



مقایسه قابلیت هضم ایلئومی اسیدهای آمینه کنجاله کلزا با روش تغذیه دقیق جوجه‌های گوشتی و روش ایلئومی استاندارد شده

مسعود جعفری^{۱*}، حسین جانمحمدی^۲

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد آستارا، گروه علوم دامی، آستارا، ایران

۲- استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

(تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۷ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۷)

چکیده

هدف از این آزمایش تعیین قابلیت هضم ایلئومی اسیدهای آمینه کنجاله کلزا به روش تغذیه استاندارد (تغذیه آزاد) و روش تغذیه دقیق (تغذیه اجباری) جوجه‌های گوشتی بود. در روش تغذیه آزاد از ۱۶ قطعه جوجه نر سویه راس ۳۰۸ در قالب چهار تکرار از ۱۷ تا ۲۱ روزگی از جیره نیمه خالص با ۲۰ درصد پروتئین خام و حاوی کنجاله کلزا به عنوان تنها منبع پروتئین جیره تغذیه و محتویات ایلئومی در ۲۱ روزگی جمع‌آوری شد. در روش تغذیه دقیق نیز ۱۶ قطعه جوجه خروس در قالب چهار تکرار در ۲۱ روزگی با ۱۰ گرم جیره نیمه خالص حاوی کنجاله کلزا تغذیه و محتویات ایلئوم چهار ساعت بعد از خوراک‌دهی جمع‌آوری شد. محتویات ایلئوم بعد از جمع‌آوری، منجمد، غلظت اسیدهای آمینه و اکسید کروم اندازه‌گیری و قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه محاسبه شد. نتایج نشان داد اسیدهای آمینه لیزین، والین و هیستیدین در روش تغذیه آزاد نسبت به روش تغذیه اجباری و اسیدهای آمینه ترئونین، فنیل آلانین و اسیدآسپارٹیک در روش تغذیه اجباری نسبت به روش تغذیه آزاد دارای قابلیت هضم بیشتری بود ($P < 0.05$). در سایر اسیدهای آمینه تفاوتی از نظر قابلیت هضم استاندارد شده در بین روش‌های تغذیه‌ای مشاهده نشد. هم‌چنین میانگین کل قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه در هر دو روش تغذیه‌ای مشابه بود. این نتایج نشان داد گرچه قابلیت هضم ایلئومی در برخی اسیدهای آمینه بین دو روش مذکور متفاوت بود، لیکن در بسیاری از اسیدهای آمینه کنجاله کلزا بین روش‌های ایلئومی (تغذیه آزاد و تغذیه اجباری) تفاوت معنی‌داری از نظر قابلیت هضم اسیدآمینه‌ای مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: اسیدهای آمینه، جوجه گوشتی، قابلیت هضم ایلئومی، کنجاله کلزا

* نویسنده مسئول: m.jafari@iau-astara.ac.ir

مقدمه

توانایی هضمی در پرندگان جوان نباشد (Garcia *et al.*, 2007؛ Ravindran and Bryden, 1999).

روش دیگر برای تخمین قابلیت هضم اسیدهای آمینه، قابلیت هضم ایلئومی در جوجه‌ها است که بر مبنای تجزیه مواد هضمی جمع‌آوری شده از ایلئوم است (Payne *et al.*, 1968). مزیت این روش آن است که جیره‌های آزمایشی به‌طور آزاد در اختیار پرندگان قرار گرفته و این یک روش تغذیه معمول است. با تخمین قابلیت هضم ایلئومی ظاهری اسیدهای آمینه و نهایتاً تصحیح این مقادیر بر مبنای اتلاف آندوژنوسی اسیدهای آمینه، ضرایب قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده به دست می‌آیند (Lemme *et al.*, 2004). در این روش، برای برآورد اتلاف اسیدهای آمینه آندوژنوسی معمولاً از جیره‌های فاقد نیتروژن (Golian *et al.*, 2008) یا تغذیه با پپتیدهای صاف شده کازئین (Adedokun *et al.*, 2007) استفاده می‌شود. لیکن در این روش نیز جوجه‌ها از ۱ تا ۱۷ روزگی از جیره‌های کاربردی تغذیه و سپس از جیره‌های نیمه خالص حاوی خوراک آزمایشی به عنوان تنها منبع پروتئین یا اسید آمینه از ۱۷ تا ۲۱ روزگی تغذیه می‌نمایند (Bandegan *et al.*, 2010؛ Adedokun *et al.*, 2008). در مقایسه با روش خروس‌های فاقد روده کور، روش قابلیت هضم ایلئومی نیاز به مقدار زیادی خوراک و تعداد زیادی جوجه داشته و کار پرزحمت و مشکلی است؛ اما این روش تقلید خوبی از رفتار تغذیه‌ای پرنده بوده و داده‌های آن برای جوجه‌های جوان کارآمدی بیشتری دارد (Lemme *et al.*, 2004؛ Garcia *et al.*, 2007).

با وجود محدودیت‌های مذکور در روش خروس‌های روده کور برداری شده و روش قابلیت هضم ایلئومی در جوجه‌ها، روش جدیدی برای اندازه‌گیری قابلیت هضم اسیدهای آمینه در جوجه‌ها پیشنهاد شده که ترکیبی از دو روش بالا محسوب می‌شود. در این روش، جوجه‌ها در سن ۲۱ روزگی بعد از ۸ ساعت گرسنگی، با استفاده مقدار اندکی غذا (۱۰ گرم) تغذیه اجباری شده و ۴ ساعت بعد از تغذیه اجباری، بقایای مواد هضمی ایلئوم پرنده جمع‌آوری و مقادیر قابلیت هضم اسید آمینه‌ای برآورد می‌شود (Kim *et al.*, 2011a). در روش اخیر، نیاز به مقدار اندکی غذا بوده و مدت زمان آزمایش نسبت به روش‌های معمول ذکر شده کاهش می‌یابد. هم‌چنین مشکل تغذیه جیره‌های نیمه خالص به مدت ۳ تا ۴ روز که در روش ایلئومی وجود

