

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE PLASTEÍNA OBTIDA DA PROTEÍNA DA FOLHA DE MANDIOCA, DA SOJA E DO SORO DE QUEIJO¹

Eliana Carla Gomes de Souza²

Luiz Carlos Guedes de Miranda²

Tanus Jorge Nagem⁵

Tânia Toledo de Oliveira²

Neuza Maria Brunoro Costa⁴

Maria Eliana Lopes Ribeiro de Queiroz³

Antônio Augusto Neves³

Jorge Luiz Martins Rezende²

RESUMO E CONCLUSÕES

Este estudo foi conduzido com o objetivo de testar o aproveitamento de fontes protéicas de baixo custo (folha de mandioca, soro de queijo e soja), por intermédio da reação da plasteína, para obtenção de um produto com propriedades físico-químicas e nutricionais satisfatórias para fins na alimentação humana. O isolado protéico das folhas de mandioca, da soja e do concentrado de soro ultrafiltrado, após desengorduramento, foi submetido separadamente à hidrólise enzimática e ressíntese. O teor protéico da plasteína precipitada e do sobrenadante de plasteína foi de 52,6% e 72,0%, respectivamente, sendo o teor protéico do sobrenadante da plasteína superior ao do concentrado protéico de soro ultrafiltrado e do isolado protéico de folha de mandioca. Os resultados da atividade de urease demonstraram que houve destruição quase completa de todos esses fatores. Os valores do Quociente da Eficiência Líquida Protéica (NPR) das plasteínas não diferiram estatisticamente dos apresentados pela caseína. O valor da Utilização Líquida da Proteína

¹ Aceito para publicação em 10.06.1999.

² Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

³ Departamento de Química. Universidade Federal de Viçosa.

⁴ Departamento de Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Viçosa.

⁵ Departamento de Química. Universidade Federal de Ouro Preto, MG,

(NPU) da plasteína precipitada não diferiu estatisticamente da caseína e o do sobrenadante de plasteína foi inferior ao padrão de caseína. A plasteína precipitada e o sobrenadante de plasteína apresentaram valores de digestibilidade (D) significativamente inferiores ($P < 0,05$) ao padrão, com adequação de 70,3% e 91,2%, respectivamente, em relação à caseína. A plasteína precipitada e o sobrenadante de plasteína são boas fontes de cobre e sódio. A plasteína precipitada é boa fonte de ferro, manganês, magnésio e zinco, segundo recomendação do NRC (12). Constata-se que ambos, matérias-primas e produtos obtidos podem ser considerados boas fontes de aminoácidos essenciais, principalmente para adultos e criança após o desmame. Conclui-se que, com a reação de plasteína, há melhoria na qualidade protéica de fontes alternativas.

Palavras-chaves: fontes protéicas, alimentação humana, caseína.

ABSTRACT

NUTRITIONAL CHARACTERIZATION OF THE PLASTEIN OBTAINED FROM THE PROTEIN OF MANIOC LEAF, SOYBEAN AND CHEESE WHEY

This study was carried out to test the use of low cost protein source (manioc leaf, cheese whey and soybean) through the plastein reaction, to obtain foodstuffs product with satisfactory physical-chemistry and nutritional properties for humans. The protein isolated from manioc leaf, soybean and the ultrafiltered concentrated whey were, after defatted, submitted to enzymatic hydrolysis and resynthesis into new protein-like substances. The protein content of the precipitate plastein and its supernatant were 52.6 and 72%, respectively, and the protein content of the plastein supernatant was superior to the protein concentrate of the ultrafiltered whey and the manioc leaf protein isolate. The effects of urease activity showed almost complete destruction of all these factors. The NPR values of the plastein did not differ statistically of those showed by the casein, and the NPU value of the precipitated plastein did not differ statistically from the casein and that of supernatant plastein was inferior to the casein pattern. The plastein precipitate and the supernatant plastein showed digestibility values significantly lower ($P < 0.05$) than the pattern, with adaptation of 70.3 and 91.2%, respectively, concerning the casein. The plastein precipitate and supernatant plastein are good sources of copper and sodium. The plastein precipitate is a good source of iron, manganese, magnesium and zinc, according to the NRC recommendation (12). The raw material and the products obtained are believed to be a good source of essential aminoacids, mainly for adults and children after weaning. It can be concluded that, with the plastein reaction, there is an improvement in the protein quality of alternative sources.

Key words: protein sources, human nutrition, casein.

INTRODUÇÃO

Segundo Marcondes et al. (9), a desnutrição é um estado crônico de carência calórico-protéica, no qual o organismo apresenta desaceleração (casos leves), interrupção (casos moderados) ou retrocesso (casos graves) da evolução normal de seus parâmetros bioquímicos (diluição), funcionais (disfunção com ênfase no desenvolvimento neuropsicomotor) e anatômicos (depleção, com ênfase no crescimento físico).

Admite-se que, no mundo, cerca de 2/3 da população de áreas em desenvolvimento sofrem de desnutrição crônica, enquanto 1/5 subsiste em uma dieta constituída predominantemente por carboidratos (17).

