

تولید نوشیدنی بر پایه پرمیت شیر برای افراد مبتلا به فنیلکتون‌اوری

رضوان پوراحمد^۱ و سمیه عیوض‌خانی^۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۹

^۱ دانشیار گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی

^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد صنایع غذایی، گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، واحد ورامین - پیشوا، دانشگاه آزاد اسلامی

*مسئول مکاتبه: Email: rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

چکیده

فنیلکتون‌اوری (PKU) نوعی اختلال ژنتیکی و مادرزادی است که درمان قطعی ندارد و تنها می‌توان با استفاده از رژیم غذایی فاقد یا کم فنیل‌آلانین، از بروز علائم این بیماری و تشدید عقب ماندگی کودکان مبتلا جلوگیری کرد. بنابراین تولید مواد غذایی بدون فنیل‌آلانین و یا با میزان فنیل‌آلانین پایین ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق سعی شده، نوشیدنی رژیمی مناسبی از جهت خواص تغذیه‌ای و همچنین سطح مقبولیت بالا برای مصرف این بیماران تولید گردد. نوشیدنی مذکور بر پایه پرمیت شیر بوده و حاوی گلیکوماکروپپتید (GMP) به عنوان منبع پروتئینی و روغن جوانه ذرت به عنوان منبع چربی، طعم دهنده، استابیلایزر و امولسیفایر بوده است. GMP در سه درصد مختلف ۲/۵، ۳ و ۳/۵ اضافه شد و طعم دهنده کاکائویی جهت بالا بردن میزان مقبولیت این نوشیدنی استفاده گردید. pH، پروتئین، چربی، خاکستر، قند (قند-های احیاءکننده و ساکارز)، مواد جامد کل نمونه‌ها اندازه گیری شد. برای اندازه گیری میزان فنیل‌آلانین از دستگاه HPLC استفاده گردید. همچنین نمونه‌ها مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش درصد GMP، میزان پروتئین، ماده خشک و pH نیز افزایش پیدا کرد. همچنین مشخص شد که درصدهای مختلف GMP، تاثیر معنی داری در صفات حسی نداشتند و نوشیدنی‌ها از کیفیت حسی مطلوبی برخوردار بودند. نتایج میزان اندازه گیری میزان فنیل‌آلانین نشان داد که نوشیدنی رژیمی لبنی تولید شده دارای سطح بسیار پائینی از نظر فنیل‌آلانین (حدود ۰/۵۸mg/ml) می‌باشد و از این لحاظ جهت مصرف بیماران مبتلا به فنیلکتون‌اوری مفید تلقی می‌گردد.

واژگان کلیدی: پرمیت شیر، فنیل کتون اوری، گلیکوماکروپپتید، نوشیدنی

مقدمه

شود به علت فقدان آنزیم فنیل‌آلانین هیدروکسیلاز، متابولیزه نمی‌شود و مقدار آن در خون افزایش می‌یابد. آنزیم فنیل‌آلانین هیدروکسیلاز، فنیل‌آلانین را شکسته و به تیروزین تبدیل می‌کند و مقداری نیز به اسید فنیل پیرویک تبدیل شده و از طریق ادرار دفع می‌گردد. پس

فنیلکتون‌اوری (PKU) یک اختلال متابولیکی مادرزادی است که در این بیماری، اسید آمینه فنیل‌آلانین که در مواد گوشتی، لبنیات و حبوبات به مقدار زیاد یافت می‌-

