



Effect of feed particle size and enzyme supplement on growth performance and behavioral characteristics in broiler chickens fed with a barley-based diet

Nafisa Rahmanian Sharif Abad^{1*}

¹PhD, Department of Animal Science, Islamic Azad University, Kashmer branch, Kashmer, Iran

Place of Research: Urmia University Research Poultry Farm

Article Info

Abstract

Article History:

Recived 2024.6.21
Revised 2025.2. 2
Accepted 2025.2.9

KeyWords:

barley
broilers
particle size
growth performance
carcass characteristics

*Corresponding author:

E-mail address:

Rahmanian.nafiseh@gmail.com

Introduction: The reduction of feed particle size after pelleting is recognized as the second most energy-intensive factor in the broiler industry. Objective: To investigate the effect of particle size and enzyme addition on growth performance and carcass characteristics of broilers fed barley-based diets.

Materials and Methods: A total of 288 commercial Ross 308 broiler chickens were used in a completely randomized design with a 2×3 factorial experiment with 6 treatments, 4 replications, and 12 birds per replication. Experimental variables included particle size levels (healthy, medium at 5 mm, and fine at 4 mm), and two levels of enzyme supplementation (0% and 0.055%) were investigated.

Results: The effect of barley particle size on feed intake was not significant, but body weight gain and feed conversion ratio showed significant differences ($p < 0.05$), such that broilers fed barley with fine particles showed greater weight gain and better feed conversion ratio. Enzyme supplementation also did not affect body weight gain but significantly reduced feed intake and feed conversion ratio ($p < 0.05$). The percentage of birds feeding and standing was also significantly affected by the size of the barley particles, such that birds receiving fine-grained barley showed the highest percentage of feeding and the lowest percentage of standing.

Conclusion: The beneficial effects of the enzyme were affected by the particle size, and by changing the size of the barley particles, the effects of the enzyme improved.

Cite this article: Rahmanian Sharif Abad, N. Effect of feed particle size and enzyme supplement on growth performance and behavioral characteristics in broiler chickens fed with a barley-based diet. Iranian Journal of Biological Sciences. 2024; 19 (2)27-43



Publisher: Islamic Azad University of Varamin – Pishva branch

Print ISSN: 1735-4226

Online ISSN: 1727-459X

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



تأثیر اندازه ذرات خوراك و مكمل آنزیمی بر عملکرد رشد و خصوصیات رفتار شناسی در جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو

نفیسه رحمانیان شریف آباد*

^۱ دکترای گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کاشمر، کاشمر، ایران

محل انجام تحقیق: مرغداری تحقیقاتی دانشگاه ارومیه

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله

ارسال ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

بازنگری ۱۴۰۳/۱۱/۱۴

پذیرش ۱۴۰۳/۱۱/۲۱

کلمات کلیدی

جو

جوجه های گوشتی

اندازه ذرات

عملکرد رشد

خصوصیات لاشه

* مسئول مکاتبات:

: نفیسه رحمانیان شریف آباد

Rahmanian.nafiseh@gmail.com

مقدمه: کاهش اندازه ذرات خوراك بعد از فرآیند پلت کردن به عنوان دومین عامل صرف انرژی در صنعت جوجه های گوشتی شناخته شده است. لذا هدف از این تحقیق بررسی تأثیر اندازه ذرات و افزودن آنزیم بر عملکرد رشد و خصوصیات لاشه جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو بود.

مواد و روش ها: تعداد ۲۸ قطعه جوجه گوشتی سویه تجاری راس ۳۰۸، در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش آزمایش فاکتوریل ۲×۳ با ۶ تیمار، ۴ تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار مورد استفاده قرار گرفت. متغیر های آزمایشی شامل، سطوح اندازه ذرات (سالم، متوسط ۵ میلیمتری و ریز ۴ میلیمتری) و دو سطح افزودن مکمل آنزیمی (صفر و ۰/۰۵ درصد) مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: اثر اندازه ذرات جو بر مصرف خوراك معنی دار نبود اما افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراك اختلاف معنی داری را نشان دادند ($p < 0.05$) به طوریکه جوجه های گوشتی تغذیه شده با جو دارای ذرات ریز افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل خوراك بهتری را نشان دادند. مکمل آنزیم نیز اثری بر افزایش وزن بدن نداشت اما خوراك مصرفی و ضریب تبدیل خوراك را به طور معنی داری کاهش داد ($p < 0.05$). درصد رفتار پرندهگان در حال خوراك خوردن و ایستادن نیز به طور معنی داری تحت تأثیر اندازه ذرات جو قرار گرفت به طوریکه پرندهگان دریافت کننده جو دارای ذرات ریز بیشترین درصد در حال خوراك خوردن و کمترین درصد در حال ایستادن را نشان دادند

نتیجه گیری: اثرات مفید آنزیم تحت تأثیر اندازه ذرات قرار گرفته و با تغییر اندازه ذرات جو، اثرات آنزیم بهبود پیدا کرد

شیوه آدرس دهی این مقاله: ن رفمانیان شریف آباد. تأثیر اندازه ذرات خوراك و مكمل آنزیمی بر عملکرد رشد و خصوصیات رفتار شناسی در جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو. مجله دانش زیستی ایران. ۱۹: ۱۴۰۳ (۲۰۲۷) ۲۷-۴۳



مقدمه

با در نظر گرفتن این مسئله که کشور ما هنوز از لحاظ تولید غله ذرت به خودکفایی نرسیده است و ذرت از جمله اقلام خوراکی وارداتی می باشد، استفاده از غلات جایگزین در صنعت طیور اهمیت بیشتری پیدا می کند. جایگزین های متعددی برای ذرت وجود دارد ولی بدلیل وجود ترکیبات ضدتغذیه ای مصرف آنها زیاد نیست. حضور این مواد در اقلام خوراکی جیره ها به طور قابل توجهی بر بازده خوراکی و رشد پرندگان تأثیر منفی می گذارد (۱). برخی از این ترکیبات بدلیل عدم حضور آنزیم های هضم کننده اختصاصی نظیر زایلانازها و گلوکانازها در دستگاه گوارش پرندگان و تک معده ای ها قابلیت استفاده در تغذیه را ندارند (۲ و ۱). مهم ترین مواد خوراکی که بدلائل عدم وجود آنزیم های گوارشی و وجود مقادیر قابل توجه از مواد ضدتغذیه ای نظیر باند کننده های مواد مغذی و معدنی به ویژه فیتات اهمیت داشته شامل گندم، جو و سبوس گندم می باشند (۳). با وجود وفور نسبی و قیمت پایین این اقلام خوراکی، بدلیل حضور مقادیر قابل توجه کربوهیدرات های غیر نشاسته ای و آثار زیان بار ناشی از حضور این ترکیبات در دستگاه گوارش نظیر افزایش مدت ماندگاری محصولات هضمی، افزایش گران روی و در نهایت کاهش تأثیر آنزیم های هضم کننده، استفاده از این اقلام خوراکی در تغذیه تک معده ای ها همچنان با محدودیت مواجه است (۴). بنابراین مطالعه جنبه های مختلف تغذیه ای این اقلام غذایی از نظر مقایسه میزان و سطح مصرف و حتی تأثیر اندازه ذرات آنها در جیره ها، تأثیرات بر رشد و بازده غذایی، جنبه های اقتصادی پرورش و قیمت تمام شده هر کیلو خوراک در مقایسه با جیره های بر پایه ذرت بسیار حایز اهمیت است (۵)

مطالعات نشان داده است که استفاده از آنزیم زایلاناز در جیره بر پایه جو بر اثرات نامطلوب پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای غلبه کرده، میزان ویسکوزیته محتویات هضمی را کاهش داده و قابلیت هضم پروتئین، نشاسته، چربی و میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری را در جوجه های گوشتی بهبود بخشیده است. از این جهت امروزه آنزیم های تخریب کننده پلی ساکاریدهای غیرنشاسته ای به طور معمول در جیره بر پایه جو در طیور استفاده

می شود. مطالعات نشان داده است که شکل فیزیکی جیره نیز میتواند راندمان آنزیم های اگزوژنوس در جیره طیور را تحت تأثیر قرار دهد (۱). با این وجود مطالعات در زمینه تعامل بین مکمل آنزیم و اندازه ذرات خوراک بر پایه جو در جوجه های گوشتی محدود است. کاهش اندازه ذرات خوراک یا به عبارتی دیگر خرد کردن آن بعد از فرآیند پلت کردن به عنوان دومین عامل صرف انرژی در صنعت جوجه های گوشتی شناخته شده است. بر این اساس هر گونه کاهش در مصرف انرژی ناشی از خرد کردن خوراک به طور قابل توجهی هزینه خوراک را کاهش می دهد (۶). علیرغم اهمیت آن، بررسی اثرات اندازه ذرات دانه های مختلف مورد استفاده در خوراک طیور کم است. در سال های اخیر این موضوع جهت دستیابی به راهکارهایی برای استفاده مؤثر خوراک و بهبود راندمان تولید بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. توصیه هایی در زمینه اندازه مناسب ذرات خوراک در طیور وجود دارد با این حال این توصیه ها با هم مغایرت دارند. لیکن نتایج آزمایشات تغذیه ای تحت تأثیر شکل فیزیکی خوراک، ترکیب جیره، نوع دانه، سختی آندوسپرم، روش خرد کردن و پراکنش اندازه ذرات دانه می باشد. اندازه خرد شده خوراک تحت تأثیر نوع دانه قرار می گیرد. مطالعات متعددی نشان داده اند که خرد کردن دانه های مختلف با یک آسیاب تحت شرایط یکسان باعث تولید ذرات با اندازه های مختلف می گردد. مطالعات نشان داده اند که هنگام خرد کردن خوراک، بر اساس نوع دانه جهت بدست آوردن پراکنش دلخواه اندازه ذرات می توان از الک ها با اندازه های مختلف استفاده کرد. اما باید به این نکته توجه نمود که حتی درون یک نوع دانه، خرد کردن با یک نوع آسیاب تحت شرایط یکسان منجر به تفاوت اندازه ذرات به علت تنوع در سختی آندوسپرم میشود (۷). از جمله اهداف این طرح بررسی سه اندازه ذرات ریز، متوسط و سالم جو رقم فجر کشت شده در شهر پیرانشهر و همچنین تعیین مفید یا غیر مفید بودن استفاده از آنزیم زایلاناز- بتاکلوکاناز در هنگام استفاده از ذرات فوق در جیره می باشد