A grande expansão populacional e a baixa disponibilidade de alimentos protéicos para determinados grupos populacionais ocasionaram aumento do interesse pelo melhoramento de fontes protéicas convencionais e incentivaram a pesquisa de fontes alimentares não-convencionais, visando aumentar a disponibilidade e a capacidade nutricional destes tipos de alimentos (10).

Apesar de, em muitos casos, as novas fontes protéicas não se mostrarem aceitáveis, por apresentarem alguns inconvenientes, como baixo valor nutricional, características sensoriais não-aceitáveis ou, ainda, propriedades tecnológicas deficientes na alternativa apresentada, com a reação de plasteína, todos eles podem ser corrigidos, pois é possível, pela reação de plasteína, manipular aminoácidos, para a obtenção de balanceamento satisfatório de aminoácidos essenciais, por intermédio da mistura de hidrolisados protéicos e, ou, da incorporação de aminoácidos limitantes (10, 14).

Segundo Baldini et al. (4), a reação de plasteína é conhecida como um processo enzimático de alongamento da cadeia polipeptídica, utilizando-se, como substrato, hidrolisados protéicos.

A soja, quando bem processada, constitui a principal fonte de ingestão protéica, pois, apesar dos problemas de aceitação apresentados e dos aspectos sensoriais, é rica em aminoácidos essenciais, tendo como limitantes os aminoácidos sulfurados, conforme Torún et al. (19).

As proteínas do soro de queijo, que contêm altas concentrações de aminoácidos sulfurados e composição aminoacídica superior à da caseína no teor de aminoácidos essenciais, também são de grande interesse como fonte protéica (6).

Conhecida pela rusticidade e pelo papel social que desempenha nas populações de baixa renda, a cultura da mandioca tem grande adaptabilidade aos diferentes ecossistemas, o que possibilita seu cultivo praticamente em todo o mundo, sendo o Brasil o maior produtor. Ressalta-se que os maiores produtores mundiais, com produção acima de 2.000.000 t, são os países em desenvolvimento ou do terceiro mundo, caracteristicamente pobres, transformando esta fonte de alimento em cultura de subsistência, sem valor comercial significativo em termos mundiais (1). A folha de mandioca, com teor de proteína em torno de 20% na matéria seca, também rica em vitaminas e com alto teor mineral, constitui outra alternativa de fonte protéica não-convencional.

A associação das proteínas da folha de mandioca, da soja e do soro de queijo, na forma de hidrolisados como substratos para a reação de plasteína, pode resultar em produto de boa digestibilidade, com alto valor

biológico, possibilitando, assim, seu aproveitamento na alimentação, humana e animal, sendo este o principal objetivo do trabalho, além da análise química, bioquímica e nutricional do produto obtido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção do isolado protéico de folha de mandioca

Foram utilizadas folhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da variedade Cacau Branco, cultivadas em canteiros experimentais do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa - UFV. As folhas foram colhidas em mesma época, aleatoriamente, das plantas nas regiões basal, mediana e apical com pecíolo. Em laboratório, foram lavadas, picadas e colocadas em copo de liquidificador com água destilada na proporção de 1:10 (p/v) e trituradas por cinco minutos; a parte fibrosa foi separada por coagem em dessorador de náilon e descartada. Ao líquido de coagem foi adicionado HCl 0,1mol/l, até pH entre 4 e 5, que é o ponto isoelétrico, para precipitação das proteínas. O líquido foi centrifugado sob refrigeração, de 0 a 5°C, por quinze minutos, a 10.240 g, e o precipitado foi separado e seco em estufa a 70°C, por 48 horas.

O sobrenadante foi descartado e o precipitado desidratado foi acondicionado em cartuchos de papel, colocado em aparelho de Soxhlet, onde foi submetido à lavagem com acetona/álcool na proporção de 1:1, para despigmentação e desengorduramento. A seguir, foi seco à temperatura ambiente por 4 horas e, posteriormente, em estufa com circulação de ar forçado, a 50°C, por 12 horas. Após, foi triturado em moinho de navalha para homogeneização do isolado e acondicionado em frasco de vidro com tampa rosqueável e guardado em geladeira para posterior hidrólise enzimática (14).

Obtenção do concentrado protéico de soro ultrafiltrado em pó

A ultrafiltração foi realizada nas instalações da Indústria de Laticínios Cotochés, no município de Rio Casca, Minas Gerais, em sistema contínuo, com membrana do tipo polissulfônica de conformação espiral, de corte de 6.000 Daltons e secagem por "spray drying" (6).

Obtenção do isolado protéico de soja

O isolado protéico de soja, Proteimax 90 HG SANRIG, fabricado pela SAMBRA, foi adquirido no comércio.

Hidrólise e ressíntese de proteínas

O concentrado protéico da folha de mandioca, o isolado protéico de soja e o concentrado protéico de soro ultracentrifugado foram submetidos, separadamente, à hidrólise enzimática, pela adição de quantidade conhecida do material, à solução-tampão fosfato de sódio 0,1 M, pH 8,0, na proporção 1:10 (p/v), e adicionados de pancreatina na concentração de 5%, em relação ao teor da proteína utilizada.