^۱- Phenylketonuria

پرمیت شیر، بخشی از سیال (شیر) ورودی به سیستم اولترافیلتراسیون می‌باشد که از غشا عبور کرده و ریتنتیت بخشی از سیال (شیر) ورودی به سیستم می‌باشد که نمی‌تواند از غشا عبور نماید و بنابراین در پشت غشا تغلیظ می‌شود. چون اندازه منافذ غشای اولترافیلتراسیون بین 10^{-2} - 10^{-1} μm می‌باشد، بنابراین ماکرومولکول‌ها مثل پروتئین‌ها و چربی‌ها، جامدات معلق و کلئیدها، از غشا عبور نکرده و تغلیظ می‌گردند. آب، لاکتوز و املاح معدنی از غشا عبور می‌کنند و وارد پرمیت می‌گردند. بنابراین پرمیت حاصل فاقد پروتئین و چربی بوده و یا میزان این مواد در آن بسیار پایین است و برای پایه نوشیدنی رژیمی مخصوص بیماران PKU که در مصرف پروتئین محدودیت دارند استفاده می‌شود. از طرفی پرمیت شیر غنی از ویتامین‌ها و ریز مغذی‌ها می‌باشد با اضافه کردن یک و یا چند طعم دهنده به آن، می‌توان یک نوشیدنی الکترولیت مفید تهیه نمود (گرش ۲۰۰۱).

یک ماده اصلی و کلیدی که می‌تواند به این نوشیدنی اضافه شود، گلیکوماکروپپتید (GMP) است که به عنوان تامین کننده منبع پروتئینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. GMP، پپتید زیست فعالی است که از کازئین مشتق می‌شود (هارتمن و همکاران ۲۰۰۷). GMP از نظر اسیدهای آمینه آروماتیک مثل فنیل آلانین، تایروزین و تریپتوفان محدودیت دارد و دارای میزان بالایی ترئونین و ایزولوسین می‌باشد. این پپتید زیست فعال در تغذیه بیماران PKU به عنوان منبع اولیه پروتئینی استفاده می‌شود. GMP، ۱۵-۲۰٪ از پروتئین-های آب پنیر را تشکیل می‌دهد و حاوی حدود ۵-۲/۵ میلی‌گرم فنیل آلانین در هر گرم پروتئین است. GMP، پس از جداسازی از آب پنیر که اغلب با روش کروماتوگرافی تبادل یونی صورت می‌گیرد، به صورت پودری با رنگ روشن و مزه‌ای ملایم و همگن جهت استفاده در غذاها و نوشیدنی‌های فراسودمند و همچنین

چنانچه آنزیم فنیل آلانین هیدروکسیلاز که فقط در کبد ساخته می‌شود به دلیل اختلالات ژنتیکی وجود نداشته باشد، فنیل آلانین وارد شده به بدن از طریق مصرف غذا، به تیروزین تبدیل نشده و افزایش و رسوب تدریجی آن در خون و مغز، سبب اختلال در تکامل مغز و اعصاب و در نهایت ضایعه مغزی و عقب ماندگی ذهنی پایدار در مبتلایان به این بیماری می‌شود (لنینجر ۱۳۸۵).

با توجه به اینکه این بیماری نوعی اختلال ژنتیکی و مادرزاد است، درمانی قطعی برای آن وجود ندارد و تنها می‌توان با استفاده از رژیم غذایی محدود از نظر اسید آمینه فنیل آلانین، از بروز علائم این بیماری و تشدید عقب ماندگی کودکان مبتلا جلوگیری نمود. نظر به آنکه بیشتر غذاها حاوی اسید آمینه فنیل آلانین هستند، مواد غذایی طبیعی قابل استفاده این بیماران بسیار محدود بوده و استفاده از فرمول‌های صنعتی فاقد فنیل آلانین همچون شیر خشک و آردهای نشاسته‌ای فاقد فنیل آلانین ضروری است. نوزادان نباید از شیر خشک‌های معمولی استفاده کنند و حتما باید از این فرمول‌های رژیمی فاقد فنیل آلانین استفاده نمایند (هاینلین ۱۹۹۹).

