DOI: 10.22092/VJ.2022.360416.2020
شماره ۱۴۰ پاییز ۱۴۰۲
تحقیقات دامپزشکی و فرآورده‌های بیولوژیک

اثرات استفاده از آب اسیدی شده همراه با شکل استفاده از دانه کامل گندم قبل و بعد از پلت بر عملکرد رشد، ویژگی‌های لاشه، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های ایمنی و خونی در جوجه‌های گوشتی

• مهری سادات مهدوی‌ساداتی
گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، قائم‌شهر، ایران
• وحید رضایی‌پور(نویسنده مسئول)
گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، قائم‌شهر، ایران
• روح‌الله عبدالله‌پور
گروه علوم دامی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر، قائم‌شهر، ایران

تاریخ دریافت: ۰۷-۰۸-۱۴۰۱ تاریخ پذیرش : ۲۸-۰۸-۱۴۰۱
تاریخ بازنگری: ۱۵-۰۸-۱۴۰۱ تاریخ انتشار: ۰۱-۰۷-۱۴۰۲
Email: vrezaeipour@gmail.com

چکیده

استفاده از اسیدهای آلی در آب آشامیدنی و روش استفاده از دانه های کامل غلات در جیره (قبل یا بعد ازپلت) استراتژی‌های موثری در صنعت تغذیه جوجه های گوشتی هستند. لذا، این پژوهش به منظور ارزیابی تاثیر روش‌های مختلف استفاده از دانه گندم در جیره‌های پلت شده بر عملکرد، خصوصیات لاشه، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های ایمنی و خونی در جوجه‌های گوشتی دریافت کننده آب اسیدی شده انجام شد. در این آزمایش ، تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی نر سویه راس ۳۰۸ با ۶ تیمار و ۵ تکرار در یک دوره ۳۵ روزه استفاده شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل ۳×۲ شامل دو سطح استفاده از اسیدهای آلی در آب آشامیدنی (۰ و ۳۵۰ میلی‌لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب) و سه روش استفاده از دانه گندم (خرد شده در پلت، کامل در پلت و کامل بعد از پلت) بود. استفاده از دانه کامل گندم بعد از پلت سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد ($P < ۰/۰۵$). ضرایب قابلیت هضم ایلئومی پروتئین در جوجه‌های دریافت کننده آب اسیدی شده و جیره های حاوی دانه کامل گندم بعد از پلت به طور معنی داری افزایش یافت ($P < ۰/۰۵$). استفاده از دانه کامل گندم قبل از پلت سبب کاهش مقدار تری‌گلیسرید خون شد ($P < ۰/۰۵$). بر اساس نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از آب اسیدی و دانه کامل گندم بعد از پلت سبب افزایش عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی و برخی از ویژگی‌های لاشه در جوجه‌های گوشتی شد.

کلمات کلیدی: دانه گندم، اسید آلی، رشد، جوجه گوشتی

● Veterinary Researches & Biological Products No 140 pp: 12-23

The effects of wheat grain type (whole and ground) pre- and post-pellet on performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and blood immunity and metabolites in broiler chickens received acidified drinking water

By: Mahdavi Sadati, M.S., Department of Animal Sciences, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. Rezaeipour, V., (Corresponding Author) Department of Animal Sciences, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. and Abdullahpour, R., Department of Animal Sciences, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran.

Email: vrezaeipour@gmail.com

Received: 2022-10-29 **Accepted: 2022-11-19**

Revised: 2022-11-06 **Published: 2023-09-23**

Using organic acids in drinking water and whole grain feeding are effective strategies in broiler nutrition. Therefore, A 2 × 3 factorial arrangement of treatments was used to study the effects of acidified drinking water (ADW) as 0 or 350 mL acidifier/1,000 L with three different wheat forms, including ground wheat (GW), whole wheat (WW), or pelleted whole wheat (PWW) on growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and blood parameters of broiler chickens fed pelleted corn-soybean meal-based diets. Three hundred male broiler chickens at 1-d-old were randomly distributed into six treatments of five replicate pens each. WW improved feed conversion ratio (FCR) during all experimental phases ($P < 0.05$). The coefficients of ileal protein digestibility in chickens receiving acidified water and diets containing whole wheat grain after pelleting increased significantly ($P < 0.05$). They used whole wheat grain before the pellet decreased blood triglycerides ($P < 0.05$). Based on the results of this research, it can be concluded that using acidic water and whole wheat grain after pelleting increased growth performance, nutrient digestibility, and some carcass characteristics in broiler chickens.

Key words: wheat grain, organic acid, growth, broiler chickens

مقدمه

دانه‌های غلات اغلب به شکل آسیاب شده قبل از ترکیب شدن در خوراک جوجه‌های گوشتی استفاده می‌شود. با این حال، در سال‌های اخیر استراتژی استفاده از دانه کامل غلات در تغذیه جوجه‌های گوشتی افزایش یافته است(۲۲, ۲۳, ۳۰). تغذیه با غلات کامل شامل افزودن غلاتی مانند گندم، جو و یا حتی ذرت به شکل خرد نشده در جیره جوجه‌های گوشتی قبل و یا بعد از فرآیند پلت کردن است(۲۳). در کشورهایی مانند استرالیا و کانادا، گندم کامل به طور معمول «پس از پلت کردن» اضافه می‌شود و رژیم غذایی ترکیبی از گندم کامل و جیره متوازن پلت شده است (۲۷). از سوی دیگر و در کشورهایی مانند نیوزلند، گندم کامل معمولاً در جیره قبل از پلت کردن گنجانده می‌شود (۳۰). هدف اصلی استراتژی تغذیه غلات کامل کاهش هزینه‌های خوراک با حذف مرحله آسیاب است (۲۸). علاوه بر این، گزارش شده است که این راهبرد تغذیه‌ای باعث بهبود رفاه جوجه‌های گوشتی از نظر عواملی مانند بستر مرطوب و متعاقباً کیفیت محصولات پروتئینی وابسته به جوجه‌های گوشتی می‌شود (۸). یکی از مهم‌ترین اثرات تغذیه غلات کامل، اثرات مفید آن بر رشد و عملکرد سنگدان است(۱). گزارش شده است که تغذیه با گندم کامل به جوجه‌های گوشتی کمک می‌کند تا سنگدان بزرگ‌تر و قوی‌تری داشته باشند که تأثیر مثبتی بر فرایندهای هضمی دارد (۱۸). علاوه بر این، گزارش شده است که اثرات مثبت دانه گندم کامل بر قابلیت هضم مواد مغذی ممکن است به دلیل تأثیر مفید دانه گندم کامل بر رشد سنگدان و متعاقب آن افزایش ریفلاکس‌های قسمت‌های فوقانی دستگاه گوارش باشد (۳). این سازوکار، حرکات معکوس (Antiperistaltic) گوارشی را در سیستم هضمی پرنده افزایش می‌دهد و اختلاط آنزیم‌های درون‌زادی با محتویات گوارشی را تسهیل می‌کند و در نتیجه قابلیت هضم مواد مغذی افزایش می‌یابد (۲۹). به دلیل ممنوعیت استفاده از آنتی‌بیوتیک در جیره جوجه‌های گوشتی، متخصصان تغذیه بر روی افزودنی‌های جایگزین برای بهبود سلامت روده و عملکرد جوجه‌های گوشتی متمرکز شده‌اند (۲۵). ترکیبات اسیدیفایر (اسیدهای آلی) جایگزین مناسبی برای محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی هستند که می‌توانند در جیره جوجه‌های گوشتی گنجانده شوند. محققان گزارش کرده‌اند که جیره‌های حاوی اسیدهای آلی باعث افزایش عملکرد

