

مقاله پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان

دوره هفتم، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۷، ۱۲۲-۱۱۳

## ارزیابی زیستی کیفیت پروتئین یک نمونه غذای خانگی و مقایسه آن با یک نمونه غذای صنعتی کودک و استاندارد کازئین در موش‌های صحرایی

ذات‌الله عاصمی<sup>۱</sup>، محسن تقی‌زاده<sup>۲</sup>

دریافت مقاله: ۸۶/۵/۱۰ ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۸۶/۹/۲۰ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۸۷/۳/۲۶ پذیرش مقاله: ۸۷/۴/۲۹

### چکیده

**زمینه و هدف:** ارزیابی کیفیت پروتئین مواد غذایی به دلایل بیولوژیک و اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بین روش‌های بیولوژیک، قابلیت حقیقی هضم پروتئین True Protein Digestibility (TPD)، قابلیت هضم ظاهری پروتئین Apparent Digestibility (AD)، نسبت خالص پروتئین Net Protein Ratio (NPR)، نسبت کارایی پروتئین Protein Efficiency Ratio (PER) و نسبت کارایی غذای مورد استفاده Food Efficiency Ratio (FER) به عنوان روش‌های مناسب برای تعیین کیفیت پروتئین‌ها پیشنهاد شده است. این مطالعه با هدف ارزیابی زیستی کیفیت پروتئین یک نمونه غذای خانگی (ماش و برنج) و مقایسه آن با یک نمونه غذای صنعتی کودک (سرلاک بر پایه گندم) و استاندارد کازئین در موش‌های صحرایی انجام گرفت.

**مواد و روش‌ها:** این تحقیق تجربی روی ۶۴ موش صحرایی نر ۲۱ روزه از نژاد ویستار در گروه‌های ۸ تایی تحت ۸ رژیم غذایی، شامل: دو رژیم تست (غذای خانگی و سرلاک)، یک رژیم استاندارد (کازئین + متیونین) و یک رژیم پایه (فاقد پروتئین) برای مطالعه TPD، AD و دو رژیم تست، ۱ رژیم استاندارد و ۱ رژیم پایه برای مطالعه PER، NPR، AD، TPD، FER و PER انجام گرفت. میزان ANOVA همراه با آزمون توکی (Tukey) مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** شاخص TPD  $92/8 \pm 4$ ،  $87 \pm 8$  و  $81/1 \pm 6/1$  AD  $89/8 \pm 4/3$ ،  $82/2 \pm 8/9$  و  $76/4 \pm 5/6$  NPR  $4/3 \pm 0/9$ ،  $4/3 \pm 0/4$  و  $4/2 \pm 0/4$  PER  $3 \pm 0/2$ ،  $2/5 \pm 0/4$  و  $2/7 \pm 0/6$  FER  $4/1 \pm 0/3$ ،  $4/9 \pm 0/9$  و  $4/6 \pm 1/2$  به ترتیب برای پروتئین کازئین + متیونین، سرلاک و غذای خانگی بود. نتایج آزمون آماری آنالیز واریانس TPD و AD بین گروه‌ها معنی‌دار بود ( $p < 0/05$ ) ولی از نظر NPR، PER و FER معنی‌دار نمی‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** یافته‌ها نشان می‌دهند که کیفیت پروتئینی غذای خانگی تقریباً برابر سرلاک و استاندارد کازئین است.

**واژه‌های کلیدی:** کیفیت پروتئین، غذای صنعتی، ماش، برنج، کازئین

۱- (نویسنده مسول) مربی و کارشناس ارشد معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

تلفن: ۰۳۶۱-۴۴۶۳۳۷۸، دورنویس: ۰۳۶۱ ۴۴۶۳۳۷۷، پست الکترونیک: asemiz@yahoo.com

۲- مربی و عضو هیأت علمی گروه آموزشی تغذیه و بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کاشان