از آنجایی که فنیل آلانین یک اسید آمینه ضروری برای رشد است، حذف کامل آن از برنامه غذایی روزانه بیماران صحیح نیست. البته مقدار مصرف فنیل آلانین همواره باید تا حدی باشد که میزان آن در خون از ۲ تا ۶ میلی‌گرم در دسی‌لیتر تجاوز نکند. بنابراین این بیماران باید در کنار مصرف شیر خشک‌های مخصوص فاقد فنیل آلانین، از منابع غذایی دیگر هم به شکل محدود استفاده کنند. این منابع غذایی تا ۶ ماهگی شامل شیر مادر یا شیرخشک، و پس از ۶ ماهگی شامل سبزی‌ها، غلات و میوه‌ها هستند. توجه به این نکته ضروری است که در کودکان، ۹۰ درصد پروتئین و ۸۰ درصد انرژی مورد نیاز باید از مصرف شیر خشک‌های مخصوص فاقد فنیل آلانین تامین شود (لنینجر، ۱۳۸۵).

روی آن انجام شد. برای افزایش سطح مقبولیت نوشیدنی، از طعم دهنده کاکائو استفاده شد.

برای تهیه فرمولاسیون‌ها، ابتدا مواد اولیه توسط ترازوی حساس Sartorius مدل ED224S ساخت کشور آلمان اندازه گیری شدند. در مرحله بعد، پرمیت، روغن جوانه ذرت و امولسیفایر توزین شده و به دمای ۶۵ درجه سانتی گراد رسانده شدند. سپس توسط دستگاه هموژنایزر Mettler Toledo مدل PT310 ساخت کشور سوئیس، هموژن گردیدند. به امولسیون هموژن شده بقیه مواد فرمولاسیون، طبق مقادیری که در ذیل مطرح شده است، اضافه گردیده و توسط میکسر خانگی عمل مخلوط کردن صورت گرفت. فرمولاسیون نوشیدنی‌های رژیمی به شرح زیر است:

نمونه ۱: در این فرمولاسیون، ۲/۵٪ GMP، ۲/۵٪ روغن جوانه ذرت، ۳٪ پودر کاکائو، ۷٪ شکر، ۰/۱٪ استابیلایزر و ۰/۱٪ امولسیفایر استفاده گردید و در نهایت توسط پرمیت به حجم مورد نظر (۱۰۰ میلی لیتر) رسانده شد.

نمونه ۲: در این فرمولاسیون، ۲٪ GMP، ۲/۵٪ روغن جوانه ذرت، ۳٪ پودر کاکائو، ۷٪ شکر، ۰/۱٪ استابیلایزر و ۰/۱٪ امولسیفایر استفاده گردید و در نهایت توسط پرمیت به حجم مورد نظر رسانده شد.

نمونه ۳: در این فرمولاسیون، ۳/۵٪ GMP، ۲/۵٪ روغن جوانه ذرت، ۳٪ پودر کاکائو، ۷٪ شکر، ۰/۱٪ استابیلایزر و ۰/۱٪ امولسیفایر استفاده گردید و در نهایت توسط پرمیت به حجم مورد نظر رسانده شد. نمونه‌ها در دمای 85°C به مدت ۱۵ دقیقه حرارت داده شد و سپس به سرعت سرد و در دمای 4°C نگهداری گردید.

آنالیز شیمیایی

پروتئین به روش ماکروکلدال، چربی به روش ژربر، قند به روش لین آینون، خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی، و ماده خشک با استفاده از آن اندازه گیری شد (پروانه ۱۳۸۵).

مکمل‌های رژیمی عرضه می‌گردد (مک دونالد و همکاران ۲۰۰۹).

با توجه به اینکه تنها راه کنترل بیماری PKU و جلوگیری از به وجود آمدن عوارض آن در کودکان و بزرگسالان، استفاده از رژیم غذایی مناسب و مخصوص با محدودیت فنیل‌آلانین می‌باشد، بنابراین، تولید مواد غذایی بدون فنیل‌آلانین و یا با میزان فنیل-آلانین پایین ضروری به نظر می‌رسد. متأسفانه در این زمینه کشور ما تولید داخلی ندارد و کارهای تحقیقاتی بسیار اندکی در زمینه تولید مواد غذایی مخصوص این بیماران انجام شده است. هدف از این تحقیق، تولید نوشیدنی فراسودمند برپایه شیر و با کیفیت مطلوب برای افراد مبتلا به فنیل کتون اوری بوده است.