مواد و روش ها

پرندگان، جایگاه و شرایط پرورش

این آزمایش از تاریخ ۱۳۹۶/۳/۲۴ لغایت ۱۳۹۶/۵/۳ به مدت ۴۲ روز در سالن مرغداری تحقیقاتی دانشگاه ارومیه شهرستان پیرانشهر انجام گردید. جهت انجام این آزمایش ۲۸۸ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ از کارخانه جوجه کشی تجاری خریداری و به طور تصادفی در ۲۴ قفس زمینی دارای ابعاد ۱۲۰×۱۰۰ سانتیمتر با بستر پوشال توزیع گردیدند. دوره پرورش ۴۲ روز به طول انجامید. شروع انجام آزمایش از سن ۷ روزگی بود به طوریکه ۷ تا ۲۱ روزگی دوره رشد و ۲۱ تا ۴۲ روزگی دوره پایداری در نظر گرفته شد. از ۱ تا ۷ روزگی نیز جوجه ها با خوراک تجاری پلت تغذیه شده بودند. در روز اول پرورش، آب موجود در آبخوری ها حاوی محلول مولتی ویتامین با الکترولیت (با نسبت ۳۰ گرم در ۱۰۰ لیتر آب) بود. در هفته اول پرورش دمای سالن در حدود ۳۲ درجه سانتیگراد بود که به تدریج هر دو روز، نیم درجه از دمای سالن کاسته شد تا در سن ۲۴ روزگی به ۲۱ الی ۲۲ درجه برسد. درصد رطوبت سالن در ابتدای دوره پرورش با پاشیدن آب بر روی بخش های عاری از بستر و همچنین راهروهای ما بین واحدهای آزمایشی افزایش داده شد تا رطوبت به حد مطلوب ۵۵ - ۵۰ درصد برسد. نور سالن نیز به صورت ۲۳ ساعت روشنایی و ۱ ساعت تاریکی در نظر گرفته شد.

طرح و جیره های آزمایشی

تیمارهای آزمایشی شامل اندازه ذرات مختلف جو و

حضور و عدم حضور آنزیم به شرح ذیل بود.

۱- جیره بر پایه جو سالم بدون افزودن آنزیم، ۲- جیره بر پایه جو سالم با افزودن ۵۰ گرم در تن مخلوط آنزیمی اندوفید، ۳- جیره بر پایه جو دارای اندازه ذرات متوسط عبور داده شده از الک ۵ میلیمتری بدون افزودن آنزیم، ۴- جیره بر پایه جو دارای اندازه ذرات متوسط عبور داده شده از الک ۵ میلیمتری با افزودن ۵۰ گرم در تن مخلوط آنزیمی اندوفید، ۵- جیره بر پایه جو دارای اندازه ذرات ریز عبور داده شده از الک ۴ میلیمتری بدون افزودن آنزیم، ۶- جیره بر پایه جو دارای اندازه ذرات ریز عبور داده شده از الک ۴ میلیمتری با افزودن ۵۰ گرم در تن مخلوط آنزیمی اندوفید مخلوط آنزیمی اندوفید حاوی حداقل ۱۰۰۰ واحد زایلاناز و ۵۰۰ واحد بتاگلوکاناز در هر گرم بود

در جدول ۱ ترکیبات شیمیایی دانه جو مورد مطالعه آورده شده است. تمامی جوجه ها دریافت کننده تیمار ۳ و ۴ از جیره بر پایه جو رقم فجر خرد شده با آسیاب چکشی دارای الک ۶ میلیمتری برای دوره رشد و پایداری استفاده کردند. برای تیمارهای ۵ و ۶ نیز در دوره رشد و پایداری از جیره بر پایه جو رقم فجر خرد شده با آسیاب چکشی دارای الک ۴ میلیمتری استفاده گردید. جو مورد استفاده در تیمارهای ۱ و ۲ نیز رقم فجر بود. جیره های آزمایشی پایه طوری تنظیم گردیدند که حداقل احتیاجات مواد مغذی توصیه شده توسط راهنمای پرورش طیور سویه راس ۳۰۸ تأمین شود

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی دانه جو مورد مطالعه

ترکیبات مغذی	مقادیر ترکیبات
پروتئین خام	10/59
متیونین	0/132
سیستئین	0/241
ماده خشک	89/78
ترئونین	0/309
تریپتوفان	0/127
فنیل آلانین	0/422
هسیتیدین	0/243
لیزین	0/311

فراسنجه های اندازه گیری شده
عملکرد

در روز هفتم آزمایش وزن گروهی هر واحد آزمایشی ثبت گردید و در ۲۱ و ۴۲ روزگی بعد از یک تا دو ساعت گرسنگی (به منظور حذف خطای ناشی از پر بودن دستگاه گوارشی) وزن گروهی جوجه های هر واحد و خوراک باقیمانده دوره گذشته جهت محاسبه میانگین وزن بدن، مصرف خوراک دوره و ضریب تبدیل غذایی هر واحد آزمایشی، اندازه گیری شد. (۸)

میانگین وزن زنده

برای محاسبه میانگین تصحیح شده وزن زنده بعد از محاسبه روز مرغ هر واحد آزمایشی از فرمول زیر استفاده گردید (۹)

تعداد روزهای زنده بودن مرغان تلف شده + (روزهای دوره × تعداد مرغ زنده در پایان دوره) = روز مرغ میانگین تصحیح شده وزن زنده هر دوره = وزن جوجه های هر واحد + وزن تلفات جوجه های هر واحد / روز مرغ

خوراک مصرفی (۱۰)

وزن خوراک در انتهای دوره — وزن خوراک در ابتدای دوره = خوراک مصرفی هر دوره

روز مرغ / خوراک مصرفی هر واحد آزمایشی = میانگین خوراک مصرفی هر دوره

ضریب تبدیل خوراک (۱۱)

میانگین تصحیح شده وزن زنده هر دوره / میانگین خوراک مصرفی هر دوره = ضریب تبدیل خوراک

درصد تلفات (۱۲)

۱۰۰ × تعداد جوجه های واحد در ابتدای دوره / تعداد جوجه های تلف شده هر واحد = تلفات هر واحد (درصد)

شاخص کارایی تولید (۱۲)

۱۰۰ × (ضریب تبدیل خوراک × روزهای تولید / درصد

زنده مانی × کیلو گرم وزن بدن) = شاخص کارایی تولید
اجزای لاشه و اندام های داخلی دستگاه گوارش (۱۳)
در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی از هر واحد آزمایشی یک قطعه پرنده نزدیک به میانگین وزن واحد آزمایشی انتخاب و کشتار گردید. وزن لاشه شکم خالی، سینه، ران، قلب، چربی محوطه شکمی، چینه دان، پیش معده، سنگدان، کبد، پانکراس، قسمت های مختلف روده کوچک و سکوم اندازه گیری و به صورت درصدی از وزن زنده بیان گردید. لازم به ذکر است که طول قسمت های مختلف روده کوچک شامل دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم، کل روده باریک و سکوم نیز به صورت طول نسبی محاسبه گردید

رفتار شناسی

رفتارشناسی جوجه های گوشتی به صورت روزانه در دو هفته برای دوره رشد و دوره پایانی در ساعت ۱۰ صبح و ۱۴ بعدازظهر بر اساس روش بیان شده توسط Gabriel و همکاران (۲۰۱۳) و Gao و همکاران (۲۰۰۸) انجام گردید. ثبت اطلاعات در دو نوبت انجام و در هر نوبت تعداد ۱۰ مشاهده از هر قفس رکورد برداری می گردید. به گونه ای که با عبور کردن از جلوی قفس ها، تعداد پرندگان در آن قفس شمارش شده و تعداد پرندگانی که در کنار دان خوری ایستاده و با منقارشان مشغول برداشت خوراک بودند را به عنوان درصد پرندگان در حال خوراک خوردن، آن دست های که مشغول آب خوردن بودند به عنوان درصد در حال آب خوردن، گروهی که مشغول استراحت بر روی بستر بودند به عنوان درصد در حال استراحت، دسته های که سر پا ایستاده و حرکت نمی کردند به عنوان درصد در حال ایستادن، پرندگان در حال حرکت را به عنوان عنوان راه رفتن و آن هایی که با منقارشان مشغول تمیز کردن پره های خود بودند به عنوان درصد در حال تمیز کردن دسته بندی شدند (۱۵ و ۱۶).