## مقدمه

زمانی که شیر مادر به تنهایی نمی‌تواند نیازهای تغذیه‌ای کودک را تأمین نماید تغذیه با غذاهای کمکی آغاز می‌شود [۱]. کمبودهای تغذیه‌ای در دوران کودکی منجر به کاهش رشد می‌گردد. اختلال تغذیه‌ای در دوران کودکی عامل اصلی ایجاد کواشیورکور و ماراسموس است [۲]. به دلیل تکامل قدرت بلع شیرخوار، مناسب‌ترین زمان جهت ارائه غذاهای نیمه‌جامد، ۴ تا ۶ ماهگی است [۳]. بنابراین در صورتی که بعد از سن مذکور تغذیه کمکی شروع نشود رشد کودک کاهش می‌یابد [۲]. در کشورهای در حال توسعه رژیم‌های تکمیلی، عمدتاً شامل غلات و حبوبات به همراه پروتئین‌های حیوانی می‌باشد. به دلیل قیمت بالای پروتئین‌های حیوانی، اقداماتی در جهت یافتن سایر منابع جایگزین پروتئین، از قبیل منابع گیاهی صورت گرفته است [۱]. در مناطقی که غلات به عنوان غذای اصلی مورد مصرف می‌باشد در تهیه غذاهای کمکی سنتی، به طور عمده از ذرت، گندم، جو، برنج و غیره استفاده می‌شود (منبع غذایی اصلی پروتئین و کالری در کودکان) که کیفیت پروتئینی این ترکیبات در مقایسه با پروتئین‌های حیوانی، پایین‌تر است [۴]. آنالیز اسید آمینه غلات نشان می‌دهد که میزان اسیدهای آمینه لیزین و تریپتوفان کم و مقدار اسیدهای آمینه گوگرددار از قبیل متیونین و سیستئین به حد کافی می‌باشند [۵، ۱]. آنالیز اسید آمینه حبوبات نشان می‌دهد که اسیدهای آمینه گوگرددار از قبیل متیونین و سیستئین پایین ولی به مقدار کافی لیزین و تریپتوفان دارند [۱]. بنابراین در اثر ترکیب یک نوع غلات با حبوبات مناسب کیفیت پروتئینی آن افزایش می‌یابد [۶]. از طرف دیگر استفاده بهینه از پروتئین مورد نیاز بدن تابع قابلیت هضم و الگوی اسیدهای آمینه ضروری می‌باشد [۷]. از این رو تعیین کیفیت پروتئین و ارزیابی مواد غذایی مورد مصرف، در برنامه‌ریزی‌های تغذیه‌ای به لحاظ بیولوژیک لازم است [۸]. همچنین فراوری مواد غذایی بر الگو و زیست‌فراهمی اسیدهای آمینه ضروری و در نهایت بر کیفیت پروتئین محصول تأثیر می‌گذارد [۹]. بنابراین، ضرورت استفاده از روش‌های دقیق، حساس، سریع و قابل اجرا جهت تعیین

کیفیت پروتئین احساس می‌شود. این روش‌ها باید قابلیت هضم حقیقی پروتئین و کارایی پروتئین مورد استفاده را اندازه‌گیری کند [۱۱-۱۰، ۱]. به طور کلی، ارزیابی کیفیت پروتئین‌ها شامل روش‌های بیولوژیک، میکروبیولوژیک، شیمیایی و تلفیقی می‌باشد. در بین روش‌های موجود، ارزیابی قابلیت حقیقی هضم پروتئین (TPD)، قابلیت هضم ظاهری (AD)، نسبت خالص پروتئین (NPR)، نسبت کارایی پروتئین (PER) و نسبت کارایی غذا (FER) به عنوان روش‌های مناسب برای تعیین کیفیت پروتئین پیشنهاد می‌شوند [۱۲، ۱۳]. میزان TPD سرلاک، برنج، ماش خام و ماش پخته توسط محققان دیگر ۰/۹۰٪ [۲]، ۰/۷۵٪ [۷]، ۰/۷۶٪ [۱۳]، ۰/۷۳٪ [۱۳] و میزان NPR غذای صنعتی کودک (بر پایه شیر خشک و گندم) و غذای خانگی (بر پایه مخلوط مناسب غلات و حبوبات) توسط محققان دیگر ۴ [۱۴] و ۲/۵۲ [۱] گزارش شده است. میزان PER سرلاک و غذای خانگی (بر پایه مخلوط مناسب غلات و حبوبات) ۲/۱ [۲] و ۲/۵۲ [۱] گزارش شد. با این همه، تاکنون این روش‌ها در ایران بر روی غذاهای کودک و خانگی مذکور مورد بررسی قرار نگرفته است. از این رو، نظر به اهمیت ارزش کیفی پروتئین در مواد غذایی خصوصاً در خانواده‌های کم درآمد و همچنین با توجه به این که ارزش غذایی اکثریت غذاها به کیفیت پروتئین آن‌ها مربوط است، مطالعه و ارزیابی روش‌های پیشنهادی با توجه به دقت و قابل اجرا بودن آن‌ها در کشور ضروری به نظر می‌رسد و در آینده می‌تواند از موارد کنترل کیفی محصولات به شمار آید. بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی زیستی کیفیت پروتئین یک نمونه غذای خانگی (ماش و برنج) و مقایسه آن با یک نمونه غذای صنعتی کودک (سرلاک بر پایه گندم) و استاندارد کازئین در موش‌های صحرایی نر در سال ۱۳۸۵ و در دانشگاه علوم پزشکی کاشان مورد اجرا گذاشته شد.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به روش تجربی بر روی ۶۴ موش صحرایی نر (rat) از نژاد ویستار در محدوده سن از شیرگیری (۲۱ روزه) که از انستیتو پاستور (شعبه کرج) خریداری شده بود انجام گرفت. در ابتدا نمونه‌های سرلاک، ماش و برنج (طارم هاشمی

پروتئین از ماش)، یک رژیم استاندارد (کازئین+ متیونین) و یک رژیم پایه (فاقد پروتئین) و در زیست‌آزمون‌های NPR، FER و PER (شرایط مطالعه FER و PER مشابه NPR است با این تفاوت که طول مدت مطالعه FER و PER، ۲۸ روز و همچنین فاقد گروه رژیم پایه می‌باشد (به عبارت دیگر برای محاسبه PER و FER نیازی به گروه رژیم پایه نیست). با توجه به ترکیب سرلاک، ماش و برنج، مقادیر مواد غذایی و مواد مغذی اصلی برای رژیم‌های تجربی تنظیم گردید (جدول ۱).