در جیره‌های طیور، دامنه وسیعی از خوراک‌ها جهت تأمین نیازهای پروتئین و اسیدهای آمینه استفاده می‌شود. نیاز پروتئین برای طیور در واقع نیاز به اسیدهای آمینه است، لیکن مقادیر اسیدهای آمینه قابل دسترس خوراک‌ها برای پرنده به‌طور گسترده‌ای متغیر است. این امر به‌خصوص در مورد محصولات فرعی کارخانجات صنایع غذایی و خوراک‌های که تحت شرایط فرآوری قرار می‌گیرند، از اهمیت بیشتری برخوردار است (NRC, 1994). برای استفاده بهینه از چنین خوراک‌هایی در جیره‌نویسی کاربردی طیور، تعیین مقادیر اسیدهای آمینه قابل دسترس آن‌ها ضروری است (Bandegan *et al.*, 2010). تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از جیره‌نویسی بر مبنای اسیدهای آمینه قابل هضم نسبت به اسیدهای آمینه کل ارجحیت دارد (Fernandez *et al.*, 1995؛ Rostango *et al.*, 1995؛ Jafari and Mirzaei-Aghsaghali, 2014). از معمول‌ترین روش‌ها برای اندازه‌گیری قابلیت هضم اسیدهای آمینه، روش تغذیه دقیق خروس‌های روده کور برداری شده (Parsons, 2002؛ Ravindran and Bryden, 1999)؛ جعفری و همکاران، (۱۳۹۰) و روش قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده اسیدهای آمینه در جوجه‌ها (Lemme *et al.*, 2004؛ Adedokun *et al.*, 2008) است. متداول بودن این روش‌ها، به دلیل دقت و صحت نسبی آن‌ها است. در روش تغذیه دقیق خروس‌ها، برداشت روده کور به سبب حذف اثر میکروب‌ها بر متابولیسم پروتئین (اسیدهای آمینه) منجر به تخمین دقیق قابلیت هضم اسیدهای آمینه می‌شود (Ravindran and Bryden, 1999). گزارش‌ها نشان می‌دهد، روش تغذیه دقیق خروس‌های فاقد روده کور نتایج ثابتی را ارائه داده (Parsons, 2002)؛ لیکن این روش انتقادات زیادی را به همراه دارد. از جمله اینکه می‌بایست خروس‌ها تحت عمل مشکل جراحی قرار گرفته و نیاز به مراقبت ویژه دارد. هم‌چنین روش تغذیه اجباری خروس‌ها یک حالت نرمال تغذیه‌ای در پرنده نبوده و خوراک آزمایشی به‌تنهایی به پرنده خوراند می‌شود. از طرفی تخمین‌های قابلیت هضم در خروس‌های بالغ انجام شده و ممکن است این تخمین‌ها انعکاس‌دهنده

مدت پنج روز به‌طور آزاد به جیره‌های نیمه خالص به فرم آردی با ۲۰ درصد پروتئین خام و حاوی کنجاله کلزا به عنوان تنها منبع پروتئین جیره که دارای ۰/۳ درصد اکسید کروم به عنوان نشانگر غیرقابل هضم بود، اختصاص یافتند (جدول ۱). در روش تغذیه اجباری، ۱۶ قطعه جوجه تا ۲۱ روزگی از جیره‌های کاربردی تغذیه کردند. در مرحله بعد جوجه‌ها شبانه به مدت ۸ ساعت گرسنه نگه داشته شده تا دستگاه گوارش از بقایای خوراک قبلی تخلیه شود (Kim et al., 2011a). سپس به‌طور انفرادی توزین و به‌صورت تصادفی در چهار قفس (تکرار) با کف سیمی که هر قفس دارای چهار قطعه جوجه بود، اختصاص یافتند. بعد از ۸ ساعت گرسنگی، مقدار ۱۰ گرم از جیره نیمه خالص طبق روش (Sibbald (1986) به وسیله لوله چینه‌دانی به‌صورت اجباری به جوجه خوراندند و ۴ ساعت بعد از تغذیه اجباری، نمونه‌گیری از ایلئوم انجام شد (Kim et al., 2011a). در هر دو روش، جوجه‌ها در طول آزمایش به آب دسترسی آزاد داشته و نور در ۲۴ ساعت شبانه‌روز برای جوجه‌ها فراهم بود. دمای اتاق نیز در ابتدای ورود جوجه‌ها ۳۳ درجه بوده که هر هفته ۳ درجه کاهش یافت. در ۲۱ روزگی، جوجه‌ها با تزریق ۰/۳ میلی‌لیتر سدیم پنتوباریتون بی‌هوش و کشته‌شده و ایلئوم جدا شده و محتویات آن (از زائده مکل تا محل اتصال روده کور به ایلئوم) به وسیله شستشو با آب مقطر به درون ظروف مخصوص ریخته شد. برای تهیه نمونه به مقدار کافی جهت تجزیه، نمونه‌های ایلئومی در هر تکرار با هم ادغام شدند. نمونه‌های ایلئومی سپس منجمد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها خشک شده و بعد از آسیاب کردن در هاون، از توری ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام تجزیه نگه داشته شدند. مقدار ماده خشک نمونه‌ها به وسیله خشک کردن در خلاء و غلظت اسیدهای آمینه کنجاله کلزا و نمونه‌های ایلئومی به روش کروماتوگرافی تعویض یونی (مجهز به آشکارساز فلورانس؛ روش AOAC, 2000; E 982/30) اندازه‌گیری شد. غلظت اسیدآمینه نمونه‌ها به دنبال هیدرولیز در اسیدسولفوریک ۶ نرمال به مدت ۲۲ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد با کروماتوگرافی مایع با عملکرد بالا