رشد، استفاده از مواد مغذی، سلامت روده و جمعیت میکروبی روده در جوجه‌های گوشتی می‌شود (۴, ۱۰, ۱۹). با این حال، گزارش شده است که اسیدهای آلی افزوده شده به جیره غذایی باعث افزایش خوردگی ماشین آلات تولیدکننده پلت به دلیل تبخیر این اسیدها در طول فرآیند تولید پلت می‌شوند (۳۲). بنابراین، افزودن این اسیدهای آلی به آب آشامیدنی می‌تواند راهکار خوبی برای غلبه بر این مشکل باشد. گزارش شده است که اسیدی شدن آب عملکرد رشد و مورفولوژی روده جوجه‌های گوشتی را بهبود می‌بخشد (۱۰, ۲۶). علاوه بر این، چندین گزارش بر تأثیر مفید آب آشامیدنی اسیدی شده بر اکوسیستم میکروبی در جوجه‌های گوشتی اشاره داشته‌اند (۱۵, ۳۱). در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در خصوص اثرات ترکیبی اسیدهای آلی با تیمارهای دیگری مانند سطوح اسیدهای آمینه در جیره (۱۰) و پروبیوتیک‌ها (۷) بر صفات رشد جوجه‌های گوشتی انجام شده است. با این وجود، در مورد ترکیب اثرات تغذیه غلات کامل مانند گندم با آب آشامیدنی اسیدی شده، بر عملکرد رشد در جوجه‌های گوشتی گزارش خاصی وجود ندارد. بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی اثرات دانه گندم کامل قبل و بعد از پلت در ترکیب با آب آشامیدنی اسیدی شده بر عملکرد رشد، ویژگی‌های لاشه، قابلیت هضم مواد مغذی و فراسنجه‌های خونی و ایمنی در جوجه‌های گوشتی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و با آرایش فاکتوریل ۳x۲ انجام شد. عامل اول دو سطح استفاده از اسیدهای آلی در آب آشامیدنی و عامل دوم سه روش گنجاندن دانه خرد شده گندم در جیره قبل از پلت، دانه کامل گندم قبل از پلت و دانه کامل گندم بعد از پلت شدن بود. روش طراحی تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ گزارش شده است.

به ازای هر تیمار از پنج تکرار ۱۰ قطعه‌ای جوجه گوشتی نر سویه تجاری راس ۳۰۸ استفاده شد. جیره‌های آزمایشی از نظر سطح انرژی قابل متابولیسم و سایر مواد مغذی مشابه بودند و بر اساس توصیه راهنمای سویه راس ۳۰۸ (ROSS, nutrition specifications, ۲۰۱۴) برای دوره‌های آغازین (۱ تا ۱۰ روزگی) و رشد (۱۱ تا ۲۴ روزگی) و پایانی (۲۵ تا ۳۵ روزگی) و به شکل پلت تهیه و به‌صورت آزاد در اختیار جوجه‌ها قرار داده شد. در این آزمایش از اسیدیفایر آگروسید (محصول شرکت سیدلاین، کشور بلژیک) در دو سطح ۰ و ۳۵۰ میلی‌لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب استفاده شد. این محصول دارای اسیدهای آلی لاکتیک، فرمیک، پروپیونیک، سوربیک و سیتریک اسید می‌باشد. برای خرد کردن گندم از یک آسیاب چکشی(IKA، ساخت کشور آلمان) استفاده شد. دانه گندم خرد شده و بخشی از دانه کامل گندم قبل از پلت کردن جیره به ترکیبات جیره اضافه شدند. بخش دیگری از دانه کامل گندم نیز بعد از فرایند پلت به آن اضافه شد. برای جیره‌های آغازین، رشد و پایانی به ترتیب مقادیر ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ mg/kg دانه گندم در جیره‌های آزمایشی در نظر گرفته شد. مشخصات جیره‌های آزمایشی در جدول ۲ ارائه شده است.

در انتهای دوره پرورش میزان خوراک مصرفی و افزایش وزن بدن پرندگان هر تکرار ثبت شده و ضریب تبدیل غذایی در هر گروه محاسبه و ثبت شد. تعیین ویژگی‌های لاشه در در انتهای دوره آزمایش (روز ۳۵) انجام شد. به این ترتیب که از هر تکرار ۲ قطعه جوجه گوشتی با میانگین وزنی نزدیک به میانگین واحد آزمایشی، انتخاب و توزین شدند. پس از کشتار، عمل تخلیه شکم از امعاء و احشاء و چربی حفره شکمی انجام شد و وزن لاشه، ران، سینه، چربی حفره شکمی، جگر، پانکراس، قلب، طحال و بورس فابریسیوس با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ gr توزین شد. سپس درصد لاشه و سایر اجزای لاشه نسبت به وزن زنده هر جوجه محاسبه شد.

