14(2) 241-248, Summer 2022

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of processed quinoa on performance traits, small intestinal morphology and blood parameters of Ross broiler chickens

*Negin Zeyghami, Mohammad Ali Jafari *, Mehrdad Irani*

Department of Animal Science, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Key Words

Expanding
Extrusion
Chicken
Processing
Quinoa

Abstract

Introduction: Quinoa with a very high nutritional value can be a good alternative to poultry ration. The present study aimed to investigate the effect of processed quinoa seeds on performance, small intestinal morphology, and blood parameters of Ross broiler chickens.

Materials & Methods: The present experiment was performed with 5 treatments, 4 replications, and 15 chickens per pen in a completely randomized design. Hydrothermal, extrusion, and expansion methods were used to process quinoa seeds. Apart from the control treatment, 15% of quinoa seeds were included in the other treatments. The studied traits were recorded. The general linear model procedure in SAS software was used to compare the means of treatments.

Results: The effect of processing methods on body weight, feed conversion ratio, total prote uric acid, and blood cholesterol, villi height, crypt villi depth, and length to depth ratio cryogenic villi of jejunum were significant (P<0.01). Quinoa processing improved its nutritio properties.

Conclusion: In general, extrusion and expansion processing methods were more effective than the hydrothermal method in improving the quality of quinoa.

* Corresponding Author's email: mohammadali3jafari@yahoo.com
Received: 21 April 2021; Reviewed: 23 May 2021; Revised: 23 July 2021; Accepted: 26 August 2021
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.297917.2599

مقاله پژوهشی

اثر دانه کینوای عمل‌وری شده بر صفات عملکرد، ریخت‌شناسی روده باریک و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی راس

نگین ضیغمی، محمدعلی جعفری، مهرداد ایرانی*

گروه علوم دامی، واحد قائمشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائمشهر، ایران

کلمات کلیدی

اکسپندینگ
اکستروژن
جوجه
عمل‌آوری
کینوا

چکیده

مقدمه: کینوا با ارزش غذایی بسیار بالا می‌تواند یک جایگزین مناسب در جیره طیور باشد. هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر دانه کینوای عمل‌آوری شده بر صفات عملکرد، ریخت‌شناسی روده باریک و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه راس است.

مواد و روش‌ها: آزمایش حاضر با ٥ تیمار، ٤ تکرار و ۱٥ جوجه در هر پن در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. روش‌های هیدروترمال، اکستروژن و اکسپندینگ برای عمل‌آوری دانه کینوا استفاده شد. به‌غیر از تیمار شاهد در مابقی تیمارها ۱٥ درصد دانه کینوا گنجانده شد. صفات مورد بررسی داده‌برداری شدند. برای مقایسه میانگین تیمارها از رویه مدل خطی کلی در نرم‌افزار SAS استفاده شد.

نتایج: اثر روش‌های عمل‌آوری بر وزن بدن، ضریب‌تبدیل خوراک مصرفی، پروتئین کل، اسید اوریک و کلسترول‌خون، قابلیت هضم ایلئومی پروتئین، ارتفاع پرز، عمق کریپت پرز و نسبت طول به عمق کریپت پرزهای ژوژنوم معنی‌دار شد (P<۰/۰۱). عمل‌آوری کینوا باعث بهبود خصوصیات تغذیه ای آن شد.

بحث و نتیجه‌گیری: به‌طورکلی روش‌های عمل‌آوری اکستروژن و اکسپندینگ از روش هیدروترمال در بهبود کیفیت کینوا موثرتر بودند.

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول:mohammadali3jafari@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱ اردیبهشت ۱٤۰۰؛ تاریخ داوری: ۲ خرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ اصلاح: ۱ مرداد ۱٤۰۰؛ تاریخ پذیرش: ٤ شهریور ۱٤۰۰
(DOI): 10.22034/AEJ.2021.297917.2599