داشت، برطرف می‌شود. در روش جدید، به دلیل اینکه جیره آزمایشی به‌صورت تغذیه اجباری به پرند خوراندند می‌شود، مشکل مخلوط شدن خوراک آزمایشی در جیره‌های نیمه خالص و هم‌چنین عدم خوش‌خوراکی برخی خوراک‌ها برطرف می‌شود. هم‌چنین در این روش نیاز به عمل جراحی برای برداشت روده کور نیست. از طرفی محققین نشان دادند، مقادیر قابلیت هضم اسیدهای آمینه به‌دست آمده از خروس‌های روده کور برداری شده بیشتر از روش قابلیت هضم ایلئومی است. این محققین دلیل این امر را احتمالاً ناشی از تفاوت در روش کار (تغذیه اجباری در مقایسه با تغذیه آزاد) یا سن پرنده (خروس در مقابل جوجه‌ها) دانستند (Garcia et al., 2007). مقایسه بین روش تغذیه آزاد و تغذیه اجباری در برآورد قابلیت هضم ایلئومی اسیدهای آمینه در جوجه‌ها، آن بخش از اختلاف بین مقادیر قابلیت هضم را که مربوط به روش تغذیه‌ای است را نشان خواهد داد. چون در هر دو روش از جوجه‌های گوشتی هم‌سن (۲۱ روزگی) استفاده خواهد شد.

لذا با توجه به عدم وجود داده‌های هضمی ایلئومی در مورد کنجاله کلزا در داخل کشور و نیز فقدان اطلاعات قابل دسترس در مورد مقایسه روش اخیر با روش تغذیه آزاد ایلئومی در تعیین قابلیت هضم اسیدهای آمینه مواد خوراکی، در تحقیق حاضر سعی بر این است، قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده اسیدهای آمینه کنجاله کلزا با هر دو روش تغذیه آزاد و تغذیه اجباری در جوجه‌ها تعیین شود. کسب چنین اطلاعاتی منجر به فراهم شدن داده‌های هضمی ایلئومی در مورد منبع پروتئینی مذکور و استفاده مؤثر از آن‌ها در جیره‌های طیور شده و مبنایی را برای راستی‌آزمایی روش اخیر در تخمین داده‌های هضمی ایلئومی فراهم خواهد آورد.

مواد و روش‌ها

نمونه کنجاله کلزا از شهرستان رشت تهیه و از جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ استفاده شد. در روش تغذیه آزاد، ۱۶ قطعه جوجه تا ۱۶ روزگی از جیره‌های کاربردی طبق توصیه NRC (1994) تغذیه کرده و به دنبال یک شب گرسنگی، جوجه‌ها به‌طور انفرادی توزین و در چهار قفس (تکرار) با کف سیمی که هر قفس دارای چهار قطعه جوجه بود، قرار گرفتند. سپس از ۱۷ تا ۲۱ روزگی به

ارائه شده است. ترکیب کنجاله کلزا در این آزمایش تقریباً مشابه (1994) NRC بوده با این تفاوت که میزان پروتئین خام و فیبر خام تا حدودی در نمونه آزمایشی به ترتیب بیشتر و کمتر از تجزیه آن در (1994) NRC بود. هم- چنین میزان پروتئین خام بدست آمده در آزمایش حاضر مشابه نمونه آزمایشی در برخی تحقیقات (Meng and Slominski, 2005; Mushtaq et al., 2007) نیک نفس و همکاران، ۱۳۸۶؛ به ترتیب ۳۶، ۳۶ و ۳۸/۸ درصد پروتئین خام) و بیشتر از نمونه آزمایشی محققان دیگر (Kocher et al., 2000)؛ ۳۲/۶ درصد) بود. میزان چربی خام نمونه آزمایشی مشابه با تجزیه (1994) NRC و یک مطالعه (Kocher et al., 2000)؛ ۴/۱ درصد) و کمتر از نمونه ارزیابی شده به وسیله دیگر محققین بود (Mushtaq et al., 2007)؛ ۶/۷ درصد). فیبر خام کنجاله کلزا در آزمایش حاضر کمتر از فیبر خام بدست آمده به وسیله نیک نفس و همکاران (۱۳۸۶؛ ۱۸/۷۵ درصد) و بیشتر از مقدار آن در مطالعه دیگر (Mushtaq et al., 2007)؛ ۷/۱۷ درصد) بود. تغییرات در ترکیب شیمیایی کنجاله کلزا در پژوهش‌های مختلف طبیعی بوده و ممکن است به دلیل شرایط کشت، واریته و نحوه فرآوری آن باشد. در بیشتر موارد، مقدار اسیدهای آمینه ضروری در نمونه آزمایشی بیشتر از (1994) NRC بود، دلیل این امر مربوط به پروتئین زیاد نمونه کنجاله کلزا در آزمایش حاضر نسبت به تجزیه موجود در (1994) NRC بود. بیشترین و کمترین تراکم در بین اسیدهای آمینه ضروری به ترتیب مربوط به اسیدهای آمینه لوسین و متیونین بود. تراکم اسیدهای آمینه کنجاله کلزا در آزمایش حاضر مشابه نمونه آزمایشی (با پروتئین مشابه) به وسیله Taylor et al. (2004) بود.