مازندران) از نظر میزان رطوبت، چربی، فیبر، خاکستر و پروتئین با روش‌های آزمایشگاهی [۱۵] مورد آنالیز قرار گرفتند تا بر اساس میزان چربی، فیبر و پروتئین موجود، برای تهیه رژیم‌های غذایی تجربی (هر کدام از رژیم‌ها دارای ۸٪ پروتئین، ۱۰٪ چربی، ۵٪ فیبر، ۱٪ ویتامین‌ها، ۴٪ املاح، ۵٪ شکر و مابقی شامل نشاسته ذرت می‌باشند) مربوطه به کار گرفته شوند [۲،۷،۱۲،۱۴]. در زیست‌آزمون‌های TPD و AD دو رژیم تجربی تست (سرلاک و غذای خانگی کودک بر پایه مخلوط ۵۰٪ پروتئین از برنج طارم هاشمی مازندران و ۵۰٪

جدول ۱- مواد اولیه برای تهیه رژیم‌های غذایی تجربی بر حسب گرم در صد گرم

اجزاء رژیم	گروه غذایی	سرلاک	برنج + ماش	کازئین + متیونین	پایه (فاقد پروتئین)
کازئین	۰	۰	۰	۹/۳	۰/۲
سرلاک بر پایه گندم	۵۳/۴	۰	۰	۰	۰
ماش عمرانی دزفول	۰	۱۷/۳	۰	۰	۰
برنج طارم مازندران	۰	۵۱/۲	۰	۰	۰
شکر	۵	۵	۵	۵	۵
روغن ذرت <sup>۱</sup>	۴/۷	۱/۵	۱۰	۱۰	۱۰
ویتامین‌ها	۱	۱	۱	۱	۱
املاح	۴	۴	۴	۴	۴
فیبر(سلولز) <sup>۲</sup>	۴/۴	۵	۵	۵	۵
L- متیونین	۰	۰	۰	۰/۳	۰
کولین کلراید	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۲
نشاسته ذرت	۲۷/۳	۸/۱	۶۵/۲	۷۴/۶	

۱- تنظیم شده بر اساس میزان چربی موجود در مواد غذایی هر گروه، برای رسیدن به سطح ۱۰٪ چربی در رژیم نهایی

۲- تنظیم شده بر اساس میزان فیبر (سلولز) موجود در مواد غذایی هر گروه، برای رسیدن به سطح فیبر ۵٪ در رژیم نهایی

شیشه‌ای مخصوص ریخته و در اختیار موش‌ها قرار داده شد. در ضمن همه رژیم‌ها از نظر مقدار رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر با روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری و سپس آنالیز گردیدند [۲،۱۶]. در طول انجام آزمایش، درجه حرارت  $22 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حیوان‌خانه ۷۰-۵۰٪ ثابت نگهداشته شد و موش‌ها در

ترکیبات ماش و برنج را پس از پختن (شرایط معمولی پخت جهت مصرف انسان) و خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد انکوباتور (به مدت ۲ ساعت)، به صورت پودر در آورده و ترکیب سرلاک به همان شکل که در داروخانه‌ها موجود است بعد از مخلوط کردن با تمامی اجزای رژیم (از قبیل ویتامین، املاح، شکر و غیره) در داخل ظروف

NF2 = ازت دفع شده در مدفوع گروه بدون پروتئین

محاسبه AD به کمک رابطه زیر انجام می‌گیرد [۲،۱۲].

$$AD = \frac{Ni - NF 1}{Ni} \times 100$$

طول مدت مطالعه برای NPR، ۱۴ روز می‌باشد [۱۴] آب و غذا به مدت ۱۴ روز، به صورت آزادانه در اختیار حیوانات قرار داده شد و غذای ریخته شده در هر قفس، پس از جمع‌آوری به طور مجزا در ظروف پلاستیکی در دمای اتاق نگهداری گردید. در پایان، مقدار پروتئین دریافتی توسط هر موش محاسبه و NPR هر یک از منابع پروتئینی تست و استاندارد، گزارش شد. NPR به کمک رابطه زیر محاسبه می‌گردد [۲، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۹].

میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین (گرم) + افزایش وزن گروه تست یا استاندارد (گرم)

NPR=

میانگین مقدار پروتئین دریافتی گروه بدون پروتئین (گرم) - وزن پروتئین مصرفی گروه تست یا استاندارد (گرم)

برای تعیین PER و FER غذا و آب بدون محدودیت در اختیار موش‌ها قرار داده شد [۲۵-۱۲، ۱۶، ۲۴-۲، ۱۱]. موش‌ها تحت رژیم‌های ۳ گانه (سرلاک، غذای خانگی و کازئین + متیونین) تغذیه و نهایتاً بعد از ۴ هفته وزن شدند و افزایش وزن در طی این دوره ثبت گردید. محاسبه PER به کمک رابطه زیر انجام گرفت:

$$PER = \frac{\text{میزان افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{مقدار پروتئین مصرفی (گرم)}}$$

محاسبه FER به کمک رابطه زیر انجام می‌گیرد [۲،۱۲]:

$$FER = \frac{\text{میزان افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{مقدار غذای مصرفی (گرم)}}$$

### روش‌های آماری

جهت مقایسه میزان NPR، TPD، AD، PER و FER از آنالیز واریانس ANOVA همراه با آزمون توکی (Tukey) استفاده شد. در تمام موارد  $p < 0.05$  معنی‌دار تلقی شده است.