مواد و روش‌ها

مواد مصرفی

پرمیت مورد استفاده در این نوشیدنی، از کارخانه شیر و لبنیات چوپان تهیه گردید. گلیکوماکروپپتید (GMP) مورد استفاده در این تحقیق، از شرکت Davisco (آمریکا) تهیه گردید. روغن جوانه ذرت مورد استفاده در این نوشیدنی، از شرکت Kristal ترکیه خریداری گردید. کاکائو بکار برده شده جهت طعم دار کردن نوشیدنی، از شرکت فرمند تهیه گردید. پایدارکننده ای که در این نوشیدنی رژیمی مورد استفاده قرار گرفت، کاراگینان (E407) بود که از شرکت به پارس تهیه گردید. امولسیفایر مورد استفاده در این نوشیدنی رژیمی، مونو و دی گلیسیرید بود که از شرکت به پارس تهیه گردید.

تولید نوشیدنی رژیمی

در این نوشیدنی رژیمی از پرمیت شیر تازه گاو به عنوان فاز آبی نوشیدنی استفاده گردید. همچنین منبع پروتئینی تشکیل دهنده این نوشیدنی رژیمی، که گلیکوماکروپپتید (GMP) بود، در سه درصد مختلف ۲/۵، ۳ و ۳/۵ به نوشیدنی اضافه و بررسی‌های لازم بر

از مخلوط بافر فسفات (pH = ۳/۵) و استونیتریل (۹۸:۲) استفاده شد و اندازه گیری، در طول موج $\lambda=214\text{nm}$ توسط دکتور UV مدل ۲۴۸۷ و در دمای 30°C - ۲۵ صورت گرفت (پیسیک و همکاران ۲۰۰۷).

ارزیابی حسی

ارزیابی حسی براساس روش استاندارد ملی ایران به شماره ۳۵۸۰ صورت گرفت. ظاهر و رنگ، طعم، قوام و پذیرش کلی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. رتبه‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ به ترتیب برای بسیار خوب، خوب، متوسط، بد و بسیار بد در نظر گرفته شد (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ۱۳۸۰).

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش در قالب یک طرح کاملاً تصادفی انجام پذیرفت. انجام کلیه آزمایش‌ها با سه بار تکرار صورت گرفت. جهت یافتن اختلاف معنی دار در نمونه‌ها از آنالیز واریانس و برای کلاس بندی میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. نرم افزار مورد استفاده SPSS بود.

نتایج

ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌ها در جدول ۱ مشخص شده است.

pH نمونه‌ها با استفاده از دستگاه pH متر، مدل Mp230 ساخت شرکت Mettler سوئیس اندازه گیری شد.

فنیل آلانین با استفاده از روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا اندازه گیری شد. برای این منظور از دستگاه HPLC مدل Waters ساخت کشور آمریکا استفاده گردید. ابتدا ۰/۵۰ گرم از نمونه توزین شد. سپس اسیدکلریدریک (HCl) ۶ مولار به میزان ۸ میلی لیتر به آن اضافه گردید. نمونه‌ها بعد از هواگیری در خشک کن آزمایشگاهی قرار داده شدند و مرحله هیدرولیز در دمای 110°C به مدت ۲۲-۲۳ ساعت بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. نمونه‌های آماده شده جهت تزریق به دستگاه HPLC به مدت ۱۰ دقیقه با ۵۰۰۰ rpm سانتریفوژ گردیدند. سوپرناتانت‌ها با استفاده از فیلترهای Acrodisc (غشاهای $0.45\mu\text{m}$) فیلتر شدند. مواد فیلتر شده بر روی ستون RPC18 ساخت شرکت Waters آمریکا که دارای ابعاد $150 \times 3/9\text{mm}$ و اندازه ذرات $5\mu\text{m}$ بود در سه بار تکرار برای هر نمونه کروماتوگرافی شدند. حجم تزریق، ۲۰ میکرولیتر و مدت زمان کروماتوگرافی برای آنالیز نمونه‌ها، ۱۵ دقیقه بود. سرعت فاز متحرک 0.8ml/min و فشار مورد استفاده 10.7Kg/cm^2 - ۱۰۹ بود. در فاز متحرک