قابلیت هضم ظاهری و استاندارد شده اسیدهای آمینه: قابلیت هضم ظاهری ایلئومی اسیدهای آمینه در جدول ۳ ارائه شده است. در میان اسیدهای آمینه، مقادیر قابلیت هضم ظاهری لیزین، والین و هیستیدین در روش تغذیه آزاد نسبت به روش تغذیه اجباری بیشتر بوده لیکن این مقادیر در مورد ترئونین، فنیل آلانین و اسیدآسپارتیک در روش تغذیه اجباری نسبت به تغذیه آزاد بیشتر بود ($P < 0.05$). سایر اسیدهای آمینه تفاوتی از لحاظ قابلیت هضم ظاهری در بین روش‌های تغذیه‌ای نداشتند. بیشترین قابلیت هضم در هر دو روش تغذیه‌ای، مربوط به آرژنین بود. کمترین

اندازه‌گیری شد. هم‌چنین غلظت متیونین و سیستین به‌صورت جداگانه بعد از اکسیداسیون با پرفورمیک اندازه‌گیری شد (Moore, 1963). مقدار اکسید کروم نمونه‌های ایلئومی بعد از بدست آمدن خاکستر در ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت در کوره الکتریکی و در نهایت به دنبال هضم خاکستر در اسید نیتریک و اسید پرکلریک به روش طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی^۱ طبق روش ۹۹۰/۰۸ مندرج در (2000) AOAC اندازه‌گیری شد. نیتروژن (روش کلدال)، کلسیم، فسفر، چربی خام و فیبر خام نمونه کنجاله کلزا نیز به ترتیب طبق روش‌های (۹۹۰/۰۳)، (۹۶۸/۰۸)، (۹۶۵/۱۷)، (۹۲۰/۳۹) و (۹۷۸/۱۰) (2000) AOAC اندازه‌گیری شدند. بعد از تعیین غلظت اسیدآمینه و اکسید کروم در جیره آزمایشی و محتویات ایلئوم، قابلیت هضم ایلئومی ظاهری و استاندارد شده اسیدهای آمینه به‌صورت زیر محاسبه شد (Bandegan et al., 2010):

$$AID \% = [(AA/IM)_f - (AA/IM)_i \times 100] / (AA/IM)$$

که در آن، AID: قابلیت هضم ظاهری (درصد)، (AA/IM)_f: نسبت اسیدآمینه به مارکر در خوراک، (AA/IM)_i: نسبت اسیدآمینه به مارکر در ایلئوم.

$$SID \% = AID \% + [(basal IAA_{end}/AA_{diet}) \times 100]$$

که در آن، SID: قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده (درصد)، AA_{diet}: اسیدآمینه خوراک (گرم در هر کیلوگرم ماده خشک)، basal IAA_{end}: اسیدآمینه آندوژنوسی ایلئوم (گرم در هر کیلوگرم ماده خشک مصرفی).

در روش تغذیه اجباری از برآوردهای آندوژنوسی تعیین شده به وسیله Kim et al. (2011a) و در روش تغذیه آزاد از برآوردهای آندوژنوسی بدست آمده به وسیله Golian et al. (2008) جهت محاسبه قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده اسیدهای آمینه استفاده شد. داده‌ها با استفاده از طرح کاملاً تصادفی به وسیله نرم‌افزار SAS (2004) تجزیه و تحلیل و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون تی^۲ استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه تقریبی و تراکم اسیدهای آمینه: میانگین ترکیبات شیمیایی و تراکم اسیدهای آمینه کنجاله کلزا در جدول ۲

1. Perkin Elmer, Optima 7300DV

2. t-test

داده‌های بدست‌آمده از تحقیق حاضر با تحقیقات ذکر شده اندکی مشکل است. قابلیت هضم ظاهری اسیدهای آمینه کنجاله کانولا در روش تغذیه آزاد مشابه با نتایج بدست آمده از برخی تحقیقات بود (Huang *et al.*, 2006). این محققین دریافتند متوسط قابلیت هضم ظاهری اسیدهای آمینه در جوجه‌های گوشتی ۸۰ درصد بوده که مشابه داده‌های تحقیق حاضر در روش تغذیه آزاد بود (۷۸ درصد). هم‌چنین قابلیت هضم ظاهری بدست آمده در این آزمایش، در دامنه داده‌های گزارش شده کنجاله کانولا در سایر پژوهش‌ها (Adedokun *et al.*, 2008؛ ۷۸ درصد) در سن ۲۱ روزگی بود. روند قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه تقریباً مشابه قابلیت هضم ظاهری بود. یعنی با وجود اختلاف در قابلیت هضم در برخی اسیدهای آمینه، متوسط قابلیت هضم استاندارد شده در هر دو روش تغذیه‌ای مشابه بود (جدول ۴). داده‌های بدست‌آمده از قابلیت هضم استاندارد شده کنجاله کانولا در روش تغذیه آزاد (۷۹/۵۴ درصد) در دامنه داده‌های بدست آمده به وسیله سایر محققان [Adedokun *et al.* (2008)؛ ۷۹/۸ درصد و Woyengo *et al.* (2010)؛ ۸۰ درصد] بود. همان‌گونه که در آزمایش حاضر مشاهده می‌شود، قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه لیزین، والین هیستیدین در روش تغذیه آزاد بیشتر از تغذیه اجباری و این مقادیر در مورد ترئونین، فنیل آلانین و اسیدآسپارتیک در روش تغذیه اجباری بیشتر از روش تغذیه آزاد بود. لیکن در مورد بیشتر اسیدهای آمینه، تفاوتی از لحاظ قابلیت هضم استاندارد شده مشاهده نشد (جدول ۴). در میان تحقیقات مختلف بر روی جوجه‌های گوشتی و خروس‌های روده کور برداری شده نتایج مختلفی در بین آزمایشات از نظر قابلیت هضم اسیدهای آمینه وجود دارد. برخی تحقیقات قابلیت هضم اسیدهای آمینه ۱۵ نمونه خوراکی به روش تغذیه دقیق خروس‌های سکوم برداری شده و روش ایلئومی استاندارد شده جوجه‌های جوان را باهم مقایسه نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد، از این تعداد نمونه خوراکی، در هفت نمونه خوراکی، قابلیت هضم اسیدآمینه‌ای در روش خروس‌های سکوم برداری شده و روش ایلئومی جوجه‌های گوشتی باهم یکسان بود. لیکن در شش نمونه خوراکی قابلیت هضم اسیدهای آمینه در روش خروس‌های سکوم برداری

