی فیتـاز بـه عنـوان سـطح بهینـه گـزارش شـده اسـت. بـا ایـن حـال، ممکـن اسـت اسـتفاده از یـک جیـره بـا نسـبت کلسـیم بـه فسـفر غیـر فیتاتـی بیشـتر (بـا افزایـش غلظـت کلسـیم و کاهـش فسـفر غیـر فیتاتـی جیـره) زمانـی کـه ترکیبـی از فیتـاز و کربوهیدرازهـا افـزوده می‌شـود، مناسـب باشـد زیـرا بـرای اسـتفاده از فسـفر ناشـی از افـزودن کربوهیدرازهـا بـه جیره‌هـای حـاوی فیتـاز مقادیـر بالاتـر کلسـیم مـورد نیـاز اسـت. افـزودن ویتامیـن D بـه جیـره کـه جـذب کلسـیم را افزایـش می‌دهـد یـا اسـیدهای آلـی همچـون اسـید سـیتریک کـه باعـث افزایـش حلالیـت کمپلکـس کلسـیم-اسـید فیتیـک اسـت، می‌توانـد اثـرات منفـی کلسـیم بـر هیدرولیـز اسـید فیتیـک توسـط فیتـاز را کاهـش دهـد و در نتیجـه منجـر بـه بهبـود عملکـرد و معدنـی شـدن اسـتخوان شـود. بـا ایـن حـال، ایـن فرضیـه نیـاز بـه آزمـون دارد.

۷- جمع‌بندی

هم‌افزایـی بیـن فیتـاز و کربوهیـدراز در جیـره طیـور بـه عوامـل متعـددی از جملـه نـوع آنزیـم کربوهیـدراز، ترکیـب و محتـوای NSPی جیـره، غلظـت فسـفر غیـر فیتاتـی و کلسـیم جیـره و فعالیـت فیتـاز درون زادی جیـره بسـتگی دارد. اثـرات هـم افزایـی در جیره‌هایـی کـه مکمـل کربوهیـدرازی مـورد اسـتفاده دارای آنزیم‌هایـی اسـت کـه بیشـتر NSPهـای اصلـی جیـره را هـدف قـرار مـی دهنـد، بارزتـر اسـت. در جیره‌هـای بـر پایـه گنـدم تنهـا در صورتـی کـه گنـدم جیـره دارای غلظـت NSP ی بـالا (بیـش از ۱۰ درصـد) باشـد، زایلانـاز مکمـل می‌توانـد اثـر هـم افزایـی بـا فیتـاز بـرای طیـور داشـته باشـد. اگـر فسـفر غیـر فیتاتـی در جیـره پایـه جوجه‌هـای گوشـتی بـا حاشـیه بیشـتری (حـدود ۰/۱۴ درصـد) نسـبت بـه آنچـه کـه زمـان افـزودن فیتـاز بـه تنهایـی اسـتفاده می‌شـود (۰/۲۳ تـا ۰/۳۰ درصـد) کاهـش یابـد، اثـر فیتـاز می‌توانـد بـا کربوهیدرازهـا بهبـود یابـد. بـه هـر حـال، ممکـن اسـت نیـازی بـه کاهـش غلظـت کلسـیم جیـره بـرای حفـظ نسـبت باریـک کلسـیم بـه فسـفر غیـر فیتاتـی آن گونـه کـه در زمـان مکمـل کـردن فیتـاز بـه تنهایـی انجـام می‌شـود، نباشـد زیـرا مقـدار بیشـتری از کلسـیم بـرای مـورد اسـتفاده قـرار گرفتـن فسـفر حاصـل از افـزودن کربوهیدرازهـا بـه جیره‌هـای حـاوی فیتـاز مـورد نیـاز اسـت. اگـر جیـره پایـه دارای فعالیـت فیتـاز درون‌زادی بالایـی باشـد، ممکـن اسـت فیتـاز و کربوهیدرازهـا بـه صـورت هم‌افـزا یـا افزایشـی در جیـره طیـور بـا هـم تعامـل نداشـته باشـند. بـه ایـن ترتیـب، لازم اسـت سـطح فعالیـت فیتـاز درون‌زادی در جیره‌هـای طیـور فراتـر از حـدی کـه فیتازهـا و کربوهیدرازهـا بـه صـورت هم‌افـزا یـا افزایشـی عمـل کننـد، نباشـد.