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های نوشیدنی (انحراف معیار \pm میانگین)

نمونه	پروتئین (%)	چربی (%)	خاکستر (%)	قندهای احیا کننده (%)	ساکارز (%)	ماده خشک (%)	pH
۱	$2/26 \pm 0/07^c$	$3/41 \pm 0/05^a$	$0/79 \pm 0/03^a$	$1/03 \pm 0/05^b$	$2/71 \pm 0/03^a$	$15/25 \pm 0/05^c$	$5/75 \pm 0/01^c$
۲	$2/69 \pm 0/06^b$	$2/36 \pm 0/06^b$	$0/72 \pm 0/03^a$	$1/19 \pm 0/07^a$	$2/68 \pm 0/02^a$	$15/85 \pm 0/07^a$	$5/84 \pm 0/02^b$
۳	$3/17 \pm 0/04^a$	$3/31 \pm 0/03^b$	$0/74 \pm 0/04^a$	$1/11 \pm 0/06^{ab}$	$2/69 \pm 0/05^a$	$15/54 \pm 0/06^b$	$5/93 \pm 0/02^a$

حروف غیر مشابه در ستون‌ها، نشان دهنده معنی دار بودن است ($P < 0.05$).

بالاترین میزان چربی مربوط به نمونه ۱ بود که با دو نمونه دیگر تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) را نشان داد. نمونه‌های ۲ و ۳ تفاوت معنی‌داری نداشتند. از نظر خاکستر تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها وجود نداشت.

نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) از نظر پروتئین با هم داشتند و بالاترین میزان پروتئین مربوط به نمونه ۳ بود.

جدول ۳ - ویژگی‌های حسی نمونه‌های نوشیدنی (انحراف

معیار \pm میانگین)

نمونه	ظاهر و رنگ	طعم	قوام	پذیرش کلی
۱	$4/13 \pm 0/74$	$\pm 80/30/62$	$\pm 23/40/64$	$\pm 00/40/64$
۲	$4/20 \pm 0/41$	$\pm 92/30/64$	$\pm 27/40/80$	$\pm 04/40/72$
۳	$4/20 \pm 0/68$	$\pm 92/30/64$	$\pm 29/40/54$	$\pm 07/40/52$

بحث

نوشیدنی لبنی رژیمی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت، حاوی منبع غنی از پروتئین بوده و در عین حال از میزان فنیل آلانین بسیار پائینی برخوردار می باشد. همچنین منابع چربی، کربوهیدرات و املاح معدنی موجود در روغن جوانه ذرت، شکر، کاکائو و پرمیت مورد استفاده در فرمولاسیون این نوشیدنی، ارزش تغذیه‌ای آن را افزایش می‌دهد.

در تحقیق مشابهی که توسط پیسیک و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد، میزان فنیل آلانین در مواد غذایی مخصوص این بیماران مورد آنالیز و اندازه گیری قرار گرفت که مقادیر بدست آمده به مراتب بالاتر از میزان فنیل آلانین اندازه گیری شده در نوشیدنی رژیمی تولید شده در این تحقیق است. نوشیدنی تولید شده در این تحقیق حاوی حدود ۳ گرم پروتئین و حدود ۰/۵۸ میلی گرم در میلی لیتر فنیل آلانین می باشد که در مجموع، مقدار ناچیزی تلقی می گردد.