برای تعیین قابلیت هضم مواد مغذی شامل ماده خشک، ماده آلی، پروتئین خام و چربی خام جیره‌ها، نمونه‌های مربوط به دو سوم انتهایی ایلئوم جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور، ابتدا از هر تکرار یک پرنده انتخاب (۵ قطعه جوجه به ازای هر تیمار)

جدول ۱- روش طراحی تیمارهای آزمایشی.

تیمار	اسیدیفایر در آب آشامیدنی (میلی‌لیتر بر ۱۰۰۰ لیتر آب)	روش استفاده از دانه گندم
۱	-	دانه گندم خرد شده در جیره پلت شده
۲	۳۵۰	دانه گندم خرد شده در جیره پلت شده
۳	-	دانه کامل گندم در جیره پلت شده
۴	۳۵۰	دانه کامل گندم در جیره پلت شده
۵	-	دانه کامل گندم اضافه شده بعد از پلت
۶	۳۵۰	دانه کامل گندم اضافه شده بعد از پلت

و به قفس‌های آزمایش قابلیت هضم انتقال داده شدند. مقدار ۳ g/kg اکسید کرومیک به عنوان مارکر و طی روزهای ۲۸ تا ۳۵ آزمایش به جیره این جوجه‌ها اضافه شد. سپس در روز ۳۵ دوره آزمایش همه این جوجه‌ها به‌روش جابه‌جایی مهره‌های گردنی کشتار شدند. در مرحله بعد محتویات دو سوم انتهایی ایلئوم با دقت در داخل ظروف استریل ریخته شد و جهت خشک کردن در آون ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند. مقدار ماده خشک، پروتئین خام و چربی خام در نمونه‌های خوراک و ایلئومی با استفاده از روش‌های AOAC (۲۰۰۲) اندازه‌گیری شدند. براساس این روش‌ها، مقدار پروتئین خام و چربی خام نمونه‌ها به‌ترتیب با روش کجلدال و دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- ترکیبات مواد خوراکی و مواد مغذی جیره‌های آزمایشی.

ترکیبات (٪)	دوره پرورش		
	آغازین (۱ تا ۱۰ روز)	رشد (۱۱ تا ۲۴ روز)	پایانی (۲۴ تا ۳۵ روز)
دانه ذرت	۴۹/۶۵	۴۶/۳۵	۴۵/۵۵
کنجاله سویا	۳۹/۱۲	۳۵/۵۸	۳۰/۵۷
دانه گندم	۵	۱۰	۱۵
روغن سویا	۲	۴	۵
پودر صدف	۱/۲	۱/۱	۱
دی کلسیم فسفات	۱/۵	۱/۵	۱/۴
نمک معمولی	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
جوش شیرین	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
مخلوط معدنی۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
مخلوط ویتامینی۱	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی ال- متیونین	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۲۳
ال- لیزین	۰/۱۸	۰/۱۵	۰/۱۵
ال- ترئونین	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵
ترکیب شیمیایی			
انرژی قابل سوخت و ساز	۲۹۵۰	۳۰۵۰	۳۱۳۰
پروتئین خام	۲۲/۴۰	۲۱/۱۶	۱۹/۵۸
کلسیم	۰/۹۰	۰/۸۵	۰/۷۲
فسفر قابل دسترس	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۴۰
سدیم	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
لیزین	۱/۴۵	۱/۳۳	۱/۲۰
متیونین	۰/۵۶	۰/۵۲	۰/۵۱
ترئونین	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۱

۱هر kg مکمل ویتامینه حاوی: ۳۶۰۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۸۰۰۰۰۰ ویتامین D۳ ، ۲۶۴ mg - ، ویتامین B۱۷۲۰ mg، ویتامین K ۸۰۰ mg، ویتامین E ۷۲۰۰ IU ویتامین B۲ ،۴۰۰۰ mg ویتامین B۳ ،۱۲۰۰۰ mg نیاسین، ۴۰۰ mg اسید فولیک، ۴۰۰ mg بیوتین، ۱۰۰۰۰۰ mg کولین کلراید و ۴۰۰۰۰ mg آنتی اکسیدان و هر kg مکمل معدنی حاوی: ۳۹۶۸۰ mg منگنز، ۳۳۸۸۰ mg روی، ۴۰۰۰ mg مس، ۴۰۰ mg ید و ۸۰ mg سلنیوم بود.

برای اندازه‌گیری غلظت اکسید کرومیک نمونه‌های ایلئومی نیز از روش فنتون و فنتون (۱۹۷۹) استفاده شد (۱۳). پس از تعیین داده‌های خام مورد نظر و برای اندازه‌گیری قابلیت هضم هر یک از مواد مغذی از فرمول مربوطه استفاده شد (۲۰).

در سن ۳۵ روزگی، از هر واحد آزمایشی یک قطعه جوجه به صورت تصادفی انتخاب و خون‌گیری از سیاهرگ بال انجام شد. قبل از خون‌گیری به مدت ۴ ساعت به پرندگان گرسنگی القا شد. در مرحله بعد مقدار ۳ ml خون از هر پرنده و با استفاده از سرنگ‌های مخصوص گرفته شد و بلافاصله به داخل لوله‌های آزمایشی منتقل شد. برای جداسازی سرم از خون لوله‌های آزمایشی به مدت ۱۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوژ (VISION مدل CFN II ۱۵۰۰۰-VS، ساخت کره) با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. پس از جداسازی سرم، غلظت گلوکز، آلبومین، کلسترول، لیپوپروتئین با دانسیته بالا و تری‌گلیسرید هر نمونه با دستگاه اتوآنالیزر اسپکتروفتومتری و با استفاده از کیت‌های تجاری زیست‌شیمی اندازه‌گیری شد. بر اساس دستورالعمل بهداشتی منطقه، واکسن‌های برونشیت در سن ۱ روزگی(اسپری)، نیوکاسل B۱ و لاسوتا (آشامیدنی) به

جدول ۳- تاثیر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد رشد جوجه های گوشتی (۱ تا ۳۵ روزگی).