آنالیز آماری داده ها

تکرار و هر تکرار شامل ۱۲ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸، از ۷ تا ۴۲ روزگی مورد بررسی قرار گرفتند. داده های جمع آوری شده با استفاده از رویه مدل خطی عمومی و نرم افزاری SAS و با توجه به

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی و به روش فاکتوریل (۳×۲) انجام گرفت. اثرات اصلی مورد بررسی در آزمایش شامل اندازه ذرات گندم (سالم، متوسط و ریز) و آنزیم (با و بدون آنزیم) بود. گروه های آزمایشی فوق در ۴

مدل آماری مورد استفاده در این پژوهش مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند (۱۶). میانگین گروه های آزمایشی با

استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن و با در نظر گرفتن سطح احتمال ($P < 0/05$) مورد مقایسه قرار گرفتند

نتایج

خوراک مصرفی

در بررسی اثرات اندازه ذرات جو بر خوراک مصرفی نتایج حاصل نشان داد که میانگین خوراک مصرفی جوجه های گوشتی در تمامی دوره ها (رشد، پايانی و کل دوره) تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی مختلف قرار نگرفت و هیچ تفاوت معنی داری مشاهده نشد.

در بررسی اثر افزودن آنزیم بر خوراک مصرفی نتایج آزمایش نشان داد که اثرات استفاده از آنزیم بر مقادیر متوسط خوراک مصرفی جوجه های گوشتی (جدول ۱- ۴) در دوره پايانی و کل دوره معنی دار بود ($P < 0/05$)، به نحوی که جوجه های تغذیه شده با جیره حاوی آنزیم مقادیر خوراک مصرفی پایین تري را در مقایسه با جوجه های تغذیه شده با جیره های فاقد آنزیم نشان دادند. اثرات استفاده از آنزیم در جیره بر مقادیر خوراک مصرفی در دوره رشد معنی دار نبود و هیچگونه تفاوت معنی داری بین گروه های تغذیه شده با جیره های با و بدون فرآورده آنزیم مشاهده نگردید.

افزایش وزن بدن

نتایج مربوط به اثرات اندازه مختلف ذرات جو بر افزایش وزن بدن (گرم) جوجه های گوشتی و اثر متقابل اندازه ذرات و آنزیم در جدول ۲ و ۳ ارائه گردیده است. همچنان که در این جدول ملاحظه میشود افزایش وزن بدن در دوره های سنی مختلف به طور معنی داری تحت تأثیر اندازه های مختلف ذرات جو قرار گرفت. نتایج نشان داد که در دوره رشد (۷ تا ۲۱ روزگی) پرندگان دریافت کننده جو دارای ذرات ریز نسبت به ذرات متوسط و جو سالم بیشترین افزایش وزن بدن را داشتند که اختلاف آنها نیز معنی دار ($P < 0/05$) بود. برای دوره پايانی پرورش (۲۲ تا ۴۲ روزگی) پرندگان تغذیه شده با جو دارای ذرات ریز بیشترین افزایش وزن بدن را نشان دادند که اختلاف آنها با جو سالم معنی دار بود ($P < 0/05$). پرندگان تغذیه شده با جو سالم نیز کمترین افزایش وزن بدن را نشان دادند که نسبت به جوجه های گوشتی تغذیه شده با جو ریز اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). نتایج نشان داد در کل دوره

پرورش (۷ تا ۴۲ روزگی) نیز اختلاف معنی دار بود به گونه ای که جوجه های گوشتی دریافت کننده جیره بر پایه جو ریز بیشترین افزایش وزن بدن را نشان دادند که البته اختلاف آن با جو سالم معنی دار بود ($P < 0/05$). پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه جو سالم دارای کمترین افزایش وزن بدن بودند که با جو دارای ذرات ریز اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$)

در بررسی اثر افزودن آنزیم بر وزن نتایج تجزیه آماری داده های جمع آوری شده در طول مدت انجام آزمایش نشان داد که اثرات استفاده از آنزیم بر مقادیر افزایش وزن بدن جوجه های گوشتی مورد آزمایش در هیچ یک از دوره ها معنی دار نبود (جدول ۲) و هیچگونه تفاوت معنی داری بین گروه های دریافت کننده جیره با و بدون فرآورده آنزیمی مشاهده نگردید.

ضریب تبدیل خوراک

نتایج این آزمایش در جدول ۲ نشان داد که اثرات اندازه مختلف ذرات جو بر مقادیر ضریب تبدیل خوراک جوجه های گوشتی مورد آزمایش در دوره رشد (۷ تا ۲۱ روزگی)، دوره پايانی (۲۲ تا ۴۲ روزگی) و کل دوره (۷ تا ۴۲ روزگی) معنی دار بود. در دوره رشد جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو سالم و جو دارای ذرات متوسط بیشترین ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند که نسبت به جوجه های گوشتی تغذیه شده با جو دارای ذرات ریز اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). جوجه های گوشتی دریافت کننده جو دارای ذرات ریز بهترین ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند که نسبت به جو سالم و متوسط اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). در دوره پايانی، جوجه های گوشتی تغذیه شده با جو سالم بیشترین ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند که در مقایسه با جو متوسط و ریز اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه جو متوسط و ریز نیز بهترین ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند که در مقایسه با جو سالم اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$)

در کل دوره پرورش نیز جوجه های گوشتی دریافت کننده جیره بر پایه جو ریز بهترین ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند که در مقایسه با جو سالم و جو داراي ذرات متوسط اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه جو سالم و جو داراي ذرات متوسط نیز بیشترین مقادیر ضریب تبدیل خوراک را نشان دادند که در مقایسه با جو داراي ذرات ریز اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$).

در بررسی اثر افزودن آنزیم نتایج حاصل از این آزمایش (جدول ۲) همچنین نشان داد که اثرات افزودن آنزیم به جیره روی مقادیر ضریب تبدیل خوراک در دوره پایانی و کل دوره معنی دار ($P < 0/05$) بود. نتایج بیانگر این می باشند که افزودن آنزیم به جیره ها به طور معنی داری موجب کاهش مقادیر ضریب تبدیل خوراک و یا به عبارتی افزایش کارایی استفاده از خوراک در دوره های آزمایشی فوق گردید. اثرات آنزیم روی مقادیر ضریب تبدیل خوراک جوجه های گوشتی مورد آزمایش در دوره رشد معنی دار نبود ($P < 0/05$) و هیچگونه تفاوت معنی داری بین جوجه های گوشتی دریافت کننده جیره های با و بدون آنزیم مشاهده نگردید. همچنان که در شکل ۴-۱ و ۴-۲ مشاهده میگردد اثرات متقابل اندازه ذرات و مکمل آنزیمی بر مقادیر ضریب تبدیل خوراک در دوره پایانی و کل دوره معنی دار ($P < 0/05$) بود، به گونه ای که افزودن آنزیم زایلاناز-بتاگلوکاناز به جیره بر پایه جو سالم و جو داراي ذرات متوسط به طور قابل توجهی ضریب تبدیل خوراک را بهبود داد. اما در زمان افزودن آنزیم زایلاناز-بتاگلوکاناز به جیره داراي ذرات ریز جو این اثرات از بین رفته بود و اندازه ذرات ریز در مقایسه با افزودن آنزیم ضریب تبدیل خوراک را بهبود داد.

اثرات متقابل اندازه ذرات و مکمل آنزیمی بر مقادیر خوراک مصرفی، وزن بدن، ضریب تبدیل خوراک در دوره رشد، درصد تلفات و شاخص کارایی تولید جوجه های گوشتی معنی دار نبود ($P < 0/05$).

تلفات و شاخص کارایی تولید

اثرات اندازه ذرات مختلف جو مورد استفاده برای تهیه جیره بر مقادیر درصد تلفات (جدول ۴) جوجه های گوشتی مورد آزمایش در دوره رشد، دوره پایانی و کل دوره معنی دار نبود. با توجه به افزایش ضریب تبدیل خوراک، کاهش وزن بدن و افزایش عددی میزان تلفات

در گروه های دریافت کننده جیره بر پایه جو سالم نسبت به جو ریز، شاخص کارایی تولید میتواند معیار مناسب تری برای مقایسه و ارزیابی این تیمارها باشد. همچنان که در جدول ۲ ملاحظه میگردد میزان شاخص کارایی تولید بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی داری را نشان داد ($P < 0/05$)، به گونه ای که جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره بر پایه جو سالم نسبت به جو متوسط و ریز کمترین شاخص کارایی را نشان دادند. از لحاظ عددی نیز جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه جو ریز بالاترین شاخص کارایی را به خود اختصاص دادند.

اثرات افزودن آنزیم به جیره بر مقادیر تلفات جوجه های گوشتی مورد آزمایش در هیچ یک از دوره ها معنی دار نبود (جدول ۴) و هیچگونه تفاوت معنی داری بین جوجه های گوشتی تغذیه شده با جیره های با و بدون آنزیم مشاهده نگردید. نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد که افزودن آنزیم به جیره بر شاخص کارایی تولید جوجه های مورد آزمایش معنی دار نبود و هیچگونه تفاوت معنی داری بین جوجه های گوشتی دریافت کننده جیره با و بدون آنزیم مشاهده نگردید (جدول ۴).