### نتایج

میانگین غذا و پروتئین دریافتی، مقدار مدفوع و پروتئین دفعی در گروه‌های مورد مطالعه برای تعیین AD و TPD در

قفس‌های مجزا قرار گرفتند. فاصله محل استقرار موش‌ها با کف قفس، به کمک توری‌هایی که برای این مطالعه ساخته شده بود حفظ گردید تا بدین ترتیب امکان مدفوع‌خواری از حیوانات سلب شود. به علاوه در کف قفس کاغذ صافی با قابلیت جذب آب بالا قرار داده شد تا حداکثر ممانعت از آغشتگی مواد غذایی ریخته شده و مدفوع موش‌ها با ادرار صورت گیرد [۷، ۱۲، ۱۴]. تقسیم موش‌ها با توجه به نتایج مطالعات مشابه در بلوک‌ها به گونه‌ای است که در نهایت، تفاوت بین میانگین‌های وزنی بلوک‌ها با یکدیگر، در محدوده ۰/۵ گرم قرار داشت [۲، ۱۲، ۱۴، ۱۶]. موش‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، آزادانه به مدت ۶ روز دوره خوگیری (Acclimation period) تحت تغذیه با غذای تجارتي قرار داده شدند و پس از مدت مزبور به طور تصادفی به ۸ گروه ۸ تایی، هر گروه شامل ۲ بلوک و هر بلوک شامل ۴ موش (از مجموع ۶۴ موش اولیه) تقسیم شدند (۴ گروه: تحت رژیم کازئین + متیونین، رژیم فاقد پروتئین، سرلاک و رژیم ماش + برنج برای زیست آزمون TPD، AD و NPR قرار گرفتند و ۳ گروه: کازئین + متیونین، سرلاک، ماش + برنج برای زیست آزمون PER و FER قرار داده شدند).

تعیین TPD و AD: طول مدت زیست آزمون‌های TPD و AD، ۹ روز می‌باشد [۲، ۱۲] که ۴ روز اول آن دوره مقدماتی (Preliminary period) و ۵ روز پایانی، دوره تعادلی (Balance period) است. در طول دوره آزمون، غذای حیوانات به ۱۵ گرم در روز (بر اساس ماده خشک) محدود شد اما آب به طور آزادانه در اختیار موش‌ها قرار داشت. پس از پایان دوره تعادلی، غذاهای ریخته شده به مدت ۳ روز در معرض هوا قرار گرفت. سپس مقدار ازت دریافتی توسط هر موش محاسبه شد. نمونه‌های مدفوع نیز در ظروف شیشه‌ای به مدت سه روز در درجه حرارت ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و مقدار ازت تعیین شد. TPD به کمک رابطه زیر محاسبه شد [۲۳-۲۷].

$$TPD = \frac{Ni - NF 1 - NF 2}{Ni} \times 100$$

Ni = دریافت ازت موش‌های گروه تست

NF1 = ازت دفع شده در مدفوع گروه تست

مورد غذا و پروتئین دریافتی، مقدار مدفوع و AD اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۲ و ۱ با ۳، TPD اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۳ از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. لازم به ذکر می‌باشد که میانگین ازت دفعی گروه بدون پروتئین ۰/۱۴ گرم بوده است.

جدول ۲ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود آنالیز واریانس میانگین غذا و پروتئین دریافتی، مقدار مدفوع، AD و TPD بین سه گروه کازئین+ متیونین، سرلاک و غذای خانگی از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد ( $p < 0/05$ ). بر اساس آزمون توکی در

جدول ۲- میانگین غذا و پروتئین دریافتی، مقدار مدفوع و پروتئین دفعی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین هضم پروتئین در دوره تعدلی

متغیر	غذای دریافتی	پروتئین دریافتی	مقدار مدفوع	پروتئین دفعی	AD	TPD
شاخص آماری	میانگین ± انحراف معیار					
گروه‌ها	(گرم)	(گرم)	(گرم)	(گرم)		
کازئین + متیونین	۵۹/۲ ± ۱۰/۱	۴/۷ ± ۰/۸	۴/۵ ± ۰/۸	۰/۴ ± ۰/۱	۸۹/۸ ± ۴/۳	۹۲/۸ ± ۴
سرلاک	۳۵ ± ۷/۴	۲/۸ ± ۰/۶	۳ ± ۰/۹	۰/۵ ± ۰/۲	۸۲/۲ ± ۸/۹	۸۷ ± ۸
غذای خانگی	۳۴/۷ ± ۴/۲	۲/۷ ± ۰/۳	۳ ± ۰/۸	۰/۶ ± ۰/۱	۷۶/۴ ± ۵/۸	۸۱/۱ ± ۶/۱
نتیجه آزمون	$p < 0/0001$	$p < 0/0001$	$p = 0/003$	$p = 0/09^*$	$p = 0/005$	$p < 0/0001$

\* Non Significant

می‌باشد ( $p < 0/05$ ) ولی میانگین NPR معنی‌دار نبود. بر اساس آزمون توکی در مورد افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۲ و ۱ با ۳، از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. لازم به ذکر می‌باشد که میانگین کاهش وزن گروه بدون پروتئین ۲۱ گرم بوده است.