مقدمه

ذرت و کنجاله سویا مهم‌ترین اجزاء جیره‌های غذایی طیور هستند. محدودیت دسترسی به این منابع خوراکی از بزرگ‌ترین مسائل صنعت خوراک طیور می‌باشد. از این‌رو یافتن یک منبع خوراکی جایگزین اهمیت دارد. یکی از این منابع خوراکی، کینوا با نام علمی *Chenopodium quinoa* Willd متعلق به خانواده اسفنجیان (Amaranthaceae) است و در گروه شبه‌غلات دسته‌بندی می‌شود. این گیاه دولپه‌ای، یک‌ساله، آلوتتراپلوئید، شور زیست اختیاری و در سراسر جهان پراکنده است. ارزش غذایی بسیار بالا دارد. دانه کینوا محصول اصلی این گیاه است. کینوا به‌طور متوسط دارای ۱۶ درصد پروتئین و ۷۷-۷۰ درصد کربوهیدرات می‌باشد (۱). ۶۰ درصد دانه کینوا حاوی نشاسته است. ترکیبی کامل از اسیدهای آمینه (به‌ویژه لیزین، متیونین و سیستئین) دارد. غنی از مواد معدنی (به‌ویژه کلسیم، آهن، منیزیم و روی) و ویتامین‌های مختلف است (۲). محتوای لیپید کینوا در حدود ۱۴/۵ درصد است که ۸۹-۷۰ درصد آن را اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می‌دهد. به‌همین دلیل می‌تواند جایگزین مناسبی برای دانه‌های روغنی در خوراک باشد (۳). از ویژگی‌های دیگر آن تولید بالا و مقاومت به خشکسالی است. کینوا حاوی ترکیبات ضدمغذی است. ساپونین، اسید فیتیک، تانن، اگزالات و بازدارنده تریپسین از مهم‌ترین فاکتورهای ضدمغذی کینوا می باشند (۴). بسیاری از ترکیبات ضدمغذی نسبت به حرارات ناپایدار هستند. عمل‌آوری سبب خنثی شدن اثر مواد ضد مغذی، افزایش بازده مصرف، افزایش خوشخوراکی و درنهایت کاهش اتلاف مواد خوراکی می‌گردد. مقدار کاهش فعالیت ترکیبات ضدمغذی به دما، مدت زمان اعمال حرارت، اندازه ذرات و میزان رطوبت روش عمل‌آوری بستگی دارد. از روش‌های معمول برای عمل‌آوری مواد خوراکی، روش‌های حرارتی را می‌توان نام برد. روش‌های اتوکلاو کردن، تفت دادن، ترکاندن، میکرونیزه کردن، تابش امواج با طول موج کوتاه، اکسترود کردن، اکسپند کردن، پختن هیدروترمال و پفکی کردن تحت بخار از جمله مهم‌ترین و رایج‌ترین‌ها هستند (۵، ۶). هدف از تحقیق حاضر بررسی اثر دانه کینوای عمل‌آوری شده بر صفات عملکرد، ریخت شناسی روده باریک و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه راس است.

مواد و روش‌ها

بخش آزمایشگاهی تحقیق حاضر در آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقاتی و آموزشی نور (تهران)، مبنا (کرج)، آزمایشگاه توسعه کشت دانه‌های روغنی (تهران) و سازمان انرژی اتمی ایران (تهران) انجام شد.

تعیین ترکیبات شیمیایی کینوا: برای تعیین انرژی خام (با دستگاه بمب کالری‌متر PARR 1261)، درصد ماده خشک، خاکستر، پروتئین خام، چربی خام، فیبر خام، کلسیم و فسفر از روش‌های آزمایشی توصیه شده استفاده شد (۷).

عمل‌آوری دانه کامل کینوا: در مطالعه حاضر روش‌های حرارتی هیدروترمال، اکستروژن و اکسپندینگ برای عمل‌آوری دانه کینوا استفاده شد. در روش هیدروترمال، یک نمونه ۱۳۵ کیلوگرمی دانه کینوا همراه با آب (با نسبت حجمی ۱:۲) در یک ظرف خیسانده و با فویل آلومینیومی بسته‌بندی شد. سپس نمونه در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۵ دقیقه قرار گرفت. در ادامه نمونه با بافر استات (pH=۵/۵) تیمار شد و به‌مدت ۱۲ ساعت در همان شرایط دمایی نگه‌داری شد. نمونه از آون خارج و چندین مرتبه با آب مقطر شسته شد تا pH به حالت قبل از فرایند برسد. در نهایت نمونه در آون با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۳ ساعت خشک گردید. بعد از خشک شدن، دانه‌ها (با رطوبت ۱۰ درصد) آسیاب شدند (۸). روش اکستروژن در دمای ۲±۱۵۵درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ ثانیه با استفاده از اکسترودر تک ماردون (تک شفت) با سرعت ۴۵۰ دور در دقیقه و قطر ۱۰ سانتی‌متر انجام شد. مرحله آخر نیز شامل خشک کردن و آسیاب نمودن دانه کینوا بود (۹). فرآیند اکسپندینگ با استفاده از روش اکسپندینگ مرطوب در دمای ۱۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ ثانیه با استفاده از اکسپندر تک کادیشنر آماندوس کال انجام شد (۱۰).

محل و زمان انجام بخش مزرعه‌ای آزمایش: این پژوهش در بهار ۱۳۹۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر انجام شد. آماده‌سازی سالن پرورش به‌خوبی انجام شد. کف و دیوارهای سالن به‌طور کامل شستشو گردید. ظروف آبخوری و دانخوری قبل از ورود جوجه‌ها شستشو و ضدعفونی گردید. دما و رطوبت سالن بر اساس جداول راهنمای پرورش سویه راس ۳۰۸ تنظیم شد. درجه حرارت سالن در هفته اول پرورش در حدود ۳۲ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید و به‌تدریج دما تا ۲۴-۲۳ درجه سانتی‌گراد کاهش داده شد. رطوبت سالن نیز در دوره پرورش حدود ۶۵-۵۵ درصد بود.