تیمارهای آزمایشی		صفات (gr به ازای هر پرنده در روز)		
		افزایش وزن	خوراک مصرفی	ضریب تبدیل غذایی
اثر شکل دانه گندم در جیره				
گندم خرد شده		۴۹/۵۰	۹۳/۳۷	۱a/۸۵
گندم کامل قبل از پلت		۴۹/۲۱	۹۱/۷۶	۱a/۸۴
گندم کامل بعد از پلت		۴۹/۰۶	۸۷/۹۲	۱b/۷۷
اشتباه معیار		۰/۷۹	۲/۱۵	۰/۰۱
اثر آب اسیدی				
	فاقد اسید	۴۹/۱۹	۹۱/۵۸	۱/۸۲
	با اسید	۴۹/۳۱	۹۰/۴۵	۱/۸۱
اشتباه معیار		۰/۶۴	۱/۷۵	۰/۰۱
اثر متقابل شکل دانه گندم و آب اسیدی				
گندم خرد شده	فاقد اسید	۴۹/۶۴	۹۳/۹۴	۱/۸۴
گندم خرد شده	با اسید	۴۹/۳۷	۹۲/۸۱	۱/۸۵
گندم کامل قبل از پلت	فاقد اسید	۴۹/۰۸	۹۳/۱۶	۱/۸۶
گندم کامل قبل از پلت	با اسید	۴۹/۳۳	۹۰/۳۶	۱/۸۲
گندم کامل بعد از پلت	فاقد اسید	۴۸/۸۶	۸۷/۶۱	۱/۷۷
گندم کامل بعد از پلت	با اسید	۴۹/۲۲	۸۸/۱۸	۱/۷۷
اشتباه معیار		۱/۱۲	۳/۰۴	۰/۰۲
سطح احتمال				
شکل دانه گندم در جیره		۰/۹۱	۰/۲۰	۰/۰۰۴
آب اسیدی		۰/۹۰	۰/۶۵	۰/۶۸
شکل دانه گندم در جیره*آب اسیدی		۰/۵۵	۰/۷۸	۰/۴۳

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

ترتیب در سنین ۹ و ۱۸ روزگی به جوجه‌ها داده شد. برای اندازه‌گیری تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری‌های نیوکاسل و برونشیت عفونی، ۱۰ روز پس از دادن واکسن‌های مربوط به این دو بیماری نمونه‌های خون از سیاهرگ بال ۵ پرنده به ازای هر تیمار گرفته شد. سپس تیتر آنتی‌بادی به منظور بررسی وضعیت سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی به روش هماگلوتیناسیون اندازه‌گیری شد. در نهایت کلیه مقایسات آماری با استفاده از رویه GLM توسط نرم‌افزار SAS(۲۰۰۳ انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۰/۰۵ انجام شد.

نتایج

نتایج مربوط به عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۳ ارائه شده است.

نتایج این جدول نشان داد که تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی نداشت. بر اساس این نتایج، اثر اصلی روش استفاده از گندم بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود. کمترین عدد ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی

جدول ۴- اثر تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی.

تیمارهای آزمایشی		صفات (٪)			
		ماده خشک	ماده آلی	پروتئین خام	چربی خام
اثر شکل دانه گندم در جیره					
گندم خرد شده		۷۶/۲۷	۶۸/۱۵	۶۶/۳۴ b	۷۳/۰۱
گندم کامل قبل از پلت		۷۵/۰۴	۷۱/۵۹	۶۶/۶۴ ab	۷۸/۱۷
گندم کامل بعد از پلت		۷۷/۱۵	۷۱/۹۸	۷۱/۱۶ a	۷۸/۹۱
اشتباه معیار		۰/۲۳	۱/۱۵	۱/۲۷	۲/۲۷
اثر آب اسیدی					
	فاقد اسید	۷۶/۶۵	۷۰/۰۴	۶۶/۱۳ b	۷۷/۰۷
	با اسید	۷۶/۹۹	۷۱/۱۰	۶۹/۹۷ a	۷۶/۳۳
اشتباه معیار		۰/۱۹	۰/۹۴	۱/۰۳	۱/۸۳
اثر متقابل شکل دانه گندم و آب اسیدی					
گندم خرد شده	فاقد اسید	۷۶/۴۳	۶۹/۳۹	۶۹/۲۵	۷۴/۳۶
گندم خرد شده	با اسید	۷۶/۱۲	۶۶/۹۰	۶۳/۴۱	۷۱/۶۳
گندم کامل قبل از پلت	فاقد اسید	۷۶/۷۳	۶۹/۸۵	۶۱/۲۲	۷۸/۴۱
گندم کامل قبل از پلت	با اسید	۷۷/۳۲	۷۳/۳۱	۷۲/۰۷	۷۷/۹۴
گندم کامل بعد از پلت	فاقد اسید	۷۶/۸۰	۷۰/۸۸	۶۷/۹۲	۷۸/۴۴
گندم کامل بعد از پلت	با اسید	۷۷/۵۱	۷۳/۰۷	۷۴/۴۰	۷۹/۳۷
اشتباه معیار		۰/۳۴	۱/۶۵	۱/۸۲	۳/۲۲
سطح احتمال					
شکل دانه گندم در جیره		۰/۳۲	۰/۲۳	۰/۰۱	۰/۲۴
آب اسیدی		۰/۲۲	۰/۵۲	۰/۰۴	۰/۸۲
شکل دانه گندم در جیره*آب اسیدی		۴۱	۰/۷۱	۰/۶۰	۰/۷۸

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

تغذیه شده با دانه کامل گندم بعد از پلت مشاهده شد. اثر متقابل بین روش استفاده از دانه گندم در جیره و آب اسیدی شده و اثر اصلی استفاده از آب اسیدی بر ضریب تبدیل غذایی در جوجه‌های گوشتی معنی‌دار نبود.

اثرات تیمارهای آزمایشی بر قابلیت هضم مواد مغذی در جدول ۴ گزارش شده است. نتایج نشان داد که اثرات اصلی روش استفاده از دانه گندم و آب اسیدی شده بر ضرایب قابلیت هضم ایلئومی پروتئین خام در جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود.

بر این اساس، بیشترین ضرایب قابلیت هضم پروتئین خام در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با جیره‌های حاوی دانه کامل گندم بعد از پلت و نیز دریافت‌کننده آب اسیدی شده مشاهده شد. تیمارهای آزمایشی بر ضرایب قابلیت هضم ایلئومی سایر مواد مغذی تاثیر معنی‌دار نداشتند.

اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد اجرای لاشه و وزن اندام‌های داخلی در سن ۳۵ روزگی در جدول ۵ ارائه شده است. براساس نتایج این جدول اثر اصلی روش استفاده از دانه گندم بر اوزان نسبی معنی‌دار بود. بیشترین اوزان نسبی اندام‌های ذکر شده در جوجه‌های گوشتی حاوی دانه کامل

جدول ۵- اثر تیمارهای آزمایشی بر وزن نسبی اندام های داخلی جوجه‌های گوشتی در سن ۳۵ روزگی.

تیمارهای آزمایشی		صفات (٪)				
		ران	سینه	سنگدان	پانکراس	کبد
اثر شکل دانه گندم در جیره						
گندم خرد شده		۲۲/۱۴	۲۶/۷۰	۲/۳۴ b	۰/۳۴ b	۲/۱۴
گندم کامل قبل از پلت		۱۹/۷۱	۲۵/۴۸	۲/۳۵ b	۰/۳۵ ab	۲/۲۷
گندم کامل بعد از پلت		۲۱/۶۸	۲۵/۶۵	۲/۶۷ a	۰/۳۸ a	۲/۴۴
اشتباه معیار		۰/۸۲	۰/۹۱	۰/۰۵	۰/۰۰۶	۰/۱۲
اثر آب اسیدی						
	فاقد اسید	۲۰/۹۶	۲۵/۳۱	۲/۳۸ b	۰/۳۶	۰/۱۲
	با اسید	۲۱/۴۰	۲۶/۶۲	۲/۵۳ a	۰/۳۵	۲/۲۵
اشتباه معیار		۰/۶۷	۰/۷۵	۰/۰۴	۰/۰۰۴	۲/۳۰
اثر متقابل شکل دانه گندم و آب اسیدی						
گندم خرد شده	فاقد اسید	۲۱/۰۱	۲۵/۷۴	۲/۱۳	۰/۳۴	۲/۳۴
گندم خرد شده	با اسید	۲۳/۲۷	۲۷/۷۵	۲/۵۳	۰/۳۴	۱/۹۱
گندم کامل قبل از پلت	فاقد اسید	۲۰/۲۲	۲۵/۱۷	۲/۴۱	۰/۳۶	۲/۲۹
گندم کامل قبل از پلت	با اسید	۱۹/۲۰	۲۵/۷۹	۲/۳۲	۰/۳۵	۲/۲۶
گندم کامل بعد از پلت	فاقد اسید	۲۱/۶۴	۲۴/۹۹	۲/۶۱	۰/۳۸	۲/۱۳
گندم کامل بعد از پلت	با اسید	۲۱/۷۱	۲۶/۲۹	۲/۷۴	۰/۳۷	۲/۷۴
اشتباه معیار		۱/۱۶	۱/۳۰	۰/۰۷	۰/۰۰۸	۰/۱۸
سطح احتمال						
شکل دانه گندم در جیره		۰/۱۲	۰/۵۷	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۲۴
آب اسیدی		۰/۶۶	۰/۲۳	۰/۰۳	۰/۷۹	۰/۷۱
شکل دانه گندم در جیره*آب اسیدی		۰/۳۹	۰/۸۷	۰/۰۱	۰/۸۴	۰/۰۲

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

گندم بعد از پلت مشاهده شد. در مورد سنگدان اثر اصلی استفاده از آب اسیدی شده نیز بر وزن نسبی این اندام معنی‌دار بود. بیشترین وزن نسبی سنگدان در جوجه‌های گوشتی دریافت‌کننده آب اسیدی مشاهده شد. اثرات متقابل بین روش استفاده از دانه کامل گندم و آب اسیدی شده بر این صفات معنی‌دار نبود.

نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در سن ۳۵ روزگی در جدول ۶ ارائه داده شده است. بر اساس نتایج این جدول، اثر اصلی روش استفاده از دانه گندم در جیره بر مقدار تری گلیسریدهای سرم خون جوجه‌های گوشتی معنی دار بود. نتایج نشان داد که استفاده از دانه کامل گنده قبل از پلت سبب کاهش معنی‌دار مقدار سرمی تری‌گلیسرید در جوجه‌های گوشتی شد. تیمارهای آزمایش بر سایر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری نداشتند. نتایج مربوط به اثر تیمارهای آزمایشی بر تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری‌های نیوکاسل و برونشیت عفونی و نیز وزن اندام‌های لنفاوی طحال و بورس فابریسیوس در جدول ۷ ارائه شده است. بر اساس نتایج این جدول تیمارهای آزمایشی تاثیر معنی‌داری بر صفات ایمنی در جوجه‌های گوشتی نداشتند.

یافته‌های این تحقیق نشان داد که استفاده از دانه کامل گندم بعد

جدول ۶- اثر تیمارهای آزمایشی بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی در سن ۳۵ روزگی.