در جدول ۳ میانگین افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین NPR در دوره ۱۴ روزه ارایه شده است. ملاحظه می‌شود که آنالیز واریانس میانگین افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی بین سه گروه کازئین+ متیونین، سرلاک و غذای خانگی از نظر آماری معنی‌دار

جدول ۳- میانگین افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین NPR در دوره ۱۴ روزه

متغیر	افزایش وزن	غذای دریافتی	پروتئین دریافتی	NPR
شاخص آماری	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار	میانگین ± انحراف معیار
گروه‌ها	(گرم)	(گرم)	(گرم)	
کازئین + متیونین	۳۵/۵ ± ۱۰/۶	۱۶۱ ± ۱۸	۱۲/۸ ± ۱/۴	۴/۳ ± ۰/۴
سرلاک	۱۶/۹ ± ۵/۴	۱۱۲/۶ ± ۱۸/۶	۹ ± ۱/۴	۴/۳ ± ۰/۹
غذای خانگی	۱۳/۷ ± ۴/۸	۱۰۵/۱ ± ۱۶/۷	۸/۴ ± ۱/۳	۴/۲ ± ۰/۴
نتیجه آزمون	$p < 0/0001$	$p < 0/0001$	$p < 0/0001$	$p = 0/92^*$

\* Non Significant

معنی دار می‌باشد ( $p < 0.05$ ) ولی میانگین FER و PER معنی دار نبود. بر اساس آزمون توکی در مورد افزایش وزن، اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۲ و ۱ با ۳ و در مورد غذا و پروتئین دریافتی، اختلاف بین گروه‌های ۱ با ۲، ۱ با ۳ و ۲ با ۳ از نظر آماری معنی دار بود.

در جدول ۴ میانگین افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین FER و PER در دوره ۲۸ روزه ارائه شده است. ملاحظه می‌شود که آنالیز واریانس میانگین افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی بین سه گروه کازئین+ متیونین، سرلاک و غذای خانگی از نظر آماری

جدول ۴- میانگین افزایش وزن، غذا و پروتئین دریافتی حیوانات در گروه‌های مختلف برای تعیین FER و PER در دوره ۲۸ روزه

متغیر شاخص‌های آماری	افزایش وزن	غذای دریافتی	پروتئین دریافتی	FER	PER
میانگین $\pm$ انحراف معیار					
گروه‌ها	(گرم)	(گرم)	(گرم)		
کازئین + متیونین	۹۰/۵ $\pm$ ۱۵/۲	۳۶۸/۵ $\pm$ ۳۶/۷	۲۹/۴ $\pm$ ۲/۹	۴/۱ $\pm$ ۰/۳	۳ $\pm$ ۰/۲
سرلاک	۵۵/۶ $\pm$ ۱۱/۲	۲۷۱/۸ $\pm$ ۳۵/۶	۲۱/۷ $\pm$ ۲/۸	۴/۹ $\pm$ ۰/۹	۲/۵ $\pm$ ۰/۴
غذای خانگی	۴۷ $\pm$ ۱۵/۲	۲۰۳/۸ $\pm$ ۳۳/۸	۱۶/۳ $\pm$ ۲/۷	۴/۶ $\pm$ ۱/۲	۲/۷ $\pm$ ۰/۶
نتیجه آزمون	$p < 0.0001$	$p < 0.0001$	$p < 0.0001$	$p = 0.02^*$	$p = 0.08^*$

\* Non Significant

است. به عبارت دیگر عوامل اصلی که موجب تفاوت مقدار TPD کازئین، غذای خانگی و سرلاک می‌شود مربوط به مقدار پروتئین دریافتی و دفعی گروه‌های تست است. میزان NPR به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط برنج+ماش ۴/۲  $\pm$  ۰/۴ است. در حالی که در تحقیقی دیگر میزان NPR در یک مخلوط مناسب بر اساس غلات و حبوبات ۲/۵۲ [۱] گزارش شد. علت این تفاوت، طول مدت مطالعه NPR بود (در این مطالعه ۱۴ روز، در حالی که در مطالعه مشابه ۲۸ روز بوده است). میزان NPR به دست آمده برای پروتئین سرلاک در این مطالعه ۴/۳  $\pm$  ۰/۹ است. سایر محققان میزان آن را در یک نمونه غذای صنعتی کودک بر پایه شیر و گندم (شادامین گندمی) ۴ [۱۴] گزارش کردند که مشابه این تحقیق است. هم‌چنین در تحقیقی دیگر میزان NPR سرلاک ۲/۶۵ [۲] گزارش شده که علت این تفاوت، طول مدت مطالعه NPR بود (در این مطالعه ۱۴ روز، در حالی که در مطالعه مشابه ۵ روز بوده است). میزان NPR به دست آمده برای پروتئین کازئین+ متیونین در مطالعه حاضر ۴/۳  $\pm$  ۰/۴ بود. محققان دیگر ۳/۶۵ (۱۲) و ۳/۹۴ [۱۴]