جوجه‌ها و تیمارهای آزمایشی: تعداد ۳۰۰ قطعه جوجه گوشتی سویه راس ۳۰۸ توزین و به‌صورت تصادفی در پن‌های آزمایشی توزیع شدند. در هر پن ۱۵ قطعه جوجه قرار گرفت. ابعاد هر پن ۲×۱ سانتی‌مترمربع بود. جیره‌ها براساس احتیاجات غذایی سویه راس ۳۰۸ و با نرم‌افزار UFFDA فرموله شدند. کلیه جیره‌ها ایزوکالریک و ایزونیتروژنوس بود. جوجه‌ها با جیره‌های آزمایشی از سن ۱ تا ۴۲ روزگی طی ۳ دوره آغازین (۱ تا ۱۱روزگی)، رشد (۱۲ تا ۲۲روزگی)

و پایانی (۲۳ تا ۴۲ روزگی) با استفاده از دان پودری تغذیه شدند. تیمارهای آزمایشی شامل تیمار اول که حاوی جیره پایه و فاقد کینوا بود. تیمار دوم حاوی ۱۵ درصد دانه کینوای عمل‌آوری نشده بود. تیمارهای سوم، چهارم و پنجم به‌ترتیب حاوی ۱۵ درصد دانه کینوای عمل‌آوری شده با روش‌های هیدروترمال، اکستروژن و اکسپندینگ بود. ترکیب جیره‌های غذایی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: اجزا و ترکیب مواد مغذی جیره پایه مورد استفاده (درصد)

اجزاء خوراک	جیره آغازین (۱۰-۱ روزگی)		جیره رشد (۲۴-۱۱ روزگی)		جیره پایانی (۴۲-۲۵ روزگی)	
	شاهد	حاوی کینوا	شاهد	حاوی کینوا	شاهد	حاوی کینوا
ذرت	۵۵/۴۷	۴۳/۹۹	۵۶/۳۸	۴۳/۵۶	۶۱/۲۰	۴۸/۵۳
دانه کینوا	-	۱۵/۰۰	-	۱۵/۰۰	-	۱۵/۰۰
کنجاله سویا	۳۶/۵۳	۳۰/۱۳	۳۷/۶۹	۳۵/۶۳	۳۲/۶۴	۳۰/۲۹
روغن	۰/۹۰	۱/۲۰	۲/۰۴	۲/۲۱	۲/۷۳	۲/۹۱
گلوتن ذرت	۳/۰۰	۵/۵۷	-	-	-	-
دی‌کلسیم فسفات	۱/۷۷	۱/۶۴	۱/۶۹	۱/۵۲	۱/۴۸	۱/۳۲
کربنات کلسیم	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۸۳	۰/۸۴
پرمیکس ویتامینه معدنی*	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
متیونین	۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۱۹	۰/۱۷
لیزین	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۱	-
ترئونین	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۳	-	۰/۰۲
نمک	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
جوش شیرین	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۷
انرژی‌متابولیسمی (کیلوکالری در کیلوگرم)	۲۸۵۰	۲۸۵۰	۲۹۵۰	۲۹۵۰	۳۰۵۰	۳۰۵۰
پروتئین خام (درصد)	۲۲/۵	۲۲/۵	۲۱/۰	۲۱/۰	۱۹	۱۹
لیزین (قابلیت هضم ایلئومی)	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۱۷	۱/۱۷	۰/۹۸	۰/۹۸
متیونین+سیستین (قابلیت هضم ایلئومی)	۰/۹۲	۰/۹۲	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۷۴	۰/۷۴
ترئونین (قابلیت هضم ایلئومی)	۰/۸۴	۰/۸۴	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۶۶	۰/۶۶
کلسیم (درصد)	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۸۷	۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۷۸
فسفر قابل دسترس (درصد)	۰/۴۵	۰/۴۵	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۳۹	۰/۳۹

* پرمیکس ویتامین تامین‌شده به‌ازای هر کیلوگرم حاوی ۴۴۰۰۰۰۰ واحد ویتامین A، ۷۲۰۰۰ واحد ویتامین D، ۱۴۴۰۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۰۰۰ میلی‌گرم ویتامین K، ۶۴۰ میلی‌گرم کوبالامین، ۶۱۲ میلی‌گرم تیامین، ۳۰۰۰ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۴۸۹۶ میلی‌گرم اسید پانتوتنیک، ۱۲۱۶۰ میلی‌گرم نیاسین، ۶۱۲ میلی‌گرم پیریدوکسین، ۲۰۰۰ میلی‌گرم بیوتین و ۲۶۰ گرم کولین کلراید. پرمیکس مینرال تامین‌شده به‌ازای هر کیلوگرم حاوی ۶۴/۵ گرم منگنز، ۱۰۰ گرم آهن، ۸ گرم مس، ۶۴۰ میلی‌گرم ید، ۱۹۰ میلی‌گرم کبالت و ۸ گرم سلنیوم.

صفات مورد بررسی

صفات عملکرد: در پایان هر هفته، توزین جوجه‌ها ۴ ساعت پس از قطع دان با ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰ گرم انجام شد. میزان دان مصرفی، وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک ثبت گردید.

فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون: در سن ۴۲ روزگی از هر واحد آزمایشی سه پرنده انتخاب و خونگیری از طریق ورید بالی انجام شد. پس از جدا شدن سرم از لخته خون، نمونه‌های سرم حاصل به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. محتوی اسیداوریک، پروتئین کل، کلسترول و تری‌گلیسیرید موجود در نمونه‌های سرم با استفاده از روش آنزیمی CHOD-PAP و با کیت تجاری شرکت پارس‌آزمون و شرکت زیست‌شیمی تعیین گردید.

ریخت‌شناسی ژوژنوم: روده کوچک در کنار یک خط‌کش مدرج گسترانده شد. از قسمت میانی هر سه بخش روده باریک قطعاتی به طول ۱/۵ سانتی‌متر جدا شد (۱۱).