تیمارهای آزمایشی		صفات (mg/dL)				
		آلبومین	گلوکز	کلسترول	تری گلیسرید	HDL
اثر شکل دانه گندم در جیره						
گندم خرد شده		۱/۵۵	۱۳۹/۱۲	۱۳۵/۷۹	۶۵/۶۵ [a]	۶۴/۲۰
گندم کامل قبل از پلت		۱/۵۴	۱۴۵/۳۱	۱۲۹/۳۶	۵۱/۹۰ [b]	۷۱/۳۷
گندم کامل بعد از پلت		۱/۶۳	۱۵۱/۸۱	۱۲۰/۰۱	۶۴/۵۵ [ab]	۷۴/۳۹
اشتباه معیار		۰/۱۲		۷/۵۹	۳/۴۸	۴/۱۱
اثر آب اسیدی						
	فاقد اسید	۱/۶۰	۱۳۹/۵۷	۱۳۳/۵۴	۶۱/۷۳	۶۸/۲۱
	با اسید	۱/۵۵	۱۵۱/۲۳	۱۲۲/۵۱	۶۰/۴۰	۷۱/۷۹
اشتباه معیار		۰/۰۸		۶/۲۰	۲/۸۴	۳/۳۶
اثر متقابل شکل دانه گندم و آب اسیدی						
گندم خرد شده	فاقد اسید	۱/۵۱	۱۲۶/۴۳	۱۳۹/۷۸	۶۲/۷۵	۶۰/۸۰
گندم خرد شده	با اسید	۱/۵۹	۱۵۱/۸۲	۱۳۱/۷۹	۷۰/۵۴	۶۷/۵۹
گندم کامل قبل از پلت	فاقد اسید	۱/۵۷	۱۴۴/۷۹	۱۲۷/۱۶	۵۳/۷۰	۷۳/۰۰
گندم کامل قبل از پلت	با اسید	۱/۵۰	۱۴۵/۸۴	۱۳۱/۵۴	۵۰/۱۱	۶۹/۷۸
گندم کامل بعد از پلت	فاقد اسید	۱/۷۲	۱۴۷/۴۸	۱۳۳/۶۷	۷۵/۶۸	۷۰/۸۱
گندم کامل بعد از پلت	با اسید	۱/۵۵	۱۵۶/۱۴	۱۰۴/۳۲	۶۰/۵۵	۷۸/۰۳
اشتباه معیار		۰/۱۵		۱۰/۷۶	۴/۹۳	۵/۸۳
سطح احتمال						
شکل دانه گندم در جیره		۰/۷۸	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۰۲	۰/۲۶
آب اسیدی		۰/۶۸	۰/۱۲	۰/۲۳	۰/۷۵	۰/۴۸
شکل دانه گندم در جیره*آب اسیدی		۰/۷۱	۰/۳۹	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۶۴

در هر ستون، میانگین های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی داری دارند (P<۰/۰۵).

از پلت و نیز استفاده از آب اسیدی شده سبب افزایش قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام در جوجه‌های گوشتی شد. گزارشات زیادی در مورد تاثیر استفاده از دانه‌های کامل غلات بر قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی وجود دارد. اما بر اساس یافته‌های هتلند و همکاران، ۲۰۰۳ (۱۷) استفاده از دانه کامل غلات در جیره جوجه‌های گوشتی سبب بهبود قابلیت هضم ایلئومی مواد مغذی و به‌ویژه نشاسته شد. گزارش شد که استفاده از دانه کامل گندم و به طور خاص استفاده از دانه کامل گندم بعد از پلت سبب افزایش معنی‌دار قابلیت هضم پروتئین در جوجه‌های گوشتی شد (۳۰) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. از طرفی در مطالعه‌ای دیگر (۳) اثرات مفید استفاده از دانه کامل گندم را نسبت به گندم خرد شده در جیره‌های پلت شده بر قابلیت هضم ازت در جوجه‌های گوشتی گزارش کردند. گزارش شده است که که استفاده از دانه کامل گندم در جیره‌های پلت شده سبب بهبود قابلیت استفاده از مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی در مقایسه با گندم خرد شده می‌شود (۲۹ ,۱۶) بر اساس گزارش این پژوهشگران بهتر بودن ضرایب قایلت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی تغذیه شده با دانه کامل گندم می‌تواند

جدول ۷- اثر تیمارهای آزمایشی بر تیتر آنتی بادی علیه بیماری های نیوکاسل و برونشیت عفونی و وزن اندام های لنفاوی جوجه‌های گوشتی.

تیمارهای آزمایشی	صفات				
		تیتر نیوکاسل	تیتر برونشیت	درصد طحال	درصد بورس
اثر شکل دانه گندم در جیره					
گندم خرد شده		۲/۲۶	۱۴۶۲	۰/۰۸	۰/۰۵
گندم کامل قبل از پلت		۲/۱۷	۱۲۹۶	۰/۰۹	۰/۰۶
گندم کامل بعد از پلت		۲/۰۹	۱۳۹۱	۰/۱۰	۰/۰۶
اشتباه معیار		۰/۰۹	۵۸/۸۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۳
اثر آب اسیدی					
	فاقد اسید	۲/۱۹	۱۳۳۸	۰/۰۹	۰/۰۶
	با اسید	۲/۱۶	۱۴۲۸	۰/۰۹	۰/۰۵
اشتباه معیار		۰/۰۵	۴۸/۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
اثر متقابل شکل دانه گندم و آب اسیدی					
گندم خرد شده	فاقد اسید	۲/۳۰	۱۴۵۰	۰/۰۸	۰/۰۵
گندم خرد شده	با اسید	۲/۲۱	۱۴۷۴	۰/۰۹	۰/۰۶
گندم کامل قبل از پلت	فاقد اسید	۲/۱۴	۱۲۱۲	۰/۱۰	۰/۰۷
گندم کامل قبل از پلت	با اسید	۲/۲۱	۱۳۸۱	۰/۰۸	۰/۰۵
گندم کامل بعد از پلت	فاقد اسید	۲/۱۳	۱۳۵۳	۰/۰۹	۰/۰۶
گندم کامل بعد از پلت	با اسید	۲/۰۵	۱۴۲۹	۰/۱۰	۰/۰۶
اشتباه معیار		۰/۱۳	۸۳/۴۰	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴
سطح احتمال					
شکل دانه گندم در جیره		۰/۴۶	۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۳۲
آب اسیدی		۰/۷۷	۰/۱۹	۰/۹۱	۰/۶۳
شکل دانه گندم در جیره*آب اسیدی		۰/۸۰	۰/۶۸	۰/۱۴	۰/۲۲

در هر ستون، میانگین‌های فاقد حروف مشابه اختلاف آماری معنی‌داری دارند (P<۰/۰۵).

مربوط به بیشتر بودن ریفلاکس‌ها و یا حرکات ضد دودی در قسمت‌های فوقانی دستگاه گوارش و در نتیجه در معرض قرار گرفتن بیشتر مواد مغذی با آنزیم‌های موجود در شیرابه‌های روده نسبت داد.