خصوصیات لاشه و اندام های درونی

اندازه ذرات مختلف جو داراي تأثیر معنی داری ($P < 0/05$) بر مقادیر طول نسبی دئودنوم در سن ۲۱ روزگی بود (جدول ۵)، به طوریکه جوجه های تغذیه شده با جیره حاوی جو سالم داراي طول نسبی دئودنوم پایین تری بودند که با جوجه های دریافت کننده جیره حاوی جو داراي ذرات متوسط اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). بیشترین طول نسبی دئودنوم نیز مربوط به گروه دریافت کننده جیره بر پایه جو داراي ذرات متوسط بود که در مقایسه با جو سالم اختلاف معنی داری نشان دادند ($P < 0/05$). نتایج مربوط به اثرات اندازه ذرات مختلف جو بر خصوصیات لاشه نیز در جدول ۵ ارائه گردیده است. همچنان که در این جدول مشاهده می شود اندازه ذرات مختلف جو داراي تأثیر معنی داری بر وزن نسبی سنگدان در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی بود. به طوریکه در سن ۲۱ روزگی جوجه های تغذیه شده با جیره حاوی ذرات ریز جو کمترین مقادیر وزن نسبی سنگدان را نشان دادند که با گروه دریافت کننده جیره

بر پایه جو سالم اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$). جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه جو سالم نیز بیشترین وزن نسبی سنگدان را نشان دادند که با گروه آزمایشی دریافت کننده جیره داراي جو ریز اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$) وزن نسبی سنگدان در ۴۲ روزگی در جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه گندم ریز به طور معنی داري ($P < 0/05$)، پایین تر از جیره بر پایه جو سالم و متوسط بود. اثرات اندازه ذرات مختلف جو روی وزن نسبی دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم، کل روده باریک و سکوم در دو سن ۲۱ و ۴۲ روزگی، طول نسبی ژژنوم، ایلئوم، کل روده باریک و سکوم در ۲۱ و ۴۲ روزگی، طول نسبی دئودنوم در ۴۲ روزگی، وزن نسبی سایر اندام های داخلی دستگاه گوارش و خصوصیات لاشه شامل لاشه شکم خالی، سینه، ران، قلب، چربی محوطه شکمی، چینه دان، پیش معده، کبد و پانکراس در ۲۱ و ۴۲ روزگی از لحاظ آماری معنی دار نبود. همچنین نتایج نشان داد که افزودن آنزیم به جیره داراي تأثیر معنی داري ($P < 0/05$) بر وزن نسبی ژژنوم و کل روده باریک در ۲۱ سن روزگی بود (جدول ۶)، به طوری که جوجه های تغذیه شده با جیره های حاوی آنزیم داراي وزن نسبی ژژنوم و وزن نسبی کل روده باریک پایین تري نسبت به گروه های تغذیه شده با جیره های بدون آنزیم بودند. افزودن آنزیم به جیره فاقد تأثیر معنی دار بر مقادیر وزن نسبی دئودنوم، ایلئوم، سکوم و طول نسبی دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم، کل روده باریک و سکوم در سن ۲۱ روزگی بود. وزن نسبی دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم، کل روده باریک، سکوم و طول نسبی دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم، کل روده باریک و سکوم در سن ۴۲ روزگی نیز تحت تأثیر افزودن آنزیم به جیره قرار نگرفت و اختلاف معنی داري را نشان نداد. وزن نسبی لاشه شکم خالی، سینه، ران، قلب، چربی محوطه شکمی، چینه دان، پیش معده، سنگدان، کبد و پانکراس در سنین ۲۱ و ۴۲ روزگی تحت تأثیر افزودن آنزیم به جیره قرار نگرفت و اختلاف معنی داري مشاهده نگردید

رفتار شناسی

نتایج تجزیه آماری داده های جمع آوری شده در طول مدت انجام آزمایش نشان داد که اثرات اندازه ذرات مختلف جو بر رفتار شناسی جوجه های گوشتی در دوره

رشد و کل دوره معنی دار ($P < 0/05$) بوده (جدول ۷) و تفاوت معنی داري بین گروه های تغذیه شده با جیره های بر پایه جو داراي اندازه ذرات مختلف مشاهده گردید. در دوره رشد، پرندگان تغذیه شده با جیره داراي ذرات ریز بیشترین درصد رفتار در حال خوراك خوردن را نشان دادند که در مقایسه با جو سالم و متوسط معنی دار بود ($P < 0/05$)، پرندگان دریافت کننده جو سالم نیز کمترین درصد رفتار در حال خوراك خوردن را نشان دادند که در مقایسه با دو گروه دیگر اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$)، پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه حاوی ذرات ریز کمترین درصد رفتار در حال ایستادن را به خود اختصاص دادند که در مقایسه با جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه دانه های سالم جو اختلاف معنی داري را نشان دادند ($P < 0/05$)، بیشترین درصد رفتار در حال ایستادن در این دوره نیز متعلق به گروه دریافت کننده دانه های سالم بود. در کل دوره نیز پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه ذرات ریز بیشترین درصد رفتار در حال خوراك خوردن را به خود اختصاص دادند که در مقایسه با دو گروه دیگر اختلاف معنی دار بود ($P < 0/05$)، جوجه های تغذیه شده با جیره بر پایه دانه های سالم کمترین درصد رفتار در حال تمیز کردن را نشان دادند که در مقایسه با دو گروه دیگر اختلاف معنی دار ($P < 0/05$) بود. جوجه های گوشتی دریافت کننده جیره حاوی جو داراي اندازه ذرات ریز کمترین درصد رفتار در حال ایستادن را به خود اختصاص دادند که با گروه آزمایشی دریافت کننده دانه های جو سالم اختلاف معنی داري ($P < 0/05$)، را نشان دادند. همچنین نتایج این آزمایش نشان داد که افزودن آنزیم به جیره داراي تأثیر معنی داري ($P < 0/05$) بر درصد رفتار پرندگان در حال آب خوردن در دوره رشد و کل دوره بود، به طوری که جوجه های تغذیه شده با جیره های حاوی آنزیم داراي درصد رفتار در حال آب خوردن پایین تري نسبت به گروه های تغذیه شده با جیره های بدون آنزیم بودند. افزودن آنزیم به جیره فاقد تأثیر معنی دار بر درصد دیگر الگوهای رفتارشناسی شامل رفتار خوراك خوردن، راه رفتن، استراحت، تمیز کردن خود و ایستادن در دوره رشد، پایانی و کل دوره پرورش بود

جدول ۲. اثرات اندازه ذرات جو و مکمل آنزیم بر افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی

CV	SEM	آنزیم		اندازه ذرات		
		بدون آنزیم	با آنزیم	ریز	متوسط	سالم
۹۶۱/۴	۰۴۱/۶	۱۸/۶۰۸	۵۸/۵۸۹	^a ۲۸/۶۲۰	^b ۶۴/۵۸۷	^b ۷۲/۵۸۸
۸۲۸/۶	۸۸۵/۱۷	۶۱/۱۲۳۱	۲۹/۱۲۲۶	^a ۸۶/۱۲۶۸	^{ab} ۵۵/۱۲۴۷	^b ۴۴/۱۱۷۰
۲۲۷/۵	۳۷۲/۱۹	۴۷/۱۸۳۳	۱۹/۱۸۲۰	^a ۱۴/۱۸۸۸	^{ab} ۱۹/۱۸۳۴	^b ۱۷/۱۷۵۸
۹۸۶/۲	۳۵۰/۵	۵۰/۹۱۳	۱۰/۹۱۶	۹۹/۸۹۹	۸۳/۹۱۳	۰۸/۹۱۴
۸۶۹/۴	۱۶۳/۲۸	^a ۶۶/۲۹۴۴	^b ۳۷/۲۸۲۷	۲۸/۲۸۶۳	۳۵/۲۹۳۲	۴۲/۲۸۶۴
۹۹۹/۳	۳۸۱/۳۰	^a ۱۶/۳۸۵۵	^b ۴۷/۳۷۳۳	۲۷/۳۷۶۱	۱۷/۳۸۴۴	۵۰/۳۷۷۷
۷۹۷/۴	۰۱۳/۰	۵۹/۱	۶۳/۱	^b ۵۵/۱	^a ۶۶/۱	^a ۶۵/۱
۰۱۸/۶	۰۶۸/۰	^a ۵۱/۲	^b ۳۹/۲	^b ۳۶/۲	^b ۴۵/۲	^a ۵۵/۲
۶۶۳/۴	۰۱۷/۰	^a ۱۱/۲	^b ۰۶/۲	^b ۹۸/۱	^a ۱۱/۲	^a ۱۶/۲

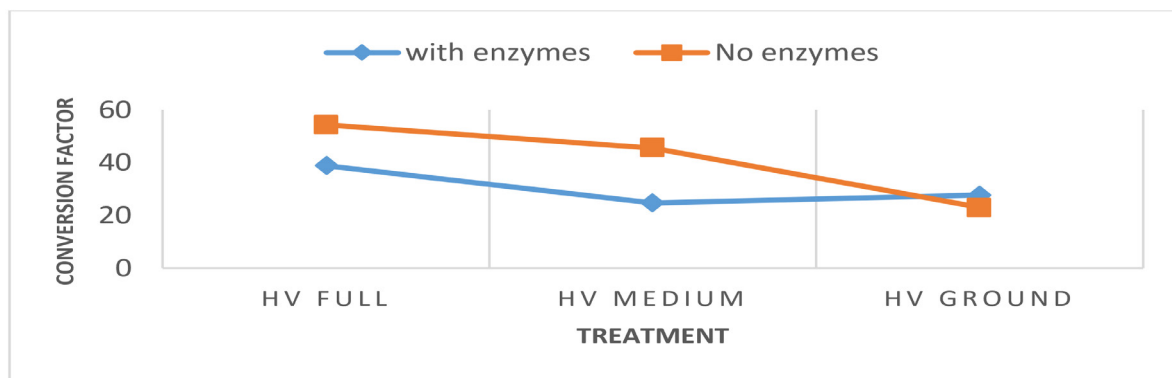
a-b: میانگین‌های داخل هر ردیف (مربوط به هر عامل) با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