قابلیت هضم اسیدآمینه‌ای در روش تغذیه آزاد مربوط به اسیدآسپارتیک و در روش تغذیه اجباری مربوط به سیستین بود ($P < 0.05$). به‌طور کلی، میانگین قابلیت هضم ظاهری اسیدهای آمینه در روش تغذیه آزاد (۷۸/۰۸ درصد) تقریباً مشابه با روش تغذیه اجباری (۷۶/۴ درصد) بود (جدول ۳). مشابه قابلیت هضم ظاهری، مقادیر قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه لیزین، والین و هیستیدین در روش تغذیه آزاد نسبت به روش تغذیه اجباری و اسیدهای آمینه ترئونین، فنیل آلانین و اسیدآسپارتیک در روش تغذیه اجباری نسبت به روش تغذیه آزاد بیشتر بود (جدول ۴؛ $P < 0.05$). در بین روش‌های تغذیه‌ای، در بیشتر اسیدهای آمینه تفاوتی از نظر قابلیت هضم استاندارد شده وجود نداشت و میانگین کل قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه در هر دو روش مشابه بود (۷۹ در مقابل ۷۸ درصد؛ جدول ۴). به‌طور کلی، مقدار اسیدهای آمینه قابل هضم کنجاله کلزا قابل ملاحظه بوده و این فرآورده از نظر لوسین و آرژنین قابل هضم غنی و از لحاظ متیونین قابل هضم محدودیت دارد (جدول ۴).

چندین مطالعه روی قابلیت هضم اسیدهای آمینه مواد خوراکی برای طیور وجود دارد (Green *et al.*, 1987; Parsons, 1991; Green and Green, 1989; Parsons *et al.*, 1997; Angkanaporn *et al.*, 1996; Kadim *et al.*, 2002; Ravindran *et al.*, 1999, 2005; Huang *et al.*, 2005). لیکن داده‌های بدست‌آمده به دلیل تفاوت در روش‌شناسی مورد استفاده شامل دسته پرند (جوجه‌ها در مقایسه با خروس‌ها)، محل اندازه‌گیری (مدفوع در برابر ایلئوم) و تصحیح برای اتلاف آندوژنوسی (استاندارد شده یا ظاهری) متغیر است. گرچه تأثیر محل اندازه‌گیری بر قابلیت هضم اسیدهای آمینه اثبات شده (Ten Doeschate *et al.*, 1993; Ravindran *et al.*, 1999; Kadim *et al.*, 2002) و یا آزمایش‌هایی روی مقایسه قابلیت هضم اسیدهای آمینه خروس‌ها با جوجه‌های گوشتی (Huang *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2011b) یا تصحیح برای اتلاف آندوژنوسی (Adedokun *et al.*, 2007; Golian *et al.*, 2008) وجود دارد، لیکن داده‌های قابل دسترسی در مورد مقایسه روش تغذیه اجباری ایلئومی با روش تغذیه آزاد ایلئومی در جوجه‌های گوشتی وجود ندارد. بنابراین مقایسه

جدول ۱- ترکیب جیره نیمه خالص آزمایشی (بر حسب وزن تر)^۱Table 1. Composition of the semi-purified experimental diet (as-fed basis)¹

Ingredient	g/kg
Dextrose	359
Canola meal	537
Soybean oil	50
Mineral and Vitamin premix ²	5
Dicalcium phosphate	19
Choline chloride	3
Limestone	10
NaCl	2
Chromic oxide premix ³	15
Calculated nutrients	
MEn (kcal/kg)	2971
CP (g/kg)	200
Lys (g/kg)	10.3
Met (g/kg)	3.9
Arg (g/kg)	12.2
Thr (g/kg)	8.5
Leu (g/kg)	13.7
Ile (g/kg)	7.7
Phe (g/kg)	7.9
Val (g/kg)	10.0
His (g/kg)	5.5
Ser (g/kg)	8.6
Glu (g/kg)	34.6
Gly (g/kg)	10.2
Asp (g/kg)	13.9
Ala (g/kg)	8.6
Tyr (g/kg)	5.4
Cys (g/kg)	4.6
Ca (g/kg)	10.0
Nonphytate P (g/kg)	5.0

¹ Diet was calculated to contain 20% CP and canola meal was 37.2% CP.

² Provided (per kg of diet): iron, 71.6 mg; copper, 11.0 mg; manganese, 178.7 mg; zinc, 178.7 mg; iodine, 3.0 mg; selenium, 0.4 mg. vitamin A (retinyl acetate), 18,904.3 IU; vitamin D3 (cholecalciferol), 9,480.0 IU; vitamin E (dl- α -tocopheryl acetate), 63.0 IU; vitamin K activity, 6.4 mg; thiamine, 3.2 mg; riboflavin, 9.4 mg; pantothenic acid, 34.7 mg; niacin, 126.0 mg; pyridoxine, 4.7 mg; folic acid, 1.6 mg; biotin, 0.5 mg; vitamin B12, 35.4 μ g; choline, 956.9 mg.

³ Chromic oxide (Cr₂O₃) premix contain 1:4 Chromic oxide to corn starch.

باشد (Garcia *et al.*, 2007). سایر پژوهش‌ها نیز نشان دادند، جنس و سن پرنده می‌تواند بر روی قابلیت هضم اسیدهای آمینه تأثیرگذار باشد (Ten Doeschate *et al.*, 1993؛ Huang *et al.*, 2002؛ Batal and Parsons, 2003؛ 2005). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر مبنی بر تفاوت اندک قابلیت هضم اسیدآمینه‌ای در بین روش‌های تغذیه‌ای ایلئومی در جوجه‌های گوشتی، احتمالاً بخشی زیادی از اختلاف در قابلیت هضم بین روش خروس‌های سکوم برداری شده و روش ایلئومی جوجه‌های گوشتی، ممکن است ناشی از سن پرنده باشد تا روش تغذیه‌ای. با افزایش سن، دستگاه گوارش پرنده از نظر فیزیولوژیکی توسعه پیدا کرده که ممکن است