در تحقیق دیگری که عبدال-سلام و همکاران (۲۰۱۰) انجام دادند، نوشیدنی رژیمی بر پایه پرمیت شیر و حاوی GMP تهیه گردید و به بیماران مبتلا به فنیل-کتون اوری در فواصل زمانی معین داده شد و میزان فنیل آلانین پلاسماي خون این افراد اندازه گیری گردید. نوشیدنی رژیمی مذکور بعد از انجام آنالیزهای شیمیایی، دارای ۲/۵ درصد پروتئین، ۳ درصد چربی، ۱/۰۹ درصد خاکستر و pH حدود ۶/۷۰ بود. این نوشیدنی در مرحله ارزیابی حسی، از نظر ظاهر، امتیاز خیلی خوب (+++)، از نظر رنگ، امتیاز خوب (++)، از نظر طعم، امتیاز قابل قبول (+) و از نظر ویژگی‌های کلی،

بالاترین میزان قند احیاکننده مربوط به نمونه ۲ بود که با نمونه ۱ تفاوت معنی‌داری داشت ($P < 0.05$) ولی بین نمونه‌های ۲ و ۳ همچنین نمونه‌های ۱ و ۳ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

از نظر ساکارز تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها مشاهده نشد.

از نظر ماده خشک بین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) وجود داشت و بالاترین مقدار مربوط به نمونه ۲ بود.

از نظر pH بین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری وجود داشت ($P < 0.05$) و بالاترین pH مربوط به نمونه ۳ بود. همچنین pH نمونه ۲ بطور معنی‌داری ($P < 0.05$) از نمونه ۱ بیشتر بود.

در جدول ۲ مقدار فنیل آلانین نمونه‌ها مشخص شده است.

جدول ۲- میزان فنیل آلانین در نمونه‌های نوشیدنی

(انحراف معیار \pm میانگین)

نمونه	میزان فنیل آلانین (mg/ml)
۱	$0/27 \pm 0/02^c$
۲	$0/42 \pm 0/02^b$
۳	$0/58 \pm 0/01^a$

حروف غیر مشابه در ستون‌ها، نشان دهنده معنی دار بودن است ($P < 0.05$)

نمونه‌ها از نظر میزان فنیل آلانین، تفاوت معنی‌داری نشان دادند ($P < 0.05$) بطوریکه بالاترین میزان فنیل-آلانین را نمونه ۳ داشت. همچنین فنیل آلانین نمونه ۲ بطور معنی‌داری ($P < 0.05$) از نمونه ۱ بیشتر بود.

در جدول ۳ ویژگی‌های حسی نمونه‌ها مشخص شده است. نمونه‌های نوشیدنی لبنی رژیمی از نظر ظاهر و رنگ، طعم، قوام و پذیرش کلی تفاوت معنی‌دار نداشتند و همگی از کیفیت حسی خوبی برخوردار بودند.

محدودیت حالیت اسیدهای آمینه است (هاینلین ۱۹۹۹). در صورتی که در نوشیدنی تولید شده در این تحقیق، به علت استفاده از گلیکوماکروپپتید به جای ترکیب اسیدهای آمینه، از این عیوب تا حدی کاسته شده است.

نتیجه گیری

در خاتمه به عنوان نتیجه گیری نهایی باید متذکر شد که امکان تولید نوشیدنی مغذی و با کیفیت حسی مطلوب از پرمیت شیر برای بیماران مبتلا به فنیلکتون‌اوری وجود دارد. استفاده از مقادیر مختلف GMP بستگی به هدف تولید کننده محصول دارد. اگر هدف، تولید محصولی با میزان پروتئین بالا باشد، از میزان بالاتر GMP یعنی ۲٪/۵ استفاده می‌گردد و شایان ذکر است که در این حالت هم محصول حاوی مقدار ناچیزی فنیل‌آلانین می‌باشد.

امتیاز غیر قابل قبول (-) را کسب کرد. نوشیدنی فوق، نسبت به نوشیدنی رژیمی تولید شده در این تحقیق، دارای میزان pH و خاکستر بالاتر و چربی نسبتاً پائین‌تری بود اما از نظر پروتئین تفاوت زیادی با هم نداشتند.

در مطالعه دیگری که بجورکستروم (۲۰۰۴) انجام داد، انواع نوشیدنی‌های لبنی با CGMP تولید شده در کارخانه Alra Foods ترکیب شد و مورد ارزیابی حسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که شیر طبیعی ترکیب شده با CGMP از نظر ظاهر مانند شیر معمولی بود ولی مزه و قوام مناسبی نداشت. نتایج تحقیق فوق با نتایج این تحقیق همسو نمی‌باشد.