بر اساس یافته‌های (۵)، افزودن اسید سیتریک به جیره جوجه‌های گوشتی سبب افزایش قابلیت هضم پروتئین خام شد. این پژوهشگران افزایش قابلیت هضم پروتئین را به دلیل کاهش بیشتر pH در محتویات سنگدان و پیش‌معده و در نتیجه عملکرد بهتر پپسین گزارش کردند. ازطرفی، ثابت شده است که عملکرد بهتر پپسین و در نتیجه تولید بیشتر پپتیدهای کوچکتر در بخش‌های ابتدایی دستگاه گوارش پرنده، سبب تحریک و ترشح بیشتر هورمون‌هایی مانند گاسترین و کوله‌سیستوکینین و در نتیجه ترشح بیشتر پروتئازهای پانکراس و افزایش هضم پروتئین در روده می‌شود (۲). در تایید این نتایج، گزارش کردند که اسیدی کردن جیره با اسید سیتریک سبب افزایش فعالیت پروتئولیتیک در روده باریک و در نتیجه افزایش قابلیت هضم پروتئین و اسیدهای آمینه می‌شود (۱۴). ازطرفی، افزایش قابلیت هضم پروتئین جیره در نتیجه افزایش فعالیت پروتئولیتیک آنزیم‌های مترشحه از پانکراس و در پاسخ به اسیدی کردن جیره با اسید سیتریک گزارش شده است (۴).

در بررسی منابع هیچ منبعی یافت نشد که در مورد اثرات استفاده از دانه کامل غلات بر فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی و مکانیزم این تاثیرگذاری گزارشی ارائه داده باشند. لذا در این قسمت مقایسه مستقیم انجام نشده است. اما بر خلاف نتایج این تحقیق گزارشاتی وجود دارند که نشان می‌دهند استفاده از اسیدهای آلی در آب و یا در خوراک جوجه‌های گوشتی می‌تواند سبب تغییر در پروفایل ترکیبات شیمیایی موجود در سرم خون گردد. گزارش شده است که استفاده از یک جیره اسیدی سبب تغییر در میزان کلسترول و آنزیم آلکالین فسفاتاز در سرم خون جوجه‌های گوشتی شد، اما بر سایر متابولیت‌های خونی مانند تری‌گلیسرید و پروتئین خون تاثیر نداشت (۲۴). از طرفی در گزارشی تاثیر استفاده از سطوح مختلف اسید سیتریک بر میزان پروتئین‌های سرم خون در جوجه‌های گوشتی را نتیجه‌گیری کردند (۹) که با یافته‌های این مطالعه مطابقت ندارد. در بررسی منابع مکانیزم و یا سازوکار دخیل در تاثیر اسیدهای آلی بر متابولیت‌های خونی در جوجه‌های گوشتی گزارش نشده است.

در خصوص اثرات استفاده از دانه کامل گندم بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی مطالعه خاصی انجام نشده است. در این مورد تنها یک گزارش در مورد استفاده از دانه گندم در جیره طیور و تاثیر آن بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی وجود دارد (۱۱). بر اساس این گزارش، استفاده از دانه کامل گندم در مقایسه با گندم خرد شده سبب ایجاد تغییرات معنی‌دار بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی نشد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

در زمینه استفاده از اسیدهای آلی در آب آشامیدنی و خوراک بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی مطالعات اندکی انجام شده است. نتایج این مطالعات متناقض می‌باشد. در راستای نتایج حاصل از تحقیق حاضر، گزارش شده است که استفاده از اسیدهای آلی در جیره جوجه‌های گوشتی تاثیر معنی‌داری بر سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی نداشت (۶). اما بر خلاف نتایج حاصل از این آزمایش، در گزارشی دیگر به اثرات معنی‌دار استفاده از اسیدهای آلی در جیره جوجه‌های گوشتی بر بهبود شرایط سیستم ایمنی از نظر میزان ایمونوگلوبولین‌ها پرداخته شده است (۱۲). گزارش شده است که استفاده از اسیدهای آلی در آب آشامیدنی سبب تغییر در عملکرد سیستم ایمنی جوجه‌های گوشتی نمی‌شود (۲۱). بر اساس این گزارش، استفاده از مخلوطی از اسیدهای آلی در آب آشامیدنی تاثیر معنی‌داری بر میزان تیتر آنتی‌بادی علیه بیماری نیوکاسل در جوجه‌های گوشتی نداشت که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که استفاده از آب آشامیدنی اسیدی شده می‌تواند اثرات مثبتی بر عملکرد رشد و قابلیت هضم مواد مغذی در جوجه‌های گوشتی به ویژه در ترکیب با استفاده از دانه کامل گندم در جیره داشته باشد. از طرفی نتایج این تحقیق نشان‌دهنده اثرات معنی‌دار استفاده از دانه کامل گندم بعد از پلت در مقایسه با دانه گندم خرد شده بر برخی از فراسنجه‌های خونی بود.

منابع مورد استفاده

1- Abdollahi, M. R., F. Zaefarian, H. Hunt, M. N. Anwar, D. G. Thomas and V. Ravindran. 2019. Wheat particle size, insoluble fibre sources and whole wheat feeding influence gizzard musculature and nutrient utilisation to different extents in broiler chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 103: 146-161.

2- Afsharmanesh, M. and J. Pourreza. 2005. Effects of calcium, citric acid, ascorbic acid, vitamin D 3 on the efficacy of microbial phytase in broiler starters fed wheat-based diets I. Performance, bone mineralization and ileal digestibility. *International journal of poultry science*.

3- Amerah, A. M., A. Péron, F. Zaefarian and V. Ravindran. 2011. Influence of whole wheat inclusion and a blend of essential oils on the performance, nutrient utilisation, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. *British poultry science* 52: 124-132.

4- Ao, T., A. Cantor, A. Pescatore, M. Ford, J. Pierce and K. Dawson. 2009. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. *Poultry science* 88: 111-117.

5- Biggs, P. and C. Parsons. 2008. The effects of several organic acids on growth performance, nutrient digestibilities, and cecal microbial populations in young chicks. *Poultry science* 87: 2581-2589.

6- Cengiz, O., B. Koksal, O. Tatli, O. Sevim, H. Avci, T. Epikmen, D. Beyaz, S. Buyukyoruk, M. Boyacioglu and A. Uner. 2012. Influence of dietary organic acid blend supplementation and interaction with delayed feed access after hatch on broiler growth

performance and intestinal health. *Veterinarni Medicina* 57.