تجزیه و تحلیل آماری: آزمایش حاضر با ۵ تیمار و ۴ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای مقایسه میانگین تیمارها از رویه مدل خطی کلی (GLM) در نرم‌افزار SAS (۱۲) استفاده شد. مدل آماری مورد استفاده به شرح زیر بود: $y_{ij}= \mu+ T_j+ e_{ij}$ که y_{ij} مقدار مشاهده مربوط به تیمار jام از تکرار i ام، μ اثر میانگین، T_j اثر تیمار j ام و e_{ij} اثر عوامل باقی‌مانده است.

نتایج

ترکیب شیمیایی دانه کینوا: نتایج مربوط به ارزیابی خصوصیات کیفی دانه کینوای خام در جدول ۲ ارائه شده است. براساس این اطلاعات دانه کینوای مورد استفاده در پژوهش حاضر حاوی ۱۵/۴ درصد پروتئین خام، ۷/۶۶ درصد چربی، ۳/۷ درصد خاکستر و ۶/۷ درصد فیبر خام بود.

جدول ۲: ترکیبات شیمیایی دانه کینوای عمل‌آوری نشده

ترکیب شیمیایی	ماده خشک	انرژی خام (kcal)	پروتئین خام (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)	فیبر خام (٪)	کلسیم (٪)	فسفر (٪)
	۸۹/۹۳	۳۵۸۵	۱۵/۳۶	۷/۶۶	۳/۷۰	۶/۷۰	۰/۳	۰/۴

صفات عملکرد

وزن بدن: همان‌طورکه در جدول ۳ ارائه شده است، اثر تیمارها در کلیه دوره‌های پرورش بر میانگین وزن بدن معنی‌دار می‌باشد ($p<0/01$). عمدتاً بیش‌ترین وزن بدن در کلیه دوره‌های پرورش در تیمارهای عمل‌آوری شده با روش‌های اکستروژن و اکسپندینگ مشاهده شد. هم‌چنین به‌طورکلی کم‌ترین وزن بدن مربوط به تیمار عمل‌آوری نشده بود. در کل دوره بیش‌ترین وزن بدن در تیمار عمل‌آوری شده باروش اکستروژن مشاهده شد. کم‌ترین وزن بدن در روش عمل‌آوری هیدروترمال به‌دست آمد.

جدول ۳: تأثیر روش‌های مختلف عمل‌آوری کینوا بر وزن بدن جوجه‌های گوشتی

جیره های آزمایشی	وزن بدن (گرم)			
	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
جیره پایه (فاقد کینوا)	۴۳۶/۵۳^{a}	۸۰۳/۵۶^{a}	۱۲۲۹/۱۸^{a}	۲۴۶۹/۲۸^{a}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری نشده	۳۴۷/۵۰^{c}	۶۹۴/۹۳^{c}	۱۰۴۷/۳۷^{d}	۲۰۸۹/۷۹^{c}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش هیدروترمال	۳۸۶/۸۳^{b}	۷۴۵/۶۴^{b}	۱۱۰۸/۶۴^{c}	۲۲۴۱/۱۲^{b}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکستروژن	۴۱۷/۲۱^{a}	۸۰۴/۱۳^{a}	۱۱۹۰/۸۲^{ab}	۲۴۱۲/۱۵^{ab}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکسپندینگ	۴۳۰/۴۶^{a}	۷۹۴/۵۳^{a}	۱۱۵۹/۵۰^{bc}	۲۳۸۴/۹۴^{b}
SEM	۹/۲۰	۱۲/۰۰	۱۸/۵۱	۳۷/۷۷
P value	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

abc در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P<0/05$). SEM= Standard error of mean .P.value= Probability of value

خوراک مصرفی: همان‌گونه که در جدول ۴ ارائه شده است، هیچ‌گونه اختلاف‌معنی‌داری در میزان خوراک مصرفی بین تیمارهای مختلف در هیچ‌یک از دوره‌های پرورشی وجود نداشت ($p>0/05$). به عبارت دیگر اثر روش‌های مختلف عمل‌آوری بر مصرف خوراک معنی‌دار نبود ($P>0/05$).

جدول ۴: تأثیر روش‌های مختلف عمل‌آوری کینوا بر خوراک مصرفی جوجه‌های گوشتی

جیره‌های آزمایشی	خوراک مصرفی (گرم)			
	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
جیره پایه (فاقد کینوا)	۵۰۵/۹۲	۱۱۹۸/۸۳	۲۷۳۵/۰۵	۴۴۳۹/۸۰
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری نشده	۴۵۹/۰۳	۱۱۹۲/۱۸	۲۶۵۷/۸۰	۴۳۰۹/۰۲
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش هیدروترمال	۴۹۰/۶۵	۱۲۰۴/۲۰	۲۷۲۶/۹۲	۴۴۲۱/۷۷
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکستروژن	۴۸۶/۸۳	۱۱۸۰/۱۰	۲۷۱۱/۴۱	۴۳۸۶/۳۵
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکسپندینگ	۵۰۳/۰۳	۱۱۷۹/۲۹	۲۷۱۶/۰۳	۴۳۹۶/۳۴
SEM	۶/۰۸	۶/۵۳	۲۳/۷۴	۲۳/۳۹
P value	۰/۲۱	۰/۲۵	۰/۱۹	۰/۱۸

abc در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند ($P<0/05$). SEM= Standard error of mean .P.value= Probability of value

ضریب تبدیل خوراک مصرفی: براساس نتایج جدول ۵ مشاهده می‌شود که اثر تیمارهای مختلف بر ضریب تبدیل خوراک مصرفی در کلیه دوره‌های پرورش معنی‌دار شد (p<۰/۰۱). عمل‌آوری کینوا در بهبود ضریب تبدیل خوراک موثر بوده است (p<۰/۰۱). به‌طورکلی بیش‌ترین و کم‌ترین بهبود ضریب تبدیل خوراکی به‌ترتیب با روش‌های اکستروژن و هیدروترمال به‌دست آمد..