شده بیشتر از روش ایلئومی و در دو نمونه آن قابلیت هضم اسیدآمینه در روش ایلئومی بیشتر از روش خروس‌های سکوم برداری شده بود. این پژوهشگران نتیجه گرفتند، گرچه بین این دو روش اختلافاتی وجود دارد، لیکن هر دو روش تغذیه اجباری خروس‌ها و تغذیه آزاد جوجه‌ها نتایج قابل قبولی از قابلیت هضم اسیدآمینه‌ای ارائه می‌دهند (Kim *et al.*, 2011b). از طرفی برخی گزارش‌ها نشان دادند، داده‌های هضمی اسیدهای آمینه به‌دست‌آمده از خروس‌های سکوم برداری شده به‌طور معنی‌داری بیشتر از داده‌های ایلئومی به‌دست‌آمده از تغذیه آزاد جوجه‌ها می‌باشد. این محققین نتیجه گرفتند که این اختلاف ممکن است ناشی از روش تغذیه‌ای یا سن جوجه

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد، با وجود اینکه قابلیت هضم ایلئومی در برخی اسیدهای آمینه کنجاله کلزا بین دو روش مذکور متفاوت بود، لیکن در بسیاری از اسیدهای آمینه تفاوت معنی‌داری از نظر قابلیت هضم استاندارد شده بین روش‌های ایلئومی تغذیه آزاد و تغذیه اجباری مشاهده نشد. گرچه برای درک بهتر تفاوت بین این دو روش، نیاز به تحقیقات بیشتر با خوراک‌های متعدد می‌باشد.

منعکس‌کننده دستگاه گوارش پرنده جوان نباشد (Lemme *et al.*, 2004؛ Ravindran *et al.*, 1999). این امر ممکن است دلیلی بر بالا بودن قابلیت هضم اسیدآمینه‌ای در خروس‌ها نسبت به جوجه‌ها باشد. سایر محققین نیز دریافته‌اند، با افزایش سن از ۵ روزگی به ۲۱ روزگی میزان قابلیت هضم ظاهری در خوراک‌های مورد آزمایش (فراورده تقطیری ذرت، کنجاله کانولا، کنجاله سویا و ذرت) افزایش یافت. این محققین نشان دادند، اختلاف ناشی از سن در مورد قابلیت هضم استاندارد شده اسیدهای آمینه در مورد ذرت و فراورده‌های تقطیری ذرت نیز مشاهده شد (Adedokun *et al.*, 2008).

جدول ۲- ترکیب شیمیایی کنجاله کلزا (بر حسب وزن تر)

Table 2. Chemical composition of canola meal (As-fed basis)

Components*	Experimental canola meal (%)	NRC analysis of canola meal (1994)
Dry matter	90.30	93.00
Crude protein	37.20	34.80
Crude fat	3.50	3.80
Crude fiber	10.00	12.00
Calcium	0.82	0.68
Phosphorus	0.12	0.30
Essential amino acids		
Lys	1.91	1.94
Met	0.72	0.71
Arg	2.28	2.08
Thr	1.58	1.53
Leu	2.55	2.47
Ile	1.43	1.37
Phe	1.47	1.44
Val	1.86	1.76
His	1.02	0.93
Non-essential amino acids		
Ser	1.60	1.53
Glu	6.45	-
Gly	1.90	1.82
Asp	2.60	-
Ala	1.61	1.60
Tyr	1.00	1.09
Cys	0.87	0.87

*Data for each nutrient were mean of four samples (replicate)

جدول ۳- مقادیر اسید آمینه آندوژنوسی و قابلیت هضم ایلئومی ظاهری اسیدهای آمینه کنجاله کلزا به روش تغذیه آزاد در مقایسه با روش تغذیه دقیق جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی

Table 3. Ileal endogenous amino acid (AA) flow and Apparent ileal AA digestibility coefficients For *ad libitum*-fed chicks compared with precision-fed chicks at 21-d-old for canola meal

Amino acids	AA content (%)	Apparent ileal AA digestibility (%)			Ileal endogenous AA (mg/kgDMI)	
		<i>ad libitum</i> -fed	Precision-fed	SEM	<i>ad libitum</i> -fed ¹	Precision-fed ²
Essential amino acids						
Lys	1.91	77.62 ^a	67.72 ^b	2.10	173	358
Met	0.72	81.43	76.44	2.00	65	220
Arg	2.28	86.42	88.82	1.80	203	340
Thr	1.58	71.50 ^b	79.72 ^a	0.77	434	629
Leu	2.55	83.50	81.00	1.20	298	424
Ile	1.43	76.51	75.00	2.30	200	463
Phe	1.47	78.26 ^b	88.33 ^a	0.90	420	162
Val	1.86	79.21 ^a	71.43 ^b	0.50	270	400
His	1.02	84.55 ^a	73.15 ^b	1.30	91	167
Non-essential amino acids						
Ser	1.60	78.60	75.33	2.70	343	479
Glu	6.45	74.01	71.34	2.20	492	888
Gly	1.90	78.23	76.46	2.60	245	369
Asp	2.60	70.89 ^b	81.64 ^a	2.30	430	731
Ala	1.61	72.19	69.00	1.90	217	303
Tyr	1.00	80.38	80.80	1.60	124	287
Cys	0.87	76.00	70.33	2.80	143	375
Mean	-	78.08	76.40	-	-	-

^{a,b} Means within a row with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹ For 21-d-old broiler chicks *ad libitum* fed a nitrogen-free diet (Golian *et al.*, 2008).

² For 21-d-old broiler chicks *ad libitum* fed a nitrogen-free diet (Kim *et al.*, 2011a).