Reference:
Review: Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry, T. A. Woyengo and C. M. Nyachoti, Anim. Sci., 2011

۵- In-vitro
۶- In-Vivo

شرکت Evonik، با بیش از یک قرن سابقه فعالیت در تولید مواد شیمیایی تخصصی یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های شیمیایی جهان می‌باشد. این شرکت آلمانی از سال‌های آغازین با هدف ارائه راه‌حل‌های نوآورانه در صنایع مختلف، از جمله کشاورزی و تغذیه دام و طیور، شناخته شده است.

پایه های شرکتEvonik امروزی در سال ۱۸۴۰ باآغاز کسب و کاری در زمینه فلزات گران بها شکل گرفت و در سال ۱۸۶۳ تولید مواد شیمیایی به یکی از شاخه‌های کسب‌وکار فلزات این شرکت اضافه شد و در سال ۱۸۷۵ شرکت Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt (از سال ۱۹۸۰ به بعد Degussa AG) راه‌اندازی شد و سالها بعد با ارائه مجموعه‌ای گسترده از فعالیت‌های آماده‌سازی فلزات گران‌بها و رنگ‌های تزئینی، به همراه پیگمنت‌ها، فریت‌ها و زیر لعاب‌ها تا مواد اولیه ویژه، باعث شد که Degussa یکی از تأمین‌کنندگان اصلی صنعت سرامیک باشد. در سال ۱۹۲۷ اولین محصولات موفق خود، یعنی امولسیفایرها، را عرضه کرد. در سال ۱۹۴۹ Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt تولید متیونین را آغاز کرد. این اسید آمینه ابتدا برای استفاده در پزشکی انسانی و درمان اختلالات تغذیه‌ای گسترده در آلمان تولید شد، اما به زودی به عنوان افزودنی خوراک دام برای بهبود کیفیت خوراک حیوانات استفاده شد. و درنهایت این در سال ۲۰۰۷ به Evonik Industries AG تغییر نام داد و تا امروز با تکیه به سالها تجربه به توسعه افزودنی‌های خوراک و مکمل‌های تغذیه‌ای با کیفیت بالا از جمله اسیدهای آمینه و افزودنی‌های بهبود عملکرد برای خوراک دام و طیور پرداخته است. این محصولات با هدف بهبود سلامت و رشد حیوانات تولید شده و در سطح جهانی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

تمرکز Evonik بر نوآوری و تحقیق و توسعه، باعث شده تا محصولاتی ارائه دهد که کیفیت تغذیه حیوانات را ارتقا داده و بهره‌وری و پایداری در صنعت دام و طیور را افزایش دهند. شعار شرکت، "فراتر از شیمی پیشرو بودن برای بهبود زندگی، امروز و فردا" (Leading beyond chemistry) نشان‌دهنده تعهد Evonik به ارائه راه‌حل‌های خلاقانه و مسئولانه برای آینده‌ای پایدار است.

در سطح دنیا، شرکت‌ها و هلدینگ‌های بزرگی وجود دارند که تولید خوراک، مکمل و پرمیکس‌های دام و طیور تنها بخشی از فعالیت آن‌ها محسوب می‌شود. همچنین وجود کارخانجاتی با ظرفیت تولید سالانه میلیون‌ها تن خوراک و احداث چندین شعبه در نقاط مختلف دنیا، می‌توانند الگوها و خط مشی‌های مناسبی را جهت پیشرفت و تکامل روند تولید خوراک دام و طیور فراهم سازند. جهت آشنایی بیشتر با این گروه‌های بزرگ تولیدی، در هر شماره از فصلنامه، در صفحه «پیشگامان صنعت خوراک در دنیا» به معرفی یکی از این کارخانجات می‌پردازیم.