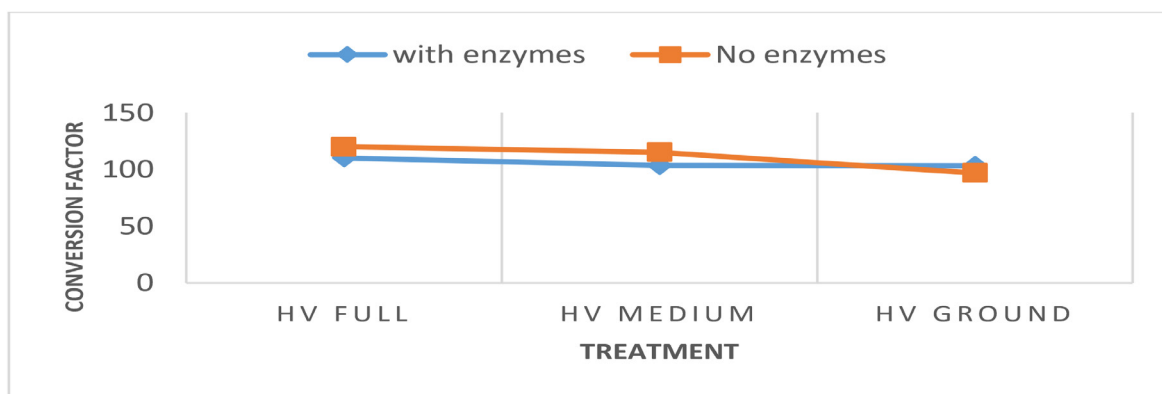
CV: ضریب تغییرات

جدول ۳. نتایج سطح احتمال اندازه ذرات جو و مکمل آنزیم و اثر متقابل بر افزایش وزن بدن، خوراک مصرفی و ضریب تبدیل خوراک در جوجه‌های گوشتی

سطح احتمال		
اندازه ذرات × آنزیم	آنزیم	اندازه ذرات
۰/۹۰۵	۰/۱۰۹	۰/۰۴۶
۰/۵۱۴	۰/۸۷۶	۰/۰۵۶
۰/۵۹۰	۰/۷۱۱	۰/۰۱۷
۰/۵۳۴	۰/۷۱۵	۰/۵۳۹
۰/۱۸۷	۰/۰۴۲	۰/۴۶۸
۰/۲۵۱	۰/۰۵۱	۰/۴۷۴
۰/۵۸۶	۰/۰۹۷	۰/۰۰۱
۰/۰۳۵	۰/۰۱۲	۰/۰۰۳
۰/۰۲۹	۰/۰۳۹	۰/۰۰۱



شکل ۱. اثرات متقابل اندازه ذرات جو و مکمل آنزیم بر مقادیر ضریب تبدیل خوراک در دوره پایانی پرورش جوجه‌های گوشتی



شکل ۲. اثرات متقابل اندازه ذرات جو و مکمل آنزیم بر مقادیر ضریب تبدیل خوراک در کل دوره پرورش جوجه‌های گوشتی

جدول ۴. اثرات اندازه ذرات گندم و افزودن آنزیم بر درصد تلفات و شاخص کارایی تولید در جوجه‌های گوشتی

تلفات	اندازه ذرات			آنزیم		CV	SEM
	سالم	متوسط	ریز	با آنزیم	بدون آنزیم		
دوره رشد ۷-۲۱ (روزگی)	۱۲/۳	۰	۱۲/۳	۶۹/۰	۴۷/۳	۶۷۰/۲۱۲	۹۰۴/۰
دوره پایانی ۲۲-۴۲ (روزگی)	۱۲/۳	۰	۰/۸	۷۷/۲	۶۹/۰	۱۲۸/۱۹۹	۷۰۵/۰
کل دوره ۷-۴۲ (روزگی)	۲۴/۶	۰	۲۰/۵	۴۶/۳	۱۶/۴	۳۴۳/۱۵۷	۲۲۶/۱
شاخص کارایی تولید							
کل دوره ۷-۴۲ (روزگی)	^b ۸۲/۲۱۹	^a ۱۸/۲۵۰	^a ۹۷/۲۵۶	۹۱/۲۴۴	۷۳/۲۳۹	۸۴۶/۱۱	۸۵۹/۵

a-b: میانگین‌های داخل هر ردیف (مربوط به هر عامل) با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

SEM: خطای استاندارد میانگین‌ها

CV: ضریب تغییرات

جدول ۱.۵ اثرات اندازه ذرات گندم و افزودن آنزیم بر درصد تلفات و شاخص کارایی تولید در جوجه‌های گوشتی

2. روزگی	اندازه ذرات		آنزیم		سطح احتمال	
	سالم	متوسط	ریز	با آنزیم بدون آنزیم CV SEM	اندازه ذرات	آنزیم
وزن نسبی دئودنوم	۹/۳۴	۱۰/۶۵	۹/۳۱	۹/۳۷	۱۰/۱۷	۰/۴۶ ۱۸/۵۰ ۰/۳۵
وزن نسبی ژژنوم	۱۹/۵۶	۱۸/۴۶	۱۸/۸۳	۱۷/۷۰ ^b	۲۰/۲۱ ^a	۰/۶۲ ۱۳/۷۷ ۰/۷۰
وزن نسبی ایلئوم	۱۶/۴۲	۱۶/۷۱	۱۷/۱۱	۱۶/۳۱	۱۷/۲۴	۰/۴۸ ۱۱/۴۶ ۰/۸۱
وزن نسبی روده باریک	۴۵/۱۳	۴۵/۶۳	۴۵/۱۴	۴۳/۱۸ ^b	۴۷/۴۲ ^a	۱/۱۲ ۱۱/۲۱ ۱/۰۷
وزن نسبی سکوم	۴/۵۶	۴/۷۹	۴/۷۴	۴/۷۴	۴/۷۱	۰/۲۵ ۱۵/۹۸ ۰/۸۹
طول نسبی دئودنوم	۲۷/۷۳ ^b	۳۱/۵۰ ^a	۳۰/۲۱ ^{ab}	۲۹/۹۲	۲۹/۷۳	۰/۷۷ ۱۱/۱۷ ۰/۱۴
طول نسبی ژژنوم	۶۹/۸۷	۷۱/۸۳	۶۵/۳۷	۶۸/۵۵	۶۹/۴۹	۱/۹۳ ۱۳/۱۵ ۰/۴۷
طول نسبی ایلئوم	۶۷/۱۴	۷۲/۸۸	۷۳/۳۳	۷۱/۵۷	۷۰/۶۷	۱/۳۱ ۸/۴۹ ۰/۱۷
طول نسبی روده باریک	۱۶۴/۵۵	۱۷۵/۹۸	۱۶۸/۷۱	۱۶۹/۸۵	۱۶۹/۷۰	۲/۷۶ ۷/۷۸ ۰/۳۳
طول نسبی سکوم	۱۴/۸۲	۱۶/۲۸	۱۶/۶۴	۱۶/۳۰	۱۵/۵۳	۰/۴۹ ۱۲/۴۵ ۰/۲۴
۴۲ روزگی						
وزن نسبی دئودنوم	۶/۱۲	۶/۴۶	۵/۹۶	۶/۱۴	۶/۲۱	۰/۳۸ ۲۳/۳۶ ۰/۹۹
وزن نسبی ژژنوم	۱۲/۱۷	۱۲/۳۵	۱۱/۳۶	۱۱/۶۶	۱۲/۲۶	۰/۳۸ ۱۱/۸۷ ۰/۴۴
وزن نسبی ایلئوم	۱۰/۹۷	۱۱/۸۲	۱۱/۷۶	۱۱/۴۷	۱۱/۵۶	۰/۴۳ ۱۴/۵۵ ۰/۶۳
وزن نسبی روده باریک	۲۹/۰۶	۳۰/۴۴	۲۸/۸۸	۲۹/۰۸	۲۹/۸۵	۰/۷۹ ۱۱/۷۴ ۰/۷۱
وزن نسبی سکوم	۴/۱۵	۴/۰۶	۴/۲۴	۴/۰۲	۴/۲۴	۰/۱۹ ۱۲/۴۱ ۰/۹۱
طول نسبی دئودنوم	۱۵/۰۱	۱۳/۹۸	۱۴/۰۴	۱۴/۵۴	۱۴/۱۶	۰/۴۰ ۱۰/۴۲ ۰/۳۵
طول نسبی ژژنوم	۳۳/۸۳	۳۴/۴۶	۳۲/۹۲	۳۳/۷۶	۳۳/۷۲	۰/۸۳ ۱۰/۷۸ ۱/۰۸
طول نسبی ایلئوم	۳۵/۰۴	۳۶/۶۰	۳۶/۱۱	۳۶/۰۲	۳۵/۷۵	۰/۹۸ ۱۲/۱۷ ۰/۸۹
طول نسبی روده باریک	۸۳/۷۲	۸۴/۸۵	۸۲/۸۸	۸۴/۱۹	۸۳/۴۴	۱/۷۸ ۹/۹۵ ۱/۰۱
طول نسبی سکوم	۹/۱۱	۹/۳۸	۹/۲۱	۹/۳۳	۹/۱۴	۰/۳۱ ۱۱/۱۳ ۰/۹۵

a-b: میانگین‌های داخل هر ردیف (مربوط به هر عامل) با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