جدول ۵: تأثیر روش‌های مختلف عمل‌آوری کینوا بر ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی

جیره‌های آزمایشی	ضریب تبدیل غذایی			
	دوره آغازین	دوره رشد	دوره پایانی	کل دوره
جیره پایه (فاقد کینوا)	۱/۱۶^{b}	۱/۲۹^{c}	۲/۲۳^{c}	۱/۸۰^{c}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری نشده	۱/۳۲^{a}	۱/۷۱^{a}	۲/۵۳^{a}	۲/۰۶^{a}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش هیدروترمال	۱/۲۷^{a}	۱/۶۱^{b}	۲/۴۶^{a}	۱/۹۷^{ab}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکستروژن	۱/۱۷^{b}	۱/۴۷^{c}	۲/۲۷^{bc}	۱/۸۲^{c}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکسپندینگ	۱/۱۷^{b}	۱/۴۸^{c}	۲/۳۴^{ab}	۱/۸۴^{bc}
SEM	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳
P value	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰

abc در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (P<۰/۰۵). SEM= Standard error of mean. P.value= Probability of value

فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون: براساس نتایج جدول ۶ مشاهده می‌شود که اثر تیمارهای مختلف بر پروتئین کل، اسید اوریک و کلسترول خون جوجه‌های گوشتی معنی‌دار شد (p<۰/۰۵). تفاوتی در محتوی تری‌گلیسرید بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد (p>۰/۰۵). بیش‌ترین و کم‌ترین سطح پروتئین خون به‌ترتیب با روش‌های عمل‌آوری اکستروژن و هیدروترمال حاصل شد. بیش‌ترین مقدار کلسترول با روش اکستروژن به‌دست آمد.

جدول ۶: تأثیر روش‌های مختلف عمل‌آوری کینوا بر فراسنجه‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی

جیره‌های آزمایشی	پروتئین کل (g/dl)	اسید اوریک (mg/dl)	کلسترول (mg/dl)	تری‌گلیسیرید (mg/dl)
جیره پایه (فاقد کینوا)	۵/۲۶^{ab}	۴/۱۹^{c}	۲۲۲/۵۴^{a}	۱۷۲/۷۴
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری نشده	۴/۷۳ ^{b}	۴/۸۱ ^{a}	۱۶۵/۲۷ ^{b}	۱۵۵/۳۷
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش هیدروترمال	۵/۰۷ ^{b}	۴/۵۷ ^{ab}	۱۷۲/۸۹ ^{b}	۱۶۳/۸۱
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکستروژن	۵/۶۷^{a}	۴/۲۶^{bc}	۱۸۴/۴۶^{b}	۱۵۲/۳۳
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکسپندینگ	۵/۰۸^{b}	۴/۴۱^{bc}	۱۷۷/۰۰^{b}	۱۶۰/۰۵
SEM	۰/۱۰	۰/۰۷	۶/۴۱	۴/۳۱
P value	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۰۷

abc در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (P<۰/۰۵). SEM= Standard error of mean. P.value= Probability of value

ریخت‌شناسی ژوژنوم: نتایج بررسی خصوصیات پرزهای ژوژنوم در ۴۲ روزگی درجدول ۷ ارائه گردیده است. اثر تیمارهای آزمایشی بر کلیه شاخص‌های مورد بررسی شامل ارتفاع پرز، عمق کریپت پرز و نسبت طول به عمق کریپت پرزهای ژوژنوم معنی‌دار شد (p<۰/۰۵). بیش‌ترین طول پرز در تیمار عمل‌آوری شده با روش اکستروژن مشاهده شد. بیش‌ترین و کم‌ترین نسبت طول پرز به عمق کریپت به‌ترتیب در روش‌های عمل‌آوری اکستروژن و هیدروترمال مشاهده شد (p<۰/۰۵).