جدول ۴- مقادیر اسیدهای آمینه قابل هضم حقیقی و قابلیت هضم ایلئومی استاندارد شده اسیدهای آمینه کنجاله کلزا به روش تغذیه آزاد در مقایسه با روش تغذیه دقیق جوجه‌های گوشتی در سن ۲۱ روزگی

Table 4. The true digestible amino acid (AA) and Standardized digestibility coefficients of canola meal determined by *ad libitum*-fed chicks compared with precision-fed chicks at 21-d-old

Amino acids	AA content (%)	Standardized ileal AA digestibility (%) ¹			True digestible amino acid (%)	
		<i>ad libitum</i> -fed	Precision-fed	SEM	<i>ad libitum</i> -fed	Precision-fed
Essential amino acids						
Lys	1.91	78.53 ^a	69.60 ^b	2.10	1.50	1.32
Met	0.72	82.34	79.50	2.00	0.60	0.58
Arg	2.28	87.32	90.32	1.80	1.99	2.06
Thr	1.58	74.25 ^b	83.70 ^a	0.77	1.17	1.32
Leu	2.55	84.67	82.65	1.20	2.16	2.10
Ile	1.43	77.91	78.23	2.30	1.11	1.18
Phe	1.47	81.12 ^b	89.43 ^a	0.90	1.19	1.31
Val	1.86	80.67 ^a	73.56 ^b	0.50	1.50	1.36
His	1.02	85.45 ^a	74.78 ^b	1.30	0.87	0.76
Non-essential amino acids						
Ser	1.60	80.75	78.32	2.70	1.29	1.25
Glu	6.45	74.78	72.70	2.20	4.82	4.68
Gly	1.90	79.52	74.04	2.60	1.51	1.41
Asp	2.60	72.55 ^b	84.45 ^a	2.30	1.88	2.20
Ala	1.61	73.54	70.89	1.90	1.18	1.14
Tyr	1.00	81.62	83.67	1.60	0.81	0.84
Cys	0.87	77.65	74.64	2.80	0.68	0.65
Mean	-	79.54	78.77	-	-	-

^{a,b} Means within a row with no common superscripts are significantly different ($P < 0.05$).

¹ Standardized AA digestibility coefficients were calculated from Ileal endogenous AA of Table 3.

فهرست منابع

- جعفری م.، ابراهیم نژاد ی.، جانمحمدی ح.، ناظر عدل ک. و نعمتی م. ۱۳۹۰. تعیین انواع انرژی قابل سوخت‌وساز و قابلیت هضم حقیقی اسیدهای آمینه پودر ضایعات کشتارگاهی طیور استان‌های آذربایجان غربی و آذربایجان شرقی با استفاده از خروس‌های بالغ روده کور برداری شده. پژوهش‌های علوم دامی، ۲۱ (۲): ۶۸-۵۷.
- نیک‌نفس ف.، تقی زاده و.، ابراهیمی ح. و احمدیان ف. ۱۳۸۶. بررسی میزان و زمان مصرف کنجاله کلزا در جیره طیور گوشتی و تأثیر آن بر عملکرد تولیدی و اقتصادی. مجله علمی کشاورزی، ۳۰ (۱): ۲۵-۱۵.
- Adedokun S. A., Parsons C. M., Lilburn M. S., Adeola O. and Applegate T. J. 2007. Endogenous amino acid flow in broiler chicks is affected by the age of birds and method of estimation. *Poultry Science*, 86: 2590-2597.
- Adedokun S. A., Adeola O., Parsons C. M., Lilburn M. S. and Applegate T. J. 2008. Standardized ileal amino acid digestibility of plant feedstuffs in broiler chickens and turkey poulters using a nitrogen-free or casein diet. *Poultry Science*, 87: 2535-2548.
- Angkanaporn K., Ravindran V. and Bryden W. L. 1996. Additivity of apparent and true ileal amino acid digestibilities in soybean meal, sunflower meal, and meat and bone meal for broilers. *Poultry Science*, 75: 1098-1103.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Assoc. Off. Anal. Chemists Int., Gaithersburg, MD.
- Bandegan A., Kiarie E., Payne R. L., Crow G. H., Guenter W. and Nyachoti C. M. 2010. Standardized ileal amino acid digestibility in dry-extruded expelled soybean meal, extruded canola seed-pea, feather meal, and poultry by-product meal for broiler chickens. *Poultry Science*, 89: 2626-2633.
- Batal A. B. and Parsons C. M. 2002. Effects of age on nutrient digestibility in chicks fed different diets. *Poultry Science*, 81: 400-407.
- Batal A. B. and Parsons C. M. 2003. Utilization of different soy products as affected by age in chicks. *Poultry Science*, 82: 454-462.
- Fernandez S. R., Zhang Y. and Parsons C. M. 1995. Dietary formulation with cottonseed meal on a total amino acid versus a digestible amino acid basis. *Poultry Science*, 74: 1168-1179.
- Garcia A. R., Batal A. B. and Dale N. M. 2007. A comparison of methods to determine amino acid digestibility of feed ingredients for chickens. *Poultry Science*, 86: 94-101.
- Golian A., Guenter W., Hoehler D., Jahanian H. and Nyachoti C. M. 2008. Comparison of various methods for endogenous ileal amino acid flow determination in broiler chickens. *Poultry Science*, 87: 706-712.
- Green S. and Keener T. 1989. Digestibilities of nitrogen and amino acids in soya-bean, sunflower, meat and rapeseed meals measured with pigs and poultry. *Animal Production*, 48: 157-179.
- Green S., Bertrand S. L., Duron M. J. C. and Maillard R. 1987. Digestibilities of amino acids in maize, wheat and barley meals, determined with intact and caecotomized cockerels. *British Poultry Science*, 28: 631-641.
- Huang K. H., Li X., Ravindran V. and Bryden W. L. 2006. Comparison of apparent ileal amino acid digestibility of feed ingredients measured with broilers, layers, and roosters. *Poultry Science*, 85: 625-634.
- Huang K. H., Ravindran V., Li X. and Bryden W. L. 2005. Influence of age on the apparent ileal digestibility of feed ingredients for broiler chickens. *British Poultry Science*, 46: 236-245.
- Jafari M. and Mirzaei-Aghsaghali A. 2014. Dietary formulation with poultry by-product meal on a total amino acid vs. a digestible amino acid basis. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4: 843-848.
- Kadim I. T., Moughan P. J. and Ravindran V. 2002. Ileal amino acid digestibility assay for the growing meat chicken-Comparison of ileal and excreta amino acid digestibility in the chicken. *British Poultry Science*, 44: 588-597.
- Kim E. J., Utterback P. L. and Parsons C. M. 2011a. Development of a precision-fed ileal amino acid digestibility assay using 3-week-old broiler chicks. *Poultry Science*, 90: 396-401.
- Kim E. J., Utterback P. L., Applegate T. J. and Parsons C. M. 2011b. Comparison of amino acid digestibility of feedstuffs determined with the precision-fed cecectomized rooster assay and the standardized ileal amino acid digestibility assay. *Poultry Science*, 90: 2511-2519.
- Kocher A., Choct M., Porter M. D. and Broz J. 2000. The effects of enzyme addition to broiler diets containing high concentrations of canola or sunflower meal. *Poultry Science*, 79: 1767-1774.
- Lemme A., Ravindran V. and Bryden W. L. 2004. Ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broilers. *World's Poultry Science Journal*, 60: 423-437.
- Meng X. and Slominski B. A. 2005. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal, and peas for broiler chickens as affected by a multi-carbohydrase preparation of cell wall degrading enzymes. *Poultry Science*, 84: 1242-1251.