SEM خطای استاندارد میانگین‌ها

CV: ضریب تغییرات

جدول ۱. اثرات اندازه ذرات گندم و افزودن آنزیم بر درصد تلفات و شاخص کارایی تولید در جوجه‌های گوشتی

سطح احتمال	آنزیم		اندازه ذرات		SEM	CV	اندازه ذرات آنزیم	اندازه ذرات آنزیم	متوسط	ریز	با آنزیم بدون آنزیم	سالم	روزگی
۰/۵۶	۰/۴۳	۰/۳۰	۳/۴۴	۳/۸۵	۵۶۳/۸۱	۵۵۶/۵۴	۵۵۳/۳۰	۵۶۹/۵۶	۵۵۷/۶۶	۵۵۷/۶۶	۵۵۷/۶۶	۵۵۷/۶۶	لاشه شکم خالی
۱/۰۱	۰/۷۴	۰/۴۲	۶/۱۹	۲/۳۷	۱۹۴/۱۷	۱۹۱/۹۰	۱۹۲/۵۴	۱۹۷/۸۱	۱۸۸/۷۵	۱۸۸/۷۵	۱۸۸/۷۵	۱۸۸/۷۵	سینه
۰/۲۳	۰/۵۸	۰/۷۲	۵/۲۱	۱/۸۹	۱۸۳/۴۱	۱۸۰/۹۲	۱۷۹/۷۶	۱۸۳/۰۲	۱۸۳/۷۱	۱۸۳/۷۱	۱۸۳/۷۱	۱۸۳/۷۱	ران
۰/۵۳	۰/۲۸	۰/۳۲	۱۰/۱۱	۰/۲۰	۵/۵۷	۵/۲۸	۵/۳۸	۵/۶۷	۵/۲۲	۵/۲۲	۵/۲۲	۵/۲۲	قلب
۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۲۷	۴۸/۳۹	۰/۵۲	۴/۱۴	۴/۶۴	۳/۴۲	۴/۳۴	۵/۴۱	۵/۴۱	۵/۴۱	۵/۴۱	چربی محوطه شکمی
۰/۸۴	۰/۹۹	۰/۹۵	۲۰/۹۲	۰/۳۴	۵/۸۲	۵/۷۴	۵/۵۵	۵/۸۰	۵/۹۷	۵/۹۷	۵/۹۷	۵/۹۷	چینه دان
۰/۹۷	۱/۰۹	۰/۹۰	۱۳/۲۴	۰/۲۸	۷/۰۰	۶/۹۹	۷/۰۴	۷/۱۴	۶/۸۱	۶/۸۱	۶/۸۱	۶/۸۱	پیش معده
۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۱۲	۱۶/۱۴	۱/۰۴	۲۹/۱۹	۲۸/۷۴	۲۵/۴۲ ^b	۲۹/۶۸ ^{ab}	۳۱/۷۸ ^a	۳۱/۷۸ ^a	۳۱/۷۸ ^a	۳۱/۷۸ ^a	سنگدان
۰/۸۴	۰/۶۶	۰/۲۳	۱۱/۴۷	۰/۸۵	۳۲/۳۴	۳۳/۲۲	۳۲/۳۸	۳۴/۸۹	۳۱/۰۷	۳۱/۰۷	۳۱/۰۷	۳۱/۰۷	کبد
۰/۳۳	۰/۵۵	۰/۸۷	۱۷/۶۲	۰/۲۲	۳/۷۱	۳/۵۱	۳/۵۲	۳/۷۴	۳/۵۷	۳/۵۷	۳/۵۷	۳/۵۷	پانکراس
۴۲ روزگی													
۰/۷۴	۰/۶۲	۰/۵۸	۳/۷۴	۴/۷۴	۶۳۱/۰۲	۶۳۷/۳۳	۶۴۲/۲۲	۶۳۲/۴۱	۶۲۷/۹۱	۶۲۷/۹۱	۶۲۷/۹۱	۶۲۷/۹۱	لاشه شکم خالی
۰/۷۶	۰/۸۳	۰/۲۹	۸/۹۵	۴/۳۰	۲۴۱/۰۳	۲۴۳/۹۲	۲۵۲/۳۳	۲۴۲/۴۵	۲۳۲/۶۵	۲۳۲/۶۵	۲۳۲/۶۵	۲۳۲/۶۵	سینه
۰/۶۰	۰/۶۱	۰/۹۷	۵/۴۸	۲/۱۸	۱۹۷/۹۲	۲۰۰/۹۰	۱۹۷/۸۰	۱۹۹/۹۳	۲۰۰/۵۰	۲۰۰/۵۰	۲۰۰/۵۰	۲۰۰/۵۰	ران
۰/۵۸	۱/۰۲	۰/۴۶	۱۱/۶۶	۰/۲۰	۴/۶۴	۴/۶۲	۴/۶۶	۴/۴۲	۴/۸۱	۴/۸۱	۴/۸۱	۴/۸۱	قلب
۰/۸۲	۰/۶۷	۰/۸۷	۲۹/۵۰	۰/۶۹	۱۰/۳۳	۹/۶۱	۱۰/۶۰	۹/۵۱	۹/۸۰	۹/۸۰	۹/۸۰	۹/۸۰	چربی محوطه شکمی
۰/۲۴	۰/۴۳	۰/۲۶	۱۷/۵۲	۰/۲۴	۴/۱۶	۳/۹۱	۳/۶۸	۴/۱۲	۴/۳۰	۴/۳۰	۴/۳۰	۴/۳۰	چینه دان
۰/۶۴	۰/۹۰	۱/۰۹	۱۲/۴۵	۰/۲۱	۴/۶۷	۴/۶۱	۴/۶۵	۴/۶۳	۴/۶۴	۴/۶۴	۴/۶۴	۴/۶۴	پیش معده
۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۱۰۹	۱۷/۱۲	۰/۸۷	۲۱/۵۸	۲۳/۳۳	۱۹/۵۶ ^b	۲۴/۱۹ ^a	۲۳/۶۱ ^a	۲۳/۶۱ ^a	۲۳/۶۱ ^a	۲۳/۶۱ ^a	سنگدان
۱/۰۵	۰/۱۸	۰/۲۲	۱۲/۹۱	۰/۶۶	۲۲/۵۰	۲۰/۹۹	۲۰/۳۰	۲۳/۲۱	۲۱/۷۲	۲۱/۷۲	۲۱/۷۲	۲۱/۷۲	کبد
۱/۰۷	۰/۵۴	۰/۸۹	۱۵/۶۱	۰/۱۷	۲/۴۸	۲/۳۶	۲/۳۷	۲/۳۹	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۰	پانکراس

a-b: میانگین‌های داخل هر ردیف (مربوط به هر عامل) با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

SEM خطای استاندارد میانگین‌ها

CV: ضریب تغییرات

جدول ۷. اثرات اندازه ذرات گندم و افزودن آنزیم بر درصد تلفات و شاخص کارایی تولید در جوجه‌های گوشتی

CV	SEM	آنزیم		اندازه ذرات			
		بدون آنزیم	با آنزیم	ریز	متوسط	سالم	
۲۱/۶۱	۰/۶۲	۱۴/۴۳	۱۴/۷۶	۱۴/۵۷ ^a	۱۴/۲۴ ^b	۱۲/۱۳ ^c	خوراک خوردن (%)
۲۹/۱۵	۰/۴۴	۸/۱۵ ^a	۶/۳۷ ^b	۶/۳۷	۷/۴۲	۷/۶۰	آب خوردن (%)
۲۴/۰۳	۰/۲۸	۴/۱۰	۴/۷۴	۴/۶۸	۴/۴۷	۴/۹۹	راه رفتن (%)
۶/۹۰	۰/۸۵	۶۶/۷۰	۶۶/۹۰	۶۸/۲۹	۶۶/۱۴	۶۷/۴۸	استراحت (%)
۲۸/۴۹	۰/۲۶	۳/۲۰	۳/۵۵	۳/۷۹	۳/۹۸	۳/۱۰	تمیز کردن (%)
۵۸/۱۰	۰/۴۹	۴/۰۲	۴/۲۸	۲/۹۰ ^b	۴/۳۵ ^{ab}	۵/۳۰ ^a	ایستادن (%)
۲۹/۶۸	۰/۹۳	۱۲/۴۶	۱۱/۷۷	۱۳/۶۷	۱۱/۵۳	۱۱/۱۳	خوراک خوردن (%)
۲۶/۰۴	۰/۴۳	۵/۷۹	۵/۳۹	۵/۸۰	۵/۳۲	۵/۶۵	آب خوردن (%)
۳۷/۳۷	۰/۳۴	۲/۷۵	۲/۹۳	۲/۶۶	۲/۷۸	۳/۰۷	راه رفتن (%)
۶/۷۰	۱/۲۲	۷۱/۷۹	۷۲/۹۳	۷۰/۸۱	۷۳/۴۴	۷۳/۰۶	استراحت (%)
۳۰/۷۳	۰/۳۷	۴/۲۳	۴/۲۵	۴/۶۲	۴/۰۲	۳/۰۳	تمیز کردن (%)
۳۸/۶۷	۰/۴۲	۳/۵۸	۳/۳۳	۳/۰۴	۳/۵۱	۴/۶۰	ایستادن (%)
۲۵/۳۴	۰/۵۷	۱۳/۴۴	۱۳/۲۶	۱۴/۱۳ ^a	۱۲/۸۸ ^b	۱۱/۶۳ ^b	خوراک خوردن (%)
۳۰/۹۱	۰/۳۷	۷/۰۳ ^a	۵/۸۸ ^b	۶/۰۸	۶/۳۷	۶/۶۳	آب خوردن (%)
۳۵/۵۸	۰/۲۹	۳/۴۲	۳/۸۳	۳/۶۷	۳/۶۲	۴/۰۳	راه رفتن (%)
۷/۸۵	۰/۸۲	۶۹/۲۴	۶۹/۹۱	۶۹/۵۵	۶۹/۸۰	۷۰/۲۷	استراحت (%)
۲۹/۲۹	۰/۲۴	۳/۷۱	۳/۹۰	۴/۲۰ ^a	۴/۰۰ ^a	۳/۱۰ ^b	تمیز کردن (%)
۵۳/۳۶	۰/۳۸	۳/۷۷	۳/۸۰	۲/۹۷ ^b	۳/۹۴ ^{ab}	۴/۹۵ ^a	ایستادن (%)