جدول ۷: تأثیر روش‌های مختلف عمل‌آوری کینوا بر خصوصیات مورفولوژی ژوژنوم

تیمارهای آزمایشی	طول پرز (µm)	ارتفاع کریپت (µm)	طول پرز به ارتفاع کریپت
جیره پایه (فاقد کینوا)	۱۰۵۰/۰۴^{a}	۱۶۸/۴۵^{bc}	۶/۲۳^{ab}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری نشده	۹۳۶/۸۰^{b}	۱۹۳/۸۵^{a}	۴/۸۴^{d}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش هیدروترمال	۹۸۷/۳۲^{ab}	۱۷۹/۹۹^{b}	۵/۴۹^{c}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکستروژن	۱۰۶۵/۷۹^{a}	۱۵۹/۶۶^{c}	۶/۶۷^{a}
جیره حاوی دانه کینوای عمل‌آوری به‌روش اکسپندینگ	۱۰۳۶/۹۷^{a}	۱۷۵/۶۱^{b}	۵/۹۰^{bc}
SEM	۱۶/۵۵	۳/۴۰	۰/۱۸
P value	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۳

abc در هر ستون میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند (P<۰/۰۵). SEM= Standard error of mean. P.value= Probability of value

بحث

ترکیبات کینوای عمل‌آوری شده: محتوی پروتئین خام در واریته‌های مختلف کینوا در دامنه‌ای از ۱۳/۷ تا ۱۶/۷، چربی از ۵/۵ تا ۱۴/۵، خاکستر از ۱/۴ تا ۳/۸، فیبر خام از ۲/۶ تا ۱۰/۵ و رطوبت از ۹/۵۷ تا ۱۱/۷۱ درصد گزارش شده است که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد (۱۳، ۱۴). عمل‌آوری منجر به افزایش خفیف محتوی رطوبت دانه کینوا شد که به‌نظر می‌رسد ناشی از جذب آب طی عمل‌آوری باشد. رطوبت مناسب برای دانه‌های روغنی کم‌تر از ۱۲ درصد می‌باشد.

صفات عملکرد

وزن بدن: افزایش وزن بدن یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بررسی عملکرد در گله جوجه‌های گوشتی است. گزارش شده که با افزایش مقدار کینوا در جیره غذایی، عملکرد رشد به‌صورت خطی کاهش می‌یابد که مطابق با نتایج تحقیق حاضر می‌باشد (۱۵). وجود فاکتورهای ضدتغذیه‌ای از مهم‌ترین دلایل افت صفات عملکرد است. از مهم‌ترین مواد ضدتغذیه‌ای در دانه کینوا، تریپسین می‌باشد. تریپسین از هضم پروتئین خوراک ممانعت نموده و منجر به کاهش شدید وزن بدن در حیوانات تک معده‌ای می‌شود. در یک تحقیق که روی جوجه‌های گوشتی انجام شد، گزارش شد که عمل‌آوری کینوا می‌تواند تاثیر منفی عوامل ضدتغذیه‌ای را کاهش دهد (۱۵). در تحقیقی دیگر گزارش شد که عصاره دانه کینوا به‌دلیل دارا بودن مقادیر زیاد ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فنولی منجر به بهبود عملکرد رشد و کاهش ضریب تبدیل خوراکی شد. با عمل‌آوری قابلیت هضم مواد مغذی موجود در کینوا افزایش یافته و وزن بدن افزایش می‌یابد (۱۶).

مصرف خوراک: براساس نتایج تحقیق حاضر مشاهده شده که استفاده از کینوا مقدار خوراک مصرفی جوجه‌ها را کاهش می‌دهد. وجود اسیدفیتیک در دانه کینوا منجر به کاهش قابلیت جذب کلسیم و درنتیجه کاهش مصرف غذا می‌گردد (۱۶). استفاده از سطوح بالای دانه‌های روغنی منجر به افزایش دانسیته خوراک شده که با کاهش میزان خوراک مصرفی نمود می‌یابد. مواد ضدتغذیه‌ای نظیر تریپسین در تیمار حاوی کینوای عمل‌آوری نشده در تحقیق حاضر ممکن است از دیگر دلایل کاهش مصرف خوراک جوجه‌های گوشتی باشد. کاهش اشتها در زمان مصرف بازدارنده تریپسین می‌تواند به‌دلیل نقص در متابولیسم کبدی ناشی از آسیب‌دیدگی بافت کبد باشد (۱۷).

ضریب تبدیل خوراکی: ضریب تبدیل خوراکی تحت تأثیر افزایش وزن و خوراک مصرفی می‌باشد. در تحقیق حاضر با جایگزینی دانه کینوا وزن بدن نسبت به مقدار خوراک مصرفی افزایش مناسب نشان نداد. بنابراین ضریب تبدیل خوراکی افزایش یافت. افزایش ضریب تبدیل خوراکی در گروه دریافت‌کننده کینوای عمل‌آوری نشده ممکن است به‌دلیل کاهش بازده خوراک باشد. چون فاکتورهای ضدمغذی موجود در دانه کینوا ضریب تبدیل خوراکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۸، ۱۹). بهبود مشاهده شده در ضرایب تبدیل خوراکی در جوجه‌های تغذیه شده با دانه کینوای عمل‌آوری شده تا حد زیادی به تأثیر مثبت روش عمل‌آوری بر حذف ترکیبات ضدتغذیه و هم‌چنین بهبود قابلیت هضم مواد مغذی می‌باشد. مطابق با نتایج ارائه شده در مطالعه حاضر، گزارش شده که استفاده از سطح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد دانه کینوای عمل‌آوری نشده به‌ترتیب منجر به افزایش ۱۴، ۱۲ و ۲۸ درصدی در بازده خوراکی جوجه‌های گوشتی گردید (۱۶). ضریب تبدیل خوراکی در روش هیدروترمال در مقایسه با روش‌های اکستروژن و اکسپندینگ بالاتر بود. بخشی از ضریب تبدیل نامناسب در گروه هیدروترمال ممکن است ناشی از کاهش ارزش تغذیه‌ای کینوا در نتیجه جوانه‌زنی باشد. از دیگر عوامل موثر بر افزایش ضریب تبدیل خوراکی در روش هیدروترمال ممکن است مقدار زیاد تریپسین باشد. این ماده ضدمغذی با تاثیر بر مخاط روده باریک، کاهش قابلیت هضم پروتئین و ممانعت از جذب لیپیدها منجر به افزایش ضریب تبدیل خوراکی می‌گردد (۱۶).