شرکت سام دارو راوک

Sam Daroo Ravak

تولیدکننده انواع افزودنی‌ها و
مکمل‌های دام، طیور و آبزیان

تولید فقط ساختن نیست
پرورش اعتماد است

دفتر مشهد: بزرگراه پیامبر اعظم، نبش پیامبر اعظم ۱۳، برج سایه، طبقه‌ی اول، واحد ۱۸، تلفن: ۰۵۱-۳۶۵۱۴۷۱۰

کارخانه: قم، ناحیه‌ی صنعتی طغـرود، خیابان سـرو، پلاک ۷۶، تلفن: ۰۲۵-۳۶۲۲۵۷۱۷ / تماس: ۰۹۱۲۹۵۳۷۷۰۸

ONE DIE

شرکت دانش بنیان
رفاه آوران مازند

اولین و تنها تولیدکننده «دای» و «رولر» در خاورمیانه

onedieco

واحد فروش

بیضایی: ۰۹۱۲۱۹۳۹۵۰۰ کامل: ۰۹۱۲۰۶۸۲۶۰۵

کارخانه: مازندران، سوادکوه، شیرگاه،
شهرک صنعتی بشل، فاز۲، خیابان همت۲

www.refahavaranmazand.com
info@refahavaranmazand.com

پایدار ماشین طبرستان

- مشـــاوره، طراحـــی، ساخت و راه انـــدازی خطـــوط خوراک دام و طیـــور
- تامین قطعات مصرفی کارخانجات از قبیل رولر،انواع بلبرینگ، چکش آسیاب و سایر اقلام مورد نیاز
- مشاوره فنـــی جهت ارتقـــاء کارخانجـــات

www.zpsp.co

@paydarmachine.t

Maharat 1 , Phase 2, Beshel Industrial park , Qaemshahr , Mazandaran

+98 9120911710 | +98 09120911610 | +98 09120911690 | +98 9128880574

011-424341115 | 011-42434372 011-42434112-4

مازندران، قائمشهر، شهرک صنعتی بشل، فاز ۲ ،مهارت ۱

۰۹۱۲۰۹۱۱۶۱۰ | ۰۹۱۲۰۹۱۱۷۱۰ | ۰۹۱۲۰۹۱۱۶۹۰ | ۰۹۱۲۸۸۸۰۵۷۴

۰۱۱-۴۲۴۳۴۱۱۵ | ۰۱۱-۴۲۴۳۴۳۷۲ ۰۱۱-۴۲۴۳۴۱۱۲-۴

خوراک پرداز هزاره نوین

خدمات تخصصی

به کارخانجات خوراک دام و طیور کنسانتره سازی، مکمل سازی و دارو سازی

تست شاخص ماندگاری پلت
(Pellet Durability Index Test)

تست شاخص سختی پلت
(Pellet Hardness Test)

بررسی بافت و کیفیت ظاهری پلت
(Pellet Texture)

تست میکسر به روش میکروتریسر

- معتبرترین و دقیق ترین روش برآورد راندمان میکسر در دنیا
- ارائه راهکارهای تخصصی جهت افزایش راندمان میکسر

آزمون توزیع اندازه ذرات

- بررسی نسبت ذرات آسیاب شده و یکنواختی ذرات
- ارائه راهکارهای تخصصی جهت بهبود راندمان آسیاب

www.nmfeed.com

شماره های تماس : ۶-۰۵۱۳۶۵۷۸۲۳۴

امیر تجارت
شباهنگ گستر

وارکننده
ویتامین های خاص و
سایر افزودنی های تخصصی خوراک طیور

کولین
ترئونین
فیتاز
متیونین
رنگدانه
لوکانتین
(BASF)
آنتی اکسیدان
لیزین
اسیدی فایر
مولتی آنزیم