a-b: میانگین‌های داخل هر ردیف (مربوط به هر عامل) با حروف مشابه تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

SEM خطای استاندارد میانگین‌ها

CV: ضریب تغییرات

بحث

در مطالعه حاضر استفاده از جو سالم نسبت به جو دارای ذرات ریز منجر کاهش وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل خوراک گردیده است. بر خلاف نتایج حاضر Hetland و همکاران در سال ۲۰۲۳ گزارش نمودند، جوجه هایی که از دانه کامل جو تغذیه شده بودند در مقایسه با جو آسیاب شده از افزایش وزن و بازده غذایی بهتری برخوردار بودند. در توافق با نتایج این آزمایش، گزارش های بانفیلد و همکاران در سال ۲۰۱۲ بیانگر آن است که پرندگانی که از دانه کامل جو در ترکیب جیره استفاده کرده بودند نسبت به جو آسیاب شده از وزن بدن پایین تری برخوردار بودند. Covasa و همکاران در سال ۲۰۲۱ کاهش وزن معنی داری را در جوجه هایی که با جیره ی بیش از ۳۰ درصد دانه کامل جو تغذیه شده بودند گزارش کردند (۱۷). بررسی های یانسر در سال ۲۰۱۷ نشان داد که دانه کامل جو در جیره باعث افزایش معنی دار خوراک مصرفی نسبت به جو آسیاب شده گردید که دلیل آن را کاهش قابلیت دسترسی انرژی قابل متابولیسم دانه کامل جو در مقایسه با جو آسیاب شده گزارش کرد. کریمی و همکاران در سال ۲۰۱۰ گزارش کردند که کاهش اندازه ذرات دانه باعث شکسته شده لایه بیرونی و بنابراین شکستن اندوسپرم آن می شود (۱۸). خرد کردن دانه باعث افزایش تعداد ذرات خوراک شده و بنابراین نواحی سطحی دانه را نسبت به حجم آن افزایش می دهد که این خود منجر به افزایش قابل دسترسی ترکیبات مغذی دانه به آنزیم های هضمی شده و راندمان هضمی را افزایش می دهد و در نتیجه آن بهبود عملکرد پرنده را به دنبال خواهد داشت (۱۶).

اندازه ذرات ریز جو باعث کاهش احتیاجات خرد کردن سنگدان شده به طوریکه عمل آن نیز جهت انتقال مواد هضمی کاهش پیدا کرده است و در نتیجه آن سنگدان از لحاظ فیزیکی به طور کامل توسعه پیدا نکرده باشد. به طور کلی آزمایش رفتار شناسی نشان می دهد که ریزتر بودن اندازه ذرات خوراک فعالیت نوک زدن را در پرندگان افزایش داده و سبب شده است که پرندگان وقت و انرژی بیشتری را صرف خوراک خوردن کنند صرف انرژی بیشتر جهت خوراک خوردن، خود سبب کاهش انرژی تولیدی شده و بنابراین می تواند عملکرد پرنده را کاهش دهد. بلعکس درصد پرندگان در حال ایستادن با ریزتر بودن

اندازه ذرات کاهش پیدا کرده و سبب شده است که پرنده انرژی کمتری را در این زمینه صرف کرده و انرژی صرف شده ناشی از خوراک خوردن را جبران کند (۱۹). در مطالعه حاضر استفاده از آنزیم زایلاناز- بتاگلوکاناز سبب کاهش خوراک مصرفی و بهبود ضریب تبدیل خوراک گردیده است. گوتیرز Gao در سال ۲۰۱۷ گزارش کردند که در دوره رشد، خوراک مصرفی روزانه در جوجه های تغذیه شده با جیره های بدون آنزیم نسبت به پرندگانی که جیره های حاوی آنزیم دریافت کردند، بیشتر بود که با مطالعه کنونی نیز همخوانی داشت. همچنین خوراک مصرفی روزانه پرندگان تغذیه شده با جیره های حاوی مکمل آنزیم افزایش نیافت. Hetland و همکاران در مطالعه خود در سال ۲۰۱۴ مشاهده کردند که مکمل زایلاناز مصرف خوراک را در جیره های بر پایه جو در سرتاسر دوره آزمایش کاهش داد. جیره های حاوی جو دارای سطوح قابل توجهی پنتوزان بودند که پیشنهاد شد بهبود حاصل از مکمل زایلاناز به واسطه کاهش غلظت پنتوزان در دستگاه گوارش توأم با کاهش ویسکوزیته محتویات روده در جیره های حاوی جو بود. بهبود حاصل از مکمل زایلاناز در جیره های مورد مطالعه احتمالاً به واسطه کاهش غلظت پنتوزان و ویسکوزیته مواد گوارشی در دستگاه گوارش، افزایش قابلیت دسترسی به انرژی قابل متابولیسم جیره ها و همچنین افزایش هضم و جذب مواد مغذی بوده است (۲۰ و ۲۱).

مطالعات نشان داده است که افزودن آنزیم به جیره های بر پایه جو ضریب تبدیل خوراک را به طور معنی داری بهبود می بخشد (۱۶ و ۲۱). ویسکوزیته بالای روده می تواند سرعت عبور مواد گوارشی را کند نماید و با کاهش فشار اکسیژن تغییرات قابل توجهی در تعادل میکروبی روده به وجود آورد و محیط نسبتاً پایدار می باشد که میکروفلورای تخمیر کننده می توانند در آنجا مستقر شوند. این عامل موجب تکثیر میکروفلورای روده می شود و پیامد هایی چون تولید اسیدهای چرب فرار، اسید لاکتیک و همچنین کاهش میزان pH را به همراه دارد. مکمل آنزیمی می تواند به طور معنی داری بر جمعیت میکروبی روده تأثیر گذاشته و تخمیر در ایلئوم را کاهش و تخمیر در سکوم را افزایش دهد (۲۲).

ممکن است هیدرولیز شود که احتمالاً فعالیت‌های ترشحی اندام‌های گوارشی را تقلیل می‌دهد و از اینرو اندازه اندام‌های گوارشی کاهش می‌یابد (۲۲ و ۲۳). در این مطالعه افزودن آنزیم به جیره حاوی جو به طور معنی‌داری وزن‌های نسبی دئودنوم، ژژنوم، را در جوجه‌های ۲۱ روزه کاهش داد. دلیل کاهش معنی‌دار وزن نسبی ژژنوم تحت تأثیر مکمل آنزیمی در ۲۱ روزگی را می‌توان احتمالاً کاهش ویسکوزیته مواد گوارشی هیدرولیز نسبت بیشتری از پلی‌ساکارید غیر نشاسته‌ای و کاهش فعالیت‌های ترشحی اندام‌های گوارشی و در نتیجه کوچک شدن اندازه اندام توضیح داد (۲۴ و ۲۱). Amerah و همکاران در سال ۲۰۱۷ نشان دادند که به دنبال استفاده از مکمل زایلاناز در جیره بر پایه گندم در جوجه‌های گوشتی، کم شدن در وزن اجزاء دستگاه گوارش به دست خواهد آمد که می‌توان آن را ناشی از اثرات معکوس ویسکوزیته آرابینوزایلاناز موجود در گندم گزارش کردند که منجر به کاهش احتیاجات مخلوط کردن و کاهش احتیاجات جهت ترشح آنزیم‌های اندورژنوس می‌گردد. Svihus و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش کرد که وزن نسبی بالاتر روده پرندگان تغذیه شده با جیره حاوی جو فاقد مکمل آنزیمی، احتمالاً ناشی از افزایش ویسکوزیته به دلیل حضور پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای محلول در آب موجود در گندم، کاهش حرکات روده و در نتیجه آن افزایش فعالیت میکروبی است که منجر به تحریک رشد روده شده است (۲۴ و ۲۵).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مکمل آنزیمی ضریب تبدیل خوراک را در دوره پایانی و کل دوره بهبود داد که این بهبود قابل استناد به کاهش ویسکوزیته مواد گوارشی در دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم، هضم بالای مواد مغذی و کاهش قابلیت دسترسی مواد مغذی برای تخمیر باکتریایی در روده باریک، بهبود استفاده از انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم پروتئین و کربوهیدرات‌ها، درگیری قابل توجه میکروفلورای روده در پاسخ به مکمل آنزیمی و ظرفیت بیشتر پرندگان با افزایش سن آن‌ها به اثرات ویسکوزیته بالا به دلیل افزایش یافتن ظرفیت تخمیر در روده و همچنین کاهش خوراک مصرفی جوجه‌ها و در نتیجه کاهش ضریب تبدیل خوراک نسبت داد (۲۳). مطالعات نشان دادند که افزودن زایلاناز می‌تواند به طور معنی‌داری وزن نسبی دئودنوم، ژژنوم، ایلئوم و روده باریک را کاهش دهد. Gao و همکاران در نتایج خود پیشنهاد کردند که دلیل وزن‌های نسبتاً سنگین‌تر روده پرندگان تغذیه شده با جیره بر پایه جو بدون مکمل آنزیمی احتمالاً افزایش ویسکوزیته مواد گوارشی، کاهش تحرک روده و حاصل افزایش فعالیت میکروبی عوامل پاتوژن و بیماری‌زا بوده است که رشد بافت روده را تحریک کردند. در این مطالعه مکمل زایلاناز ویسکوزیته را کاهش داده است و این ممکن است کاهش مشاهده شده در وزن روده را توضیح دهد. همچنین آنها مشاهده کردند که هنگامی زایلاناز به جیره بر پایه سویا افزوده شد نسبت بیشتری از پلی‌ساکاریدهای غیر نشاسته‌ای