7- Çınar, M., A. Çatlı, K. Küçükyılmaz and M. Bozkurt. 2009. The effect of single or combined dietary supplementation of prebiotics, organic acid and probiotics on performance and slaughter characteristics of broilers. *South African Journal of Animal Science* 39.

8- Dunlop, M. W., A. F. Moss, P. J. Groves, S. J. Wilkinson, R. M. Stuetz and P. H. Selle. 2016. The multidimensional causal factors of 'wet litter'in chicken-meat production. *Science of the Total Environment* 562: 766-776.

9- E-SM, A.-F. S., N. El-Mednay and F. Abdel-Azeem. 2008. Thyroid activity, some blood constituents, organs morphology and performance of broiler chicks fed supplemental organic acids. *Int J Poult Sci* 7: 215-222.

10- Eftekhari, A., V. Rezaeipour and R. Abdullahpour. 2015. Effects of acidified drinking water on performance, carcass, immune response, jejunum morphology, and microbiota activity of broiler chickens fed diets containing graded levels of threonine. *Livestock Science* 180: 158-163.

11- Emadinia, A., M. Toghyani, A. Gheisari and S. Tabeidian. 2017. Effect of whole wheat and wet feeding on growth performance and immunity of broiler chicks. *Journal of Livestock Science* (ISSN online 2277-6214) 8: 225-230.

12- Emami, N. K., A. Daneshmand, S. Z. Naeini, E. Graystone and L. Broom. 2017. Effects of commercial organic acid blends on male broilers challenged with E. coli K88: Performance, microbiology, intestinal morphology, and immune response. *Poultry science* 96: 3254-3263.

13- Fenton, T. and M. Fenton. 1979. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. *Canadian Journal of Animal Science* 59: 631-634.

14- Giesting, D. and R. Easter. 1985. Response of starter pigs to supplementation of corn-soybean meal diets with organic acids. *Journal of Animal Science* 60: 1288-1294.

15- Heres, L., B. Engel, H. Urlings, J. Wagenaar and F. Van Knapen. 2004. Effect of acidified feed on susceptibility of broiler chickens to intestinal infection by Campylobacter and Salmonella. *Veterinary microbiology* 99: 259-267.

16- Hetland, H., B. Svihus and M. Choct. 2005. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. J*ournal of Applied Poultry Research* 14: 38-46.

17- Hetland, H., B. Svihus and Å. Krogdahl. 2003. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *British poultry science* 44: 275-282.

18- Husvéth, F., L. Pál, E. Galamb, K. Ács, L. Bustyaházai, L. Wágner, F. Dublecz and K. Dublecz. 2015. Effects of whole wheat incorporated into pelleted diets on the growth performance and intestinal function of broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology* 210: 144-151.

19- Khan, S. H. and J. Iqbal. 2016. Recent advances in the role of organic acids in poultry nutrition. *Journal of applied animal research* 44: 359-369.

20- Kiarie, E. G., I. A. Parenteau, C. Zhu, N. E. Ward and A. J. Cowieson. 2020. Digestibility of amino acids, energy, and minerals in roasted full-fat soybean and expelled-extruded soybean meal fed to growing pigs without or with multienzyme supplement containing fiber-degrading enzymes, protease, and phytase. *Journal of Animal Science* 98: skaa174.

21- Marín-Flamand, E., A. Vázquez-Durán and A. Méndez-Albores. 2014. Effect of organic acid blends in drinking water on growth performance, blood constituents and immune response of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science* 51: 144-150.

22- Moss, A., H. Truong, S. Liu and P. Selle. 2018. Inclusion levels and modes of whole grain incorporation into wheat-based rations differentially influence the performance of broiler chickens. *British poultry science* 59: 110-120.

23- Moss, A. F., C. J. Sydenham, H. H. Truong, S. Y. Liu and P. H. Selle. 2017. The interactions of exogenous phytase with whole grain feeding and effects of barley as the whole grain component in broiler diets based on wheat, sorghum and wheat-sorghum blends. *Animal Feed Science and Technology* 227: 1-12.

24- Nourmohammadi, R., S. M. Hosseini, H. Saraee and A. Arab. 2011. Plasma thyroid hormone concentrations and pH values of some GI-tract segments of broilers fed on different dietary citric acid and microbial phytase levels. *Am J Anim Vet Sci* 6: 1-6.

25- Roofchaei, A., V. Rezaeipour, S. Vatandour and F. Zaefarian. 2019. Influence of dietary carbohydrases, individually or in combination with phytase or an acidifier, on performance, gut morphology and microbial population in broiler chickens fed a wheat-based diet. *Animal Nutrition* 5: 63-67.

26- Sadati, M. M., V. Rezaeipour and R. Abdullahpour. 2022. Efficacy of whole wheat grain in combination with acidified drinking water on growth performance, gizzard development, intestinal morphology, and microbial population of broiler chickens. *Livestock Science*: 104911.

27- Singh, Y., A. Amerah and V. Ravindran. 2014. Whole grain feeding: Methodologies and effects on performance, digestive tract development and nutrient utilisation of poultry. *Animal Feed Science and Technology* 190: 1-18.

28- Singh, Y., A. L. Molan and V. Ravindran. 2019. Influence of the method of whole wheat inclusion on performance and caecal microbiota profile of broiler chickens. *Journal of Applied Animal Nutrition* 7.

29- Svihus, B. 2011. Limitations to wheat starch digestion in growing broiler chickens: a brief review. *Animal production science* 51: 583-589.

30- Truong, H. H., A. F. Moss, S. Y. Liu and P. H. Selle. 2017. Pre-and post-pellet whole grain inclusions enhance feed conversion efficiency, energy utilisation and gut integrity in broiler chickens offered wheat-based diets. *Animal feed science and technology* 224: 115-123.

31- Van Bunnik, B., W. Katsma, J. Wagenaar, W. Jacobs-Reitsma and M. De Jong. 2012. Acidification of drinking water inhibits indirect transmission, but not direct transmission of Campylobacter between broilers. *Preventive veterinary medicine* 105: 315-319.

32- Zhu, K.-X., X. Dai, X. Guo, W. Peng and H.-M. Zhou. 2014. Retarding effects of organic acids, hydrocolloids and microwave treatment on the discoloration of green tea fresh noodles. *LWT-Food Science and Technology* 55: 176-182.