یکی دیگر از فرمولاسیون‌های غذایی که مورد بررسی قرار گرفته است، فرمولاسیون‌های متابولیکی شامل اسیدهای آمینه کریستال شده که فنیل‌آلانین در آنها یا بطور کامل حذف شده و یا مقدار آن کم است، می‌باشد. از جمله معایبی که این فرمولاسیون‌های متابولیکی دارند، قابلیت هضم ضعیف و طعم نامطبوع و همچنین،

منابع مورد استفاده

- پروانه و، ۱۳۸۵، کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی: انتشارات دانشگاه تهران.
- لینجر ا، کاکس م و نلسون د، ۱۳۸۵، اصول بیوشیمی لنینجر (ترجمه محمدی، رضا): انتشارات آبیژ.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۸۰، آزمون حسی، استاندارد ملی ایران، شماره ۳۰۸۰.
- Abdel- Salam AM and Effat LK, 2010. Preparation and evaluation of a novel therapeutic dairy-based drink for phenylketonuria. *North American Journal of Medical Sciences* 2: 66-70.
- Björkström J, 2004. A milk drink enriched with a natural derived milk peptide, caseinoglycomacropptide, for weight control. A Master Thesis in Nutrition. Arla Foods Innovation Centre Stockholm.
- Girsh LS, 1999. Process of making a dairy permeate-based beverage. Patent Number: 5, 912,040.
- Hainline, B.E. 1999. Phenylalanine free protein. Patent Number: 6,004,930.
- Hartmann R and Meisel H, 2007. Food-derived peptides with biological activity: from research to food applications. *Current Opinion in Biotechnology* 18:163-169.
- Mc Donald A, Gokmen- Ozel H and Daly A, 2009. Changing dietary practices in phenylketonuria. *The Turkish Journal of Pediatrics* 51: 409-415.
- Piecyk M, Srama A, Bzducha A, 2007. Application of HPLC and GC/MS to quantification of phenylalanine in chosen kinds of food for particular nutritional uses. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 6 (2): 5-18.

Production of dairy permeate- based drink for individuals with phenylketonuria

R Pourahmad^{1*} and S Eivazkhani ²

Received: June 17, 2014 Accepted: May 30, 2015

¹Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

²MSc, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Varamin-Pishva Branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

* Corresponding Author: Email: rezvanpourahmad@iauvaramin.ac.ir

Abstract

Phenylketonuria (PKU) is an inborn genetic disorder, there is no cure and all PKU patients must use a special diet none or low in Phenylalanin (Phe) for preventing the onset of symptoms and intension of the retardation of the children. Therefore, production of foods containing no or very low Phe is essential. In the present study, nutritionally a suitable dairy drink suitable with high acceptability was produced for these patients. The drink was prepared on the basis of the permeate of the milk containing Glycomacropeptide (GMP) as the protein source with the addition of Corn Germ Oil as the source of essential fatty acids, flavoring agent, stabilizer and emulsifier. GMP was added at three different concentrations of 2.5, 3 and 3.5wt%. Protein, pH, fat, sugar (total reducing sugars and sucrose), ash and total solids of the samples were determined. The HPLC was used to determine the Phe content of the samples. Cacao flavor was used for increasing the acceptability of the prepared drinks and sensory evaluation was conducted. The results showed that increasing GMP increased the protein content, total solids and pH. Moreover, the results showed that the GMP content had no significant effect ($P > 0.05$) on the sensory characteristics of the prepared drinks and the samples with the cacao flavor were desirable drinks considering organoleptic properties. Results of Phe determination showed that prepared dairy drink had very low Phe levels (almost 0.58 mg/ml). It can be concluded that the diet dairy drink produced by this method is recommended for Phenylketonuria patients.

Key words: Dairy Permeate, Drink, Glycomacropeptide, Phenylketonuria