نتیجه‌گیری

وزن نسبی ژژنوم و وزن نسبی کل روده باریک را کاهش داد. اثر اندازه ذرات جو بر وزن نسبی سنگدان معنی‌دار بود پرندگان دریافت‌کننده جو سالم در مقایسه با جو به صورت ذرات ریز سنگدان بزرگ‌تری را داشتند. همچنین استفاده همزمان از جو سالم و جو دارای ذرات متوسط ۵ میلی‌متری و ۵۰ گرم در تن آنزیم زایلاناز-بتاگلوکاناز در جیره منجر به بهبود ضریب تبدیل خوراک گردید. یافته‌های این مطالعه نشان داد که اثرات مفید آنزیم تحت تأثیر اندازه ذرات قرار گرفت و میتوان با تغییر اندازه ذرات جو، اثرات آنزیم را بهبود داد

در این آزمایش استفاده از ۵۰۰ گرم در تن آنزیم زایلاناز-بتاگلوکاناز در جیره بر پایه جو منجر به کاهش مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل خوراک شد به طوریکه جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جو دارای ذرات ریز افزایش وزن بیشتر و ضریب تبدیل خوراک بهتری را نشان دادند. مکمل آنزیم نیز اثری بر افزایش وزن بدن نداشت. اندازه ذرات جو به طور معنی‌داری شاخص کارایی تولید را نیز تحت تأثیر قرار داد به طوری که پرندگان دریافت‌کننده جیره دارای جوسالم پایین‌ترین شاخص کارایی را نشان دادند. افزودن آنزیم به جیره به طور معنی‌داری

References

1. Houshmandi, Yaghoobfar, Bojarpour, Salari. 2018. The effect of processing diets containing barley varieties on morphological characteristics, enzymatic activity and concentration of small intestinal volatile fatty acids and serum lipids of broiler chickens. *Journal of Veterinary Research*. 2018.142263.2429, 73(4), 403-418. **Doi:10. 22059/ jvr**
2. Eley, P. and Bell, J.C. 2018. Particle of broiler food as a factor in the consumption and excretion of water. *Poultry Science* 27:660. **Doi:10.3382/ps/pey043**
3. Engberg, R. M., Hedemann, M. S. and Jensen, B. B. 2012. The influence of grinding and pelleting of feed on the microbial composition and activity in the digestive tract of broiler chickens. *British Poultry Science*, 43: 569-579. **Doi:10.1080/0007166022000004480**
4. Gao, F., Jiang, Y., Zhou, G. H. and Han, Z. K., 2008. The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters, and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 142: 173-184. **Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.07.008**
5. Cumming, R. B. 2009. Opportunities for whole grain feeding. Pages 219-222 in *Proceedings of the 9th European Poultry Conference*, Vol. 2, World Poultry Science Association, Glasgow, United Kingdom. **Doi:10.5555/20091409381**
6. Covasa, M. and Forbes, J.M. 2006. Effect of prior experience and training on diet selection of broiler chicken using wheat. *Applied Animal Behaviour Science*. 46: 229-242. **Doi:10.1016/0168-1591(95)00645-1**
7. Gabriel, I., Mallet, S. and Leconte, M. 2013. Differences in the digestive tract characteristics of broiler chickens fed on complete pelleted diet or on whole wheat added to pelleted protein concentrate. *British Poultry Science*, 44: 283-290. **Doi:10.1080/0007166031000096470**
8. Viveros, A., Brenes, A., Pizzaro, M. & Castano, M. 2004. Effect of enzyme supplementation of a diet based on barley, an autoclave treatment, on apparent digestibility, growth performance and gut morphology of broilers. *Animal Feed Science Technology*, 48, 237-251. **Doi:10.1016/0377-8401(94)90175-9**
9. Amerah, A.M. 2018. Feed particle size, whole wheat inclusion and xylanase supplementation in broiler diets: influence on the performance, digesta characteristics and digestive tract development.
10. Denbow, D.M. 2016. *Gastrointestinal anatomy and physiology*. In: Sturkie Avian physiology, 5th edition. Academic Press, San Diego, CA, USA, pp.299-325. **Doi:10.1016/B978-0-12-407160-5.00014-2**
11. Cabrera, M. R. 2011. Effects of sorghum genotype and particle size on milling characteristics and performance of finishing pigs, broiler chicks, and laying hens. Master's Thesis, Kansas State University. **Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2015.01.017**
12. Ferket, P. R. and Gernat, A. G. 2006. Factors that affect feed intake of meat birds. *International Journal of Poultry Science*, 5: 905-911. **Doi:1746437cd06dfa59e3eae52c657aa50b1ab86373**
13. Waldroup, P.W. 2021. particle size reduction of cereal grains and its significance in poultry nutrition. Technical Bulletin PO34-2021, American Soybean Association, Singapore. pp. 14. **Doi: 10.1016/j.jare.2023.09.016**
14. Karimi, A., Bedford, M., Kamyab, A. and Moradi, M., 2020. Comparative effects of xylanase supplementation on broiler, broiler breeder and layer chick performance and feed utilization on wheat-based diet. *Journal Poultry Science*. 44: 322-329. **Doi: 10.1016/j.aninu.2020.05.012**
15. Hetland, H., Svihus, B. and Olaisen, V. 2023. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science* 43: 416-423. **Doi:10.3390/ani13152532**
16. Dusel, G., Kluge, H. and Jeroch, H., 2023. Xylanase supplementation of wheat-based rations for broilers: Influence of wheat characteristics. *Journal Applied Poultry Research*. 7: 119-131. **Doi:10.3390/ani13020278**
17. Covasa, M. and Forbes, J.M. 2021. Effect of prior experience and training on diet selection of broiler chicken using wheat. *Applied Animal Behaviour Science*. 46: 229-242. **Doi:10.1080/00071668.2021.1883551**
18. Karimi, A., Bedford, M., Kamyab, A. and Moradi, M., 2020. Comparative effects of xylanase supplementation on broiler, broiler breeder and layer chick performance and feed utilization on wheat-based diet. *Journal Poultry Science*. 44: 322-329.

Doi: 10.1016/j.aninu.2020.05.012

19. Gao, F., Jiang, Y., Zhou, G. H. and Han, Z. K., 2021. The effects of xylanase supplementation on performance, characteristics of the gastrointestinal tract, blood parameters and gut microflora in broilers fed on wheat-based diets. *Animal Feed Science and Technology*. 142: 173-184. **Doi:10.3389/fmicb.2021.706396**

20. Hetland, H., Svihus, B. and Olaisen, V. 2014. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. *British Poultry Science* 43: 416-423. **Doi: 10.22069/psj.2014.22156.2039**

21. Gao, F., Jiang, Y., Zhou, G. H. and Han, Z. K., 2017. The effects of xylanase supplementation on growth, digestion, circulating hormone and metabolite levels, immunity and gut microflora in cockerels fed on wheat-based diets. *British Poultry Science*. 48: 480-488.

22. Wang, Z.R. Qiao, S.Y. Lu, W.Q. and Li, D.F. 2005. Effects of enzyme supplementation on

performance, nutrient digestibility, gastrointestinal morphology, and volatile fatty acid profiles in the hindgut of broilers fed wheat-based diets. *Poultry Science* 84: 875-881. **Doi:10.5713/ab.20.0663**

23. Iji, P. A., 2019. The impact of cereal non-starch polysaccharides on intestinal development and function in broiler chickens. *Worlds Poultry Science*. 55: 375-387. **Doi:10.1080/00439339.2021.1921669**

24. Amerah, A. M., Ravindran, V., Lentle, R. G. and Thomas, D. 2017. Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 63:439-455. Doi: 10.1016/j.psj.2021.101143

25. Svihus, B., Klovstad, KH., Perez., V., Zimonja, O., Sahlstorm, S. and Schuller, R.B. 2014. Physical and nutritonal effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. *Animal Feed Science and Technology*, 117:281-293. **Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2004.08.009**