داشتن شما
بزرگترین پشتوانه ماست

خیابان اسدآبادی(یوسف آباد)
کوچه دوم، پلاک ۱۱، واحد۶
۰۲۱-۸۶۰۵۴۳۰۶
@amir_tejarat_shabahang

۱- همایش سلامت و تولید گله‌های گاو شیری
۱۰- ۱۲ دی ۱۴۰۴، دانشگاه فردوسی مشهد

www.meetingfa.ivsa.ir

۲- طیور آسیا (Poultry Asia ۲۰۲۶)
۹- ۱۱ ژانویه ۲۰۲۶، مرکز همایش‌های ستیا سیتی، مالزی
۱۹- ۲۱ دی ۱۴۰۴

www.poultryasiaexpo.com

۳- دهمین همایش بین المللی و نمایشگاه جانبی خوراک دام، طیور و آبزیان ایران
۷- ۱۰ بهمن ۱۴۰۴، تهران، مجتمع نمایشگاهی گفتگو

۴- دومین نمایشگاه تخصصی دام، طیور و صنایع لبنی تهران
۱۸- ۲۱ بهمن ۱۴۰۴، نمایشگاه بین المللی شهر آفتاب تهران

۵- نمایشگاه بین المللی دام و طیور اهواز
۲۱- ۲۴ بهمن ۱۴۰۴، نمایشگاه بین‌المللی اهواز

www.ahvazfair.ir

۶- نمایشگاه بین‌المللی دام، طیور و آبزیان اصفهان
۲۳- ۲۶ بهمن ۱۴۰۴، نمایشگاه بین المللی اصفهان

www.isfahan.ipelshow.ir

۷- نمایشگاه بین‌المللی کشاورزی پاریس (SIA)
۲۱ فوریه- ۱ مارس ۲۰۲۶، مرکز نمایشگاهی Porte de Versailles، فرانسه
۲- ۱۰ اسفند ۱۴۰۴

www.salon-agriculture.com

ideh pardazan

Technical and consulting services for feed mills,
concentrate and supplement
production plants.

- بازسازی انواع دای
- مشاوره فنی و تولید
- اتوماسیون خط تولید (PLC)
- نصب و راه اندازی خط تولید
- رفع نواقص و مشکلات خط تولید
- اصلاح خط بخار و هوای فشرده
- ساخت انواع چکش و توری آسیاب
- ساخت انواع پوسته رولیک و رولیک کامل
- فرمول نویسی و مشاوره تغذیه ای و کنترل کیفی
- مشاوره، راه اندازی، تجهیز و آموزش آزمایشگاه های شیمیایی و میکروبی

Contents

14	Thoughts of editor
16	A Effects of corn particle size on broiler performance during the starter, grower, and finisher periods
22	A horizontal mixer and a batch-to-horizontal mixer system increased the mix uniformity of free methionine in complete diets relative to a vertical mixer
30	Selected table of the season
38	The effect of alternative feed ingredients on the pelleting process
42	The essential role of hot and cold conditioning in feed processing
46	Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry
60	Evonik
66	Events
71	Articles at a glance

Haniyeh Hatami
Editoral secretary
haniehatami6788@gmail.com

Hassan Kermanshahi
Editoral board member
hassbird@yahoo.com

Amir Attar
Chief editor
Managing editor
attar@nmfeed.com

Abolghasem Golian
Editoral board member
g_golian@yahoo.com

Somaye Kooroozhde
Graphic designer
Commercial sector
skoroozhde@yahoo.com

DavoodNemati
Literary editor
d.nemati1364@gmail.com

Reza Abdollahi
Editoral board member
m.abdollahi@massey.ac.nz

The essential role of hot and cold conditioning in feed processing

Hot and cold conditioning are essential stages in feed processing that significantly impact pellet quality, feed efficiency, and production costs. Hot conditioning involves adding steam and moisture to soften feed mash and promote starch gelatinization, improving digestibility and pellet durability. In contrast, cold conditioning focuses on managing moisture levels to prevent spoilage, mold growth, and nutrient loss after pelleting. Precise moisture control starting at the mixer with liquid or surfactant addition is key to optimizing both processes. Balancing hot and cold conditioning ensures stable, high quality pellets and efficient, cost-effective feed production.