## بحث

این تحقیق نشان داد که کیفیت پروتئینی غذای خانگی تقریباً برابر سرلاک و استاندارد کازئین است. میزان TPD به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط برنج+ماش ۸۱/۱  $\pm$  ۶/۱ است. سایر محققان میزان آن را برای برنج ۷۵، برنج هندوستان ۷۷، مخلوط برنج با لوبیا ۸۱، ماش خام ۷۶/۲ و ماش پخته ۷۳/۸ [۷، ۱۳] گزارش کردند. ملاحظه می‌شود در اثر تکمیل یک نوع غلات مناسب (برنج) با یک نوع حبوبات مناسب (ماش) کیفیت پروتئینی آن بهبود خواهد یافت [۶]. میزان TPD به دست آمده برای پروتئین سرلاک ۸۷  $\pm$  ۸ است. در حالی که سایر محققان میزان آن را ۹۰/۸ [۲] و ۹۴ [۱۶] گزارش کردند. میزان TPD پایین در مورد سرلاک در مطالعه حاضر به علت تفاوت در نوع نمونه مورد استفاده (سرلاک بر پایه گندم در این مطالعه) و عدم کنترل دقیق در مراحل تولید نمونه می‌باشد. میزان TPD برای پروتئین کازئین+ متیونین در این تحقیق ۹۲/۸  $\pm$  ۴ بود. سایر محققان میزان آن را ۹۶ [۱۶]، ۹۹ [۷] و ۹۲ [۲] گزارش کردند که مشابه با این تحقیق

مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: ۱- نوع پروتئین: پروتئین‌های گیاهی کمتر از پروتئین‌های حیوانی هضم و جذب می‌شوند که ناشی از محصور بودن پروتئین در دیواره کربوهیدراتی سلول و دسترسی کمتر به آن است [۷، ۳]. ۲- فرآیند غذا: فرآیند غذا ممکن است سبب تخریب بیشتر اسیدهای آمینه و کاهش قابلیت در دسترس آن‌ها شود به عنوان مثال حرارت متوسط در فرآیند تولید شیر، سبب اتلاف مقدار زیادی از اسید آمینه لیزین (اسید آمینه ضروری جهت رشد) می‌شود [۳]. ۳- وجود ترکیبات غیر پروتئینی از قبیل فیبر، تانن‌ها و فیتات‌ها که باعث تغییر قابلیت هضم می‌شوند [۷]. ۴- وجود ترکیبات آنتی‌فیزیولوژیک که میزان آزادسازی اسیدهای آمینه از پروتئین را تغییر می‌دهند [۷]. بنابراین پروتئین‌های با کیفیت بالا همراه با ترکیب اسیدهای آمینه‌ای که الگوی آن با نیاز انسان و حیوان یکسان باشد به طور کامل هضم می‌شوند [۷].

### نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج مطالعه نشان داد که کیفیت پروتئینی غذای خانگی (بر پایه ماش و برنج) تقریباً برابر سرلاک و استاندارد کازئین است حتی PER آن بالاتر از سرلاک می‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود:

- ۱- تهیه و تدوین استاندارد برای محصولات پروتئینی غذای کودک بر پایه غلات و حبوبات باشد.
- ۲- با توجه به این که مصرف مخلوط برنج و ماش در الگوی غذای کودکان ایرانی وجود ندارد با فرهنگ‌سازی و آموزش تغذیه مناسب به خصوص در خانوارهای کم درآمد می‌توان مشکلات ناشی از سوءتغذیه را در کودکان کاهش داد.

### تشکر و قدردانی

وظیفه خود می‌دانیم از معاونت محترم پژوهشی و شورای محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کاشان که در تصویب و مراحل اجرایی این طرح (شماره طرح ۸۵۴۳) همکاری داشتند صمیمانه سپاس‌گزاری نماییم.

گزارش کردند که با این مطالعه هم‌خوانی دارد. در مجموع مقدار NPR کازئین + متیونین، غذای خانگی و سرلاک (عوامل اصلی در محاسبه NPR افزایش وزن گروه تست، کاهش وزن گروه فاقد پروتئین و میزان دریافت پروتئین گروه تست می‌باشد) تقریباً برابر بوده است. میزان PER به دست آمده برای پروتئین غذای خانگی بر پایه مخلوط برنج + ماش  $2/7 \pm 0/6$  بود. سایر محققان میزان آن را در یک مخلوط مناسب بر اساس غلات و حبوبات [۱] ۲/۵۲ و در ماش تکمیل شده با ۰/۱۵٪ متیونین ۲/۴۳ [۱۳] گزارش کردند که مشابه این تحقیق بود. در مطالعه‌ای دیگر میزان PER برنج ۲/۷ گزارش شد [۲۶] که ظاهراً علت این پدیده را نمی‌توان به خاطر کارایی کمتر پروتئین استاندارد در حمایت از رشد حیوان دانست بلکه می‌توان به وجود یک یا چند کمبود احتمالی از نظر ویتامین‌ها، مواد معدنی و تفاوت نژاد موش به کار رفته در این مطالعه و دیگر تحقیقات نسبت داد. محققان توانسته‌اند تفاوت‌های زیادی را میان نژادهای مختلف یک گونه جانوری (هم‌چون موش صحرایی) از نظر بسیاری کارکردهای فیزیولوژیک نشان دهند [۲۷]. میزان PER به دست آمده برای پروتئین سرلاک  $2/5 \pm 0/4$  است. در حالی که در تحقیقی دیگر میزان آن برای سرلاک ۲/۱ [۲] گزارش شد. علت این تفاوت در نوع نمونه مورد استفاده و طول مدت مطالعه می‌باشد. میزان PER به دست آمده برای پروتئین کازئین + متیونین در مطالعه حاضر  $3 \pm 0/2$  بود. محققان دیگر ۲/۸ گزارش کردند [۱۲].