فراسنجه‌های بیوشیمیایی خون: در تحقیق حاضر استفاده از دانه کینوا سبب کاهش کلسترول گردید. مطابق با تحقیق حاضر، اثرات بازدارندگی دانه کینوا بر روی تجمع کلسترول گزارش شده است (۲۰). میزان تجمع کلسترول با استفاده از دانه کینوا کاهش می‌یابد زیرا پلی‌فنل‌ها به ذرات کلسترول متصل می‌شوند و مانع تجمع ذرات آن می‌شود. استفاده از کینوای عمل‌آوری نشده منجر به افت پروتئین تام پلاسما شد که می‌تواند ناشی از کاهش محتوی فسفر قابل دسترس در خوراک باشد (۲۱). کاهش پروتئین کل با کاهش محتوی فسفر جیره غذایی (ناشی از کاهش سنتز پروتئین توسط کبد در نتیجه عملکرد بد کبد و سوءجذب مواد مغذی در روده کوچک) در ارتباط است. ایجاد کمپلکس فیتات-پروتئین در دستگاه گوارش طیور بر قابلیت هضم و جذب پروتئین موثر است. عمل‌آوری دانه کینوا با حذف بخشی از تریپسین و اسید فیتیک می‌تواند قسمتی از کاهش پروتئین کل را جبران نماید. گزارش شده که بهبود قابلیت هضم پروتئین خوراک و توازن مناسب آمینواسیدی باعث کاهش اسید اوریک سرم می‌شود (۲۲).

ریخت‌شناسی ژوژنوم: ترکیبات ضدمغذی دانه کینوا بیش‌ترین تاثیر را روی ریخت‌شناسی و میکروبیولوژی روده دارد. ترکیبات ضدتغذیه‌ای نظیر بازدارنده تریپسین منجر به ایجاد میکروفلور غیرنرمال،

موکوس نازک‌تر، تاخیر در بلوغ سلول‌های جذبی روده (انتروسیت‌های) و کوتاه شدن پرزها و کریپت‌های روده می‌شود. روش هیدروترمال تاثیر کمی بر ترکیبات ضدمغذی موجود در دانه کینوا به‌ویژه تریپسین دارد. بنابراین سلول‌های پوششی روده به‌طور پیوسته دستخوش تغییر می‌شوند (۲۳). در تحقیق حاضر، افزایش عمق کریپت در روش هیدروترمال می‌تواند به‌دلیل افزایش تخریب و آتروفی سلول‌های پوششی نوک پرز باشد. این تخریب در اثر تاثیر منفی تانن و مهار کننده‌های پروتئینی در عمق کریپت به‌منظور ساخت و جایگزین نمودن آن‌ها با سلول‌های آتروفی است. افزایش تعداد گابلت‌سل‌ها در جوجه‌های تغذیه شده با مقادیر بالای بازدارنده تریپسین گزارش شده‌است (۲۴). ترشح بیش‌ازاندازه پروتئین‌های آندوژنوس و افزایش تعداد سلوهای گابلت ترشح کننده موسین منجر به تخریب اپی‌تلیوم روده، کاهش ارتفاع پرز و تخریب میکروویلی‌ها می‌شود (۲۵). این نتایج با نتایج ارائه‌شده در تحقیق حاضر مطابقت دارد. کاهش ترکیبات ضدمغذی موجود در دانه کینوا ناشی از عمل‌آوری منجر به بهبود خصوصیات ریخت‌شناسی روده جوجه‌های گوشتی می‌گردد. با مصرف دانه کینوای عمل‌آوری شده انتظار می‌رود تولید اسیدهای چرب فرار افزایش یابد. اسیدهای چرب فرار به‌عنوان منبع اصلی انرژی برای پرزهای روده نقش دارند. از طرفی با در نظر گرفتن اثر تسریع کنندهٔ اسیدهای چرب فرار در بلوغ پرزهای روده دور، از انتظار نیست که جایگزین نمودن دانه کینوای عمل‌آوری شده منجر به افزایش طول پرز روده شود (۲۵). دانه کینوا به‌دلیل محتوی اجزاء آنتی‌کسیدانی منجر به کاهش سطح کلسترول خون می‌گردد. از طرفی به‌دلیل ترکیبات ضدمغذی دانه عمل‌آوری نشده کینوا، مصرف آن با کاش وزن بدن و افزایش ضریب تبدیل غذایی همراه بود. با انجام روش‌های عمل‌آوری مشکلات مربوطه مرتفع گردید. تغذیه با دانه کینوای عمل‌آوری شده به‌روش اکستروژن، اکسپندینگ و هیدروترمال منجر به عملکرد بهتری در طیور می‌شود. به‌طورکلی روش‌های اکستروژن و اکسپندینگ عملکرد بهتری را ایجاد کردند.