Reference: The essential role of hot and cold conditioning in feed processing, All About Feed, 2025

Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry

Feedstuffs of plant origin contain anti-nutritional factors such as phytic acid (PA) and nonstarch polysaccharides (NSP), which limit nutrient utilization in poultry. Phytic acid contains phosphorus, which is poorly digested by poultry, and has the capacity to bind to and reduce the utilisation ofother nutrients, whereas NSP are indigestible and have the capacity to reduce nutrient utilisation by encapsulation. Supplemental phytase and NSPdegrading enzymes (carbohydrases) can, respectively, hydrolyze PA and NSP, alleviating the negative effects of these antinutritional factors. In feedstuffs of plant origin, PA is located within the cells, whereas NSP are located in cell walls, and hence it has been hypothesized that phytase and carbohydrases can act synergistically in improving nutrient utilization because the carbohydrases can hydrolyze the NSP in cell walls to increase the accessibility ofphytase to PA. However, the response to supplementation ofa combination ofthese enzymes is variable and dependent on several factors, including the type ofcarbohydrase supplement used, dietary NSP composition, calcium and non-phytate phosphorus contents, and endogenous phytase activity. These factors are discussed, and areas that need further research for optimising the use of a combination ofphytase and carbohydrases in poultry diets are suggested.

Reference:
Review: Supplementation of phytase and carbohydrases to diets for poultry, T. A. Woyengo and C. M. Nyachoti, Anim. Sci., 2011

A horizontal mixer and a batch-to-horizontal mixer system increased the mix uniformity of free methionine in complete diets relative to a vertical mixer

The coefficient of variation (CV) of a selected nutrient marker is commonly utilized to measure mix uniformity (MU) of a batch of feed, where a CV < 10 % is considered industry-acceptable. Mixer type and mix time (MTI) have been shown to affect mix uniformity (MU), however, data concerning mixing systems (MSY) are unavailable. Additionally, past research has shown that the selection of an appropriate CV marker is integral in properly evaluating MU. Two experiments were conducted to evaluate a vertical, horizontal, and transfer MSY on MU while utilizing inadequate or adequate MTIs for a corn-salt mixture (CSM) and complete diet (CD). Chloride ion (Cl–) was selected as the marker for the CSM, and crystalline DL-Methionine (Free Met) and crystalline l-Lysine HCl (Free Lys) were selected as the markers for the CD. Increasing MTI decreased Cl– CV in the CSM (P = 0.020). An interaction between MSY and MTI affected Free Met CV in the CD (P = 0.007). The horizontal and transfer MSYs did not demonstrate changes in the Free Met CV when MTI was manipulated, whereas the vertical MSY provided decreased CV with increased MTI. The authors hypothesize that additional mixing during load-out and conveyance caused this interaction. However, no treatment provided a Free Lys CV < 10 %. These data suggest that Cl– and Free Met are appropriate markers for MU in CSMs and CDs respectively, transfer MSYs may improve the overall efficiency of feed manufacture, and evaluating MSYs as a whole may provide more representative evaluations of feed before animal consumption.

Reference: A horizontal mixer and a batch-to-horizontal mixer system increased the mix uniformity of free methionine in complete diets relative to a vertical mixer, L.E. Knarr, K.M. Bowen, E.B. Estanich, J.S. Moritz, Journal of Applied Poultry Research, 2025.

The effect of alternative feed ingredients on the pelleting process

This article discusses the impact of using alternative feed ingredients on the pelleting process. Due to population growth and protein scarcity, the feed industry increasingly relies on cheaper, non-traditional materials, which often reduce pellet quality, capacity, and steam absorption while increasing energy use. To overcome these challenges, new technologies such as advanced conditioners, double pelleting, and Expander systems have been developed. These innovations help maintain pellet quality and stabilize production when using difficult ingredients. Ultimately, flexibility in the pelleting process and investment in smart machinery are key to ensuring sustainability and efficiency in the future feed industry.