در مجموع نتایج آزمون آماری بین غذای خانگی، سرلاک و کازئین + متیونین از نظر PER معنی‌دار نیست حتی PER غذای خانگی بالاتر از سرلاک می‌باشد. علت این امر مقدار غذا یا پروتئین دریافتی در گروه غذای خانگی نیست بلکه انتخاب مکمل غلات (برنج) و حبوبات (ماش) مناسب و بهبود اسیدهای آمینه ضروری، علیرغم دریافت غذا و پروتئین کمتر در گروه غذای خانگی کودک، منجر به وزن بالاتر و در نتیجه PER بالاتر در گروه مذکور شده است. به طور کلی قابلیت هضم منابع پروتئینی و متعاقب آن کیفیت پروتئین مواد غذایی تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که

## References

- [1] Victor AI, Joseph BF. Bioassay assessment of a complementary diet prepared from vegetable proteins. *J Food Agric Environ*, 2005; 3 (3&4): 20-2.
- [2] Poonam G, Salil S. Formulation and nutritional evaluation of home made weaning foods. *Nutr Res*, 1992; 12 (10): 1171-80.
- [3] Judith KS. Nutrition during pregnancy and lactation. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Food, nutrition and diet therapy. 11 th ed. Philadelphia: Saunders Company. 2004; pp: 220, 226-7.
- [4] Marero LM, Payumo EM, Librando EE, Lorez WN, Gopez M, Homma S. Technology of weaning food formulations prepared from germinated cereals and legumes. *J Food Sci* 1998; 53 (5): 1391-1398.
- [5] Koo WW, Lasekan JB. Rice protein-based infant formula: current status and future development. *Minerva Pediatr*. 2007; 59(1): 35-41.
- [6] Susan E. Macronutrients: carbohydrates, protein and lipids. In: Mahan LK, Escott-Stump S. Food, nutrition and diet therapy. 11 th ed. Philadelphia: Saunders Company: 2004. pp: 66-7.
- [7] Food and Agriculture Organization. Protein quality evaluation Report of the joint FAO/WHO expert consultation (4-8 Dec.1989, Bethesda, USA), FAO, Fd. Nutr paper 1991. Rome.51.
- [8] Boutrife E. Recent developments in protein quality evaluation FNA/ANA. 1991; 1(2/3): 36-40.
- [9] Abrahamsson L, Velarde N, Hambracus L. The nutritional value of home prepared and industrially produced weaning foods. *J Hum Nutr*, 1978; 32 (4): 279-284.
- [10] Sarwar G. Digestibility of protein and bioavailability of amino acids in foods: Effects on protein quality assessment. *World Rev Nutr Diet*, 1987; 54: 26-70.
- [11] Whitney EN, Rolfes SR. Understanding normal and clinical nutrition. 9th ed. Belmont, CA: Wadsworth. 2002; pp: 183-4.
- [12] Snehil K, Sudesh J. Biological evaluation of protein quality of barley. *Food Chem*. 1998; 61(1/2): 35-39.
- [13] Araya H, Alvina M, Vera G, Pak N. Nutritional quality of the protein of the false lentil [*Vicia sativa ssp. abovata* (Ser) Gaudin]. *Arch Latinoam Nutr*, 1990; 40(4): 588-93.
- [14] Rashidi A, Amin Pour A, Valaie N, Kimiagar M. Using RNPR method to evaluate the protein quality of an industrial baby food. *Pejouhandeh*. 2001; 6 (1): 37-43. [Farsi]
- [15] William H. Official methods of analysis of AOAC international. 17 th ed. Washington: AOAC International. 2000; pp: 5, 20-23, 33, 40.
- [16] Abdulaziz M, Al-Othman M. Nutritional evaluation of some commercial baby foods consumed in Saudi Arabia. *Food Sci*, 1997; 48(4): 229-36.
- [17] Eqounlety M, Aworh OC, Akinqbala JO, Houben JH, Naqo MC. Nutritional and sensory evaluation of tempe- fortified maize- based weaning foods. *Int J Food Sci Nutr*, 2002; 53(1): 15-27.
- [18] Akaninwor JO, Okechukwu PN. Evaluation of processed Sweet Potato- Crayfish- Soya Bean and Sweet Potato- Crayfish- Bambara Groundnut weaning mixtures. *J Appl Sci Environ Mgt*, 2006; 10(1): 55-61.
- [19] Aimiwu OC, Lilburn MS. Protein quality of poultry by-product meal manufactured from whole fowl co-extruded with corn or wheat. *Poult Sci*, 2006; 85(7): 1193-9.
- [20] Ruales J, Nair BM. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Foods Hum Nutr*, 1992; 42(1): 1-11.
- [21] Ekanayake S, Jansz ER, Nair BM. Nutritional evaluation of protein and starch of mature canavalia gladiata seeds. *Int J Food Sci Nutr*, 2000; 51(4): 289-94.
- [22] Kannan S, Nielsen SS, Mason AC. Protein digestibility-corrected amino acid scores for bean and bean-rice infant weaning food products. *J Agric Food Chem*, 2001; 49(10): 5070-4.
- [23] Ekanayake S, Nair B, Jansz ER, Asp NG. Effect of processing on the protein nutritional value of Canavalia gladiata seeds. *Nahrung*. 2003; 47 (4):256-60.
- [24] Dabbour IR, Takruri HR. Protein quality of four types of edible mushrooms found in Jordan. *Plant Foods Hum Nutr*, 2002; 57(1):1-11.
- [25] Shaya NB, Laswai HS, Tiisekwa BP, Nnko SA, Gidamis AB,