تشکر و قدر دانی

نویسندگان این مقاله از کلیه کسانی که در انجام تحقیق حاضر نقش داشته‌اند، تشکر می‌کنند.

منابع

1. **Bastidas, E.G., Roura, R., Rizzolo, D.A.D., Massanés, T. and Gomis, R., 2016.** Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), from nutritional value to potential health benefits: an integrative review. Journal of Nutrition and Food Sciences. 6(3): 1-10.

2. **Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E. and Puente, L., 2010.** Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. Journal of the Science of Food and Agriculture. 90(15): 2541-2547.

3. **Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P.X. and Liu, R., 2015.** Characterisation of phenolics, betanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. Food Chemistery. 166: 380-388.

4. **Lopes, C.O., Dessimoni, G.V., Da Silva, M.C., Vieira, G. and Pinto, N.A.V.D., 2009.** Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenoipodium quinoa*). Alimentos e Nutrição. 20(4): 669-675.

5. **Lazaro, R., Mateos, G.G., Lattor, M.A. and Piquer, J., 2003.** Whole soybean in diets poultry. American Soybean Association. Madrid, Spain.

6. **Mateos, G.G., Latorre, M.A. and Lazaro, R., 2003.** Processing Soybean. American Soybean Association, Madrid, Spain.

7. **AOAC. 2002.** Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

8. **Fredlund, K., Asp, N.G., Larsson, M., Marklinder, I. and Sandberg, A.S., 1997.** Phytate reduction in whole grains of wheat, rye, barley and oats after hydrothermal treatment. Journal of Cereal Science. 25(1): 83-91.

9. **Mirghelenj, S.A., Golian, A., Kermanshahi, H. and Raji, A.R., 2013.** Nutritional value of wet extruded full fat soybean and its effects on broiler chicken performance. Journal of Applied Poultry Research. 22(3): 410-422.

10. **Heger, J., Wiltafsky, M. and Zelenka, J., 2016.** Impact of different processing of full-fat soybeans on broiler performance. Czech Journal Animal Science. 61: 57-66.

11. **Bradley, G.L., Savage, T.F. and Timm, K.I., 1994.** The effects of supplementing diets with Saccharomyces cervisiae var. boulardi on male poult performance and ileal morphology. Poultry Science. 73: 1766-1770.

12. **SAS Institute. 1999.** Software estadístico SAS. SAS Inst. Inc: Cary, Carolina del Norte.

13. **Ogungbenle, H.N., 2003.** Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour. International journal of food sciences and nutrition. 54(2): 153-158.

14. **Maidala, A., Doma, U.D. and Egbo, L.M., 2013.** Effects of different processing methods on the chemical composition and antinutritional factors of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). Pakistan Journal of Nutrition. Vol. 12(12), pp: 1057-1060.

15. **Olukosi, O.A., Walker, R.L. and Houdijk, J.G., 2019.** Evaluation of the nutritive value of legume alternatives to soybean meal for broiler chickens. Poultry science. 98(11): 5778-5788.

16. **Eassawy, M.M.T., Abdel-Moneim, M.A. and Ghadir, A.E.Ch., 2016.** The Use of Quinoa Seeds Extract as a Natural Antioxidant in Broilers' Diets and its Effect on Chickens' Performance and Meat Quality. Journal of Animal and Poultry Production. 7(5): 173-180.

17. **Pacheco-Dominguez, W., 2011.** Evaluation of Trypsin Inhibitors Levels and Particle Size of Expeller-extracted Soybean Meal on Broiler Performance. MS thesis. North Carolina State University. USA

18. **Nahavandinejad, M., Seidavi, A., Asadpour, L. and Payan-Carreira, R., 2014.** Blood biochemical parameters of broilers fed differently thermal processed soybean meal. Revista MVZ Córdoba. 19(3): 4301-4315.

19. **Masey O'Neill, H.V., Hall, H., Curry, D. and Knox, A., 2018.** Processed soya to improve performance of broiler chickens. Journal of Applied Poultry Research. 27(3): 325-331.

20. **Navruz-Varli, S. and Sanlier, N., 2016.** Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Journal of Cereal Science, 69: 371-376.

21. **Underwood, E.J. and Suttle, N., 2001.** The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing, London, UK.

22. **Dehghani-Tafti, N. and Jahanian, R., 2016.** Effect of supplemental organic acids on performance, carcass characteristics, and serum biochemical metabolites in broilers fed diets containing different crude protein levels. Animal Feed Science and Technology. 211: 109-116.

23. **Fasina, Y.O., Classen, H.L., Garlich, J.D., Black, B.L., Ferket, P.R., Uni, Z. and Olkowski, A.A., 2006.** Response of turkey poults to soybean lectin levels typically encountered in commercial diets. 2. Effects on intestinal development and lymphoid organs. Poultry Science. 85: 870-877.

24. **Feng, J., Liu, X., Xu, Z.R., Wang, Y.Z. and Liu, J.X., 2007.** Effects of fermented soybean meal on digestive enzyme activities and intestinal morphology in broilers. Poultry science. 86(6): 1149-1154.

25. **Rocha, C., Durau, J.F., Barrilli, L.N.E., Dahlke, F. and Maiorka, P., 2014.** The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. Journal of Applied Poultry Research. 23(1): 71-79.