Reference: The effect of alternative feed ingredients on the pelleting process, Arthur vom Hofe, Feed & Additive Magazine, 2025

.

Effects of corn particle size on broiler performance during the starter, grower, and finisher periods

This study examined the effect of corn particle size on the growth performance of broilers during the starter, grower, and finisher phases. In the experiments, broilers were fed diets with different corn particle sizes: 674, 741, 805, and 912 mm during the starter phase; 629, 763, 814, and 1,779 mm during the grower phase; and 615, 863, 1,644, and 2,613 mm during the finisher phase. Results showed that corn particle size had no significant effect on body weight, feed intake, and feed conversion ratio in the starter and grower phases. However, during the finisher phase, larger corn particles (1,644 mm) increased feed intake but negatively affected feed conversion ratio. Overall, corn particle sizes greater than 1,644 mm negatively impacted growth performance in the finisher phase.

Reference: Effects of corn particle size on broiler performance during the starter, grower, and finisher periods, A. A. Rubio, J. B. Hess, Poultry Science journal, 2020

تهران، بلوار میرداماد
پلاک ۱۲۵، طبقه سوم
تلفن: ۵۵ ۵۵ ۲۲ ۲۲
groupsana.com

FireWall®

اسیدی فایر مخلوط در دان

فایروال اسیدی‌فایر مخلوط در خوراک طیور است که از ترکیب اسیدهای ارگانیک تشکیل شده است.
استفاده از این محصول با کاهش PH مانع از رشد پاتوژن‌ها شده و منجر به تنظیم فلور میکروبی دستگاه گوارش می‌شود و باعث سلامت و بهبود عملکرد در گله‌های طیور می‌شود.

- جلوگیری از رشد قارچ‌ها و کاهش تولید مایکوتوکسین‌ها در خوراک
- کاهش نیاز به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها
- بهبود عملکرد در جوجه‌های گوشتی و مرغ تخمگذار
- بهبود هضم و جذب و جذب مواد مغذی
- افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی

C4®

ترکیبی از مونوگلیسیریدهای اسیدهای چرب

ترکیبی پایدار از گلیسریدهای اسیدهای چرب کوتاه و متوسط زنجیر شامل اسید بوتریک، کاپریک، کاپرلیک و لائوریک است که بوسیله پیوند کووالانسی با گلیسرول باند شده است.

- تغذیه و تحریک رشد پرزهای روده (بر اساس نتایج گزارش شده در مقالات معتبر علمی)
- دارای اثر ضد باکتریایی علیه کلستریدیوم و سالمونلا
- دارای تاثیر پایدار و موثر در طول دستگاه گوارش تا کلواک
- پایداری در دمای پلت و اکسترود (تا ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد)
- بهبود عملکرد و کاهش تلفات در زمان آلودگی با باکتری‌های گرم منفی در آبزیان

Products

A-Bind\ A-Cid Plus

A-Bind

پلت بایندر غیر رُسی

- کاهش خاکه خوراک
- کاهش میزان خاکستر خوراک
- افزایش شاخص های کیفی خوراک
- افزایش سهولت و سرعت تولید خوراک
- فاقد اثر تداخلی با ریز مغذی خوراک و داروها

A-Cid Plus

حاوی بوتیرات سدیم

- بهبود تعادل فلور میکروبی روده
- بهبود مصرف خوراک و ضریب تبدیل
- بهبود رشدو عملکرد دستگاه گوارش
- بهبود رشد میکروویلی های دستگاه گوارش
- کاهش اسهال، تخم مرغ های کثیف و آمونیاک سالن