- Njoki P. Evaluation of nutritive value and functional qualities of sorghum subjected to different traditional processing methods. *Int J Food Sci Nutr*, 2001; 52 (2):117-26.
- [26] Zhai C, Zhang X, Sun G, Lu C. Study on nutrition composition and protein quality of a Chinese wild rice. *Wei Sheng Yan Jiu*, 2000; 29(6): 375-8.
- [27] Samuels R, Modgil R. Biological utilization of insect infested wheat stored in different storage structures. *Nahrung*. 1999; 43 (5):336-38.
- [28] Vernon RY, Sudhir B. Supplement nitrogen and amino acid requirements: the Massachusetts institute of technology amino acid requirement pattern. *J Nutr*, 2000; 130 (12): 1841-9.

## Biological Evaluation of Protein Quality of a Sample of Home Made Food in Compare with a Sample of Commercial Baby Food and Casein Standard in Rats

Z. Asemi, MSc<sup>1</sup>, M. Taghizade, MSc<sup>2</sup>

Received: 07/08/07

Sent for Revision: 07/12/11

Received Revised Manuscript: 08/06/16

Accepted: 08/07/19

**Background and Objectives:** Quality evaluation of the food proteins is important due to their biological and economical aspects. Among existing methods, True Protein Digestibility (TPD), Apparent Digestibility (AD), Net Protein Ratio (NPR), Protein Efficiency Ratio (PER) and Food Efficiency Ratio (FER) are suggested for evaluation of proteins quality. The present study was conducted to biologically evaluate protein quality of a sample of home made food (combination of rice and vetch) and to compare with both a sample of commercial baby food (cerelac - based on wheat) and casein standard in Rats.

**Materials and Methods:** This experimental study was performed on 64 male Wistar rats, aged 21 days under 8 diets in 8 groups including: 2 case diets (home made food and cerelac), 1 diet standard (casein + Methionine) and 1 diet basal (protein free) in order to determine TPD, AD and 2 case diets, 1 diet standard and 1 diet basal in order to determine NPR, PER and FER. Values for TPD, AD, NPR, PER and FER were compared between the groups using ANOVA and Tukey tests.

**Results:** TPD values for standard, cerelac and home made food were  $92.8 \pm 4$ ,  $87 \pm 8$  and  $81.1 \pm 6.1$ , respectively. For standard cerelac and home made food, AD values were  $89.8 \pm 4.3$ ,  $82.2 \pm 8.9$  and  $76.4 \pm 5.8$ , NPR values were  $4.3 \pm 0.4$ ,  $4.3 \pm 0.9$  and  $4.2 \pm 0.4$ . PER values were  $3 \pm 0.2$ ,  $2.5 \pm 0.4$  and  $2.7 \pm 0.6$  and FER values were  $4.1 \pm 0.3$ ,  $4.9 \pm 0.9$  and  $4.6 \pm 1.2$ , respectively. There was significant difference between the values of TPD and AD. Values of but NPR, PER and FER were not significantly different between groups.

**Conclusion:** The findings showed that protein quality of home made food is nearly same as cerelac and casein.

**Key words:** Protein quality, Commercial food, Vetch, Rice, Casein

**Funding:** This research was funded by Kashan University of Medical Sciences.

**Conflict of interest:** None declared.

**Ethical approval:** The Ethics Committee of Kashan University of Medical Sciences approved the study.

---

1- MSc, Dept. of Nutrition, Food and drug, University of Medical Sciences, Kashan, Iran

(Corresponding Author) Tel: (0361)4463378, Fax: (0361) 4463377, E-mail: aseme\_z@yahoo.com

2- MSc, Dept. of Nutrition, Dept. of Nutrition and Biochemistry, University of Medical of Sciences, Kashan, Iran