- Moore S. 1963. On the determination of cystine as cysteic acid. *Journal of Biological Chemistry*, 238: 235-237.
- Mushtaq T., Sarwar M., Ahmad G., Mirza M. A., Nawaz H., Haroon Mushtaq M. M. and Noreen U. 2007. Influence of canola meal-based diets supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass, and immunity responses of broiler chickens. *Poultry Science*, 86: 2144–2151.
- National Research Council. 1994. *Nutrient Requirements of Poultry*. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Parsons C. M. 1991. Amino acid digestibility for poultry: Feedstuff Evaluation and Requirements. *Kyowa Hakka Technical Review-1*, Nutrition Quest Inc., Chesterfield, MO.
- Parsons C. M. 2002. Digestibility and bioavailability of protein and amino acids. Pages 115–135, In: *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition, and Nutritive Value*. McNab J. M. and Boorman K. N., ed. CABI, Oxon, UK.
- Parsons C. M., Castanon F. and Han Y. 1997. Protein and amino acid quality of meat and bone meal. *Poultry Science*, 76: 361–368.
- Payne W. L., Combs G. F., Kifer R. R. and Snider D. G. 1968. Investigation of protein quality—Ileal recovery of amino acids. *Feed Processing*, 27: 1199–1203.
- Ravindran V. and Bryden W. L. 1999. Amino acid availability in poultry – *In vitro* and *in vivo* measurements. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50: 889–908.
- Ravindran V., Hew L. I., Ravindran G. and Bryden W. L. 1999. A comparison of ileal digesta and excreta analysis for the determination of amino acid digestibility in feed ingredients for poultry. *British Poultry Science*, 40: 266–274.
- Ravindran V., Hew L. I., Ravindran G. and Bryden W. L. 2005. Apparent ileal digestibility of amino acids in feed ingredients for broiler chickens. *Animal Science*, 81: 85–97.
- Rostango H. S., Pupa J. M. R. and Pack M. 1995. Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. *Journal of Applied Poultry Research*, 4: 293–299.
- SAS Institute. 2004. *SAS User's Guide. Statistics. Version 9.1 ed.* SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Sibbald I. R. 1986. The T. M. E. system of feed evaluation: Methodology, feed composition data and bibliography. Technical bulletin 1986-4E. Agriculture, Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- Taylor M. L., Stanisiewski E. P., Riordan S. G., Nemeth M. A., George B. and Hartnell G. F. 2004. Comparison of broiler performance when fed diets containing Roundup Ready (Event RT73), nontransgenic control, or commercial canola. *Poultry Science*, 83: 456–461.
- Ten Doeschate R. A. H. M., Scheele C. W., Schreurs V. V. A. M. and van Der Klis J. D. 1993. Digestibility studies in broiler chickens: Influence of genotype, age, sex and method of determination. *British Poultry Science*, 34: 131–146.
- Woyengo T. A., Kiarie E. and Nyachoti C. M. 2010. Metabolizable energy and standardized ileal digestible amino acid contents of expeller-extracted canola meal fed to broiler chicks. *Poultry Science*, 89: 1182–1189.



Comparison of ileal amino acid digestibility of canola meal determined with the precision-fed broiler assay and the standardized ileal amino acid digestibility assay

M. Jafari^{1*}, H. Janmohammadi²

1. Assistant Professor, Department of Animal Science, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran

2. Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

(Received: 16-01-2017 – Accepted: 18-12-2017)

Abstract

The objective of this study was to determine ileal digestibility of amino acids (AA) of canola meal using the standardized ileal digestibility (SID, *ad libitum*-fed), and a precision-fed ileal broiler assay (force-fed). For the SID, sixteen male Ross 308 broilers were fed a semipurified diet with 20% crude protein and containing canola meal as the only source of protein from 17 to 21 d, with ileal digesta collected at 21 d. For the precision-fed, sixteen (four groups of four chicks) 21-d-old male Ross 308 broilers were precision-fed by 10 g of semipurified diet containing canola meal mixed with chromic oxide, and ileal digesta were collected at 4 h post feeding. Then, ileal digesta samples were lyophilized, AA and chromic oxide concentration determined and standardized ileal digestibility of AA was calculated. Results showed that digestibility values for Lys, Val and His for SID assay were greater than precision-fed assay, and these values were greater for Thr, Phe and Asp for precision-fed assay than SID assay ($P < 0.05$). There were no significant differences in digestibilities for other AA among methods. However, means of digestibility were the same in two assays. The results of this study indicated that, although, in some cases, ileal digestibilities of amino acids were differed among methods for canola meal, however, there were no significant differences in ileal digestibility of many amino acid values among two assays.

Keywords: Amino acids, Broiler, Ileal digestibility, Canola meal

*Corresponding author: m.jafari@iaua-astara.ac.ir