دفتر مرکزی: مشهد، بلوار دانشجو، دانشجو ۸، عقدائی ۸، پلاک ۵۲، طبقه اول

دفتر تهران: میدان دوم صادقیه، بلوار فردوس شرق، بین سلیمی جهرمی و گلستان شمالی، پلاک ۱۴۳، واحد ۸

fartakadd.com | info@fartakadd.com | ۰۵۱-۳۸۹۰۸۲۴۴ | ۰۲۱-۴۴۰۴۹۴۴۶-۷

SANA
GROUP
گروه سنا
Digesta
دیجستا
پپتید با قابلیت هضم بالا
بر پایه منبع گیاهی
C4
AN IDEA INSPIRED FROM NATURE
Formafeed
فرمافید
ضدعفونی کننده خوراک و مواد اولیه
برپایه فرمالدئید آهسته رهش
Aqupro
آکوپرو
پپتید با قابلیت هضم بالا
بر پایه منبع گیاهی
SelenoBoost
سلنوبوست
سلنیوم ۲۰۰۰
PowerMax
Highly Digestible Peptide
FOR VETERINARY USE ONLY
NET WEIGHT
40kg
JetBinder
Multi-Component ToxinBinder
FOR VETERINARY USE ONLY
NET WEIGHT
25kg
LipidoFeed
Lysophospholipids Emulsifier
FOR VETERINARY USE ONLY
NET WEIGHT
25kg
FireWall
Powder Acidifier
FOR VETERINARY USE ONLY
NET WEIGHT
25kg
Kanters
ULTIMATE ACID
Kanters
PRO-MAC
Draker 102
DOXIPULVIS S.P.

energizer
RP10
rumen protected fat
High digestibility
UNIFAT
R-880
PASS FAT
OptoRelease
اپتو ریلیز
اوره آهسته رهش
منبع نیتروژن غیر پروتئینی
VitalG
ویتال جی
گلوکز محافظت شده برای نشخوارکنندگان
Keypro
کی پرو
نمک آنیونیک پوشش‌دار
MetoTect
متوتکت
دی ال متیونین پوشش‌دار ۵۵٪
Cholmax
کول مکس
کولین پوشش‌دار ۲۵٪
LysoMax
لیزومکس
لیزین محافظت‌شده
Optibaf
آپتی باف
بافر شکمبه‌ای
Profidam
پروفیدام
پروتیین عبوری بر پایه منبع گیاهی با انرژی بالا
YASminomax
یاسمینومکس
پروتیین عبوری
بر پایه منبع گیاهی
FullJet
فول جت
GlyColine
Glucogenic substances
FOR VETERINARY USE ONLY
NET WEIGHT
25kg
UniGuard
یونی گارد
UniDip
یونی دیپ
UniWash
یونی واش
DoublePostGel
دبل پست ژل
PovidoSept
پوویدوسپت
IodineGuard
آیودین گارد
Curacef
Shotapen LA

Enzynat

پروتئاز ویژه طیور

POULTRYGROW 250™

- حاوی سه آنزیم پروتئاز جهت هیدرولیز بهینه منابع پروتئینی خوراک و بهبود قابلیت هضم مواد مغذی و انرژی
- پایداری دمایی بالا و قابل استفاده در انواع خوراک طیور
- ارائه ارزش تغذیه ای (Matrix Value) اقتصادی برای انواع طیور گوشتی و تخمگذار
- صرفه جویی قابل ملاحظه در هزینه های نهایی تولید خوراک

BEST MANAGED COMPANIES
CANADA

Jefo

Life, made easier

نماینده انحصاری
شرکت Jefo کانادا در ایران

ایده پردازان خوراک آریان
آدرس: تهران، خیابان ولیعصر، خیابان سید جمال الدین اسدآبادی، کوچه دوم، پلاک ۱۸، واحد ۴
کد پستی: ۱۴۳۱۶۹۳۵۶۵
تلفن: ۷-۸۸۹۹۲۶۸۶-۰۲۱
فکس: ۸۸۹۹۲۹۴۱-۰۲۱

IKA
Science Meets Art
www.ikafeed.com
۰۹۳۹۱۶۴۴۵۵۸
ikafeed