Após um período de seis horas de incubação, a 37°C, sob agitação, a enzima foi inativada por aquecimento a 70°C, por 10 minutos, em banho-maria (15). A mistura foi centrifugada, sob refrigeração (0 a 10°C), por 20 minutos, a 10.240 g, obtendo-se no sobrenadante os hidrolisados, os quais foram congelados, liofilizados e acondicionados em frascos de vidro com tampa rosqueável e guardados em geladeira para serem submetidos ao processo de ressíntese (7, 10).

Os hidrolisados foram misturados na proporção de 2:2:1 (isolado protéico de soja/concentrado protéico de soro ultrafiltrado/isolado protéico de folha de mandioca) e dissolvidos na proporção de 40% (p/v) com uma solução-tampão fosfato de sódio 0,1M, pH 6,0, na qual foi adicionada pancreatina na proporção de 2% em relação ao teor de proteína utilizada. A mistura foi incubada a 24°C, sem agitação, por 24 horas, aquecida a 70°C em banho-maria por 10 minutos para interromper a reação e, em seguida, centrifugada sob refrigeração (0 a 10°C), por 20 minutos, a 10.240 g. O sobrenadante foi dialisado pela membrana Spectrapor 2^{7/8} IN (73mm) 3787-F67, e o precipitado dissolvido em água destilada em volume igual do sobrenadante e, posteriormente, colocado no mesmo tipo da membrana de diálise. As membranas foram colocadas em recipiente com volume aproximado de 5 litros de água destilada e deionizada em geladeira com agitação manual ocasional por 24 horas, sendo realizada troca de água de 4 em 4 horas. O sobrenadante e o precipitado dialisados foram novamente congelados e liofilizados, obtendo-se, assim, a plasteína precipitada e o sobrenadante de plasteína (20).

Análises químicas e bioquímicas

Foram determinados os teores de proteína do isolado protéico de soja (Proteimax- 90 HG), do concentrado protéico de soro ultracentrifugado (CPSU), do isolado protéico de folha de mandioca, da plasteína precipitada e do sobrenadante de plasteína, pelo método Kjeldahl, semimicro (3).

As atividades de urease foram determinadas, na plasteína precipitada e no sobrenadante da plasteína, como indicativos de inativação de fatores antinutricionais, pois a temperatura de inativação da urease é semelhante à

dos fatores antinutricionais. A amostra foi triturada e, após, pesada em aproximadamente 0,200 g dentro de um tubo de ensaio e adicionados 10 mL de uma solução-tampão de uréia. Após, o tubo foi homogeneizado e transferido para banho-maria a 30°C. Foi preparada uma prova branca com 0,200 g da amostra e 10 mL de solução-tampão fosfato 0,05 M. Depois de 30 minutos, o conteúdo dos tubos foi transferido para béquers e medido o pH. A diferença entre o pH do tubo com uréia e o branco é o índice de urease (8).

Foram determinados os minerais das amostras de plasteína precipitada e do sobrenadante de plasteína. A determinação de sódio e potássio foi feita por fotometria de chama, e a dos demais minerais (cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês e zinco), por absorção atômica (3).

Avaliação biológica da proteína

Para se avaliar a qualidade da proteína das plasteínas, foi conduzido um ensaio biológico, com 24 ratos machos (*Rattus norvegicus*), variedade Albinus, da raça Wistar, recém-desmamados, com 24 dias de idade. Os animais foram distribuídos em quatro grupos de seis, de modo que a diferença do peso médio para cada grupo não ultrapassasse 10 g (3). Os ratos foram colocados em gaiolas individuais, recebendo água e alimento "ad libitum", à temperatura ambiente de 20 a 24°C e iluminação controlada - 12 horas de luz e 12 horas de escuridão - por um período de quatorze dias.

As dietas experimentais continham teores protéicos que variaram de 9,08 a 9,85% , atendendo às recomendações preconizadas por Pellet E Young (13), de 9 a 10% de proteína. Vitaminas e minerais foram acrescentados às dietas, suprindo as exigências nutricionais dos animais (2).

Um grupo de animais recebeu a dieta-padrão de caseína, outro grupo recebeu dieta aprotéica, e os outros dois grupos receberam dietas contendo plasteína ou sobrenadante de plasteína como fontes de proteína (Quadro 1).

O Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR) consiste em somar ao ganho de peso do grupo experimental a perda de peso de um grupo que recebeu a dieta aprotéica, conforme Bender e Doell (5).

A Utilização Líquida da Proteína (NPU) consiste em medir a porcentagem do nitrogênio ingerido que foi retido pelo organismo.

A digestibilidade foi determinada do 7º ao 14º dia de experimento, a partir de dietas marcadas com carmim a 0,2%. As fezes foram coletadas diariamente e mantidas sob refrigeração e, posteriormente, submetidas à secagem, por 24 horas, a 105°C, e moídas em moinho de navalha, quando se determinou o teor de nitrogênio. O grupo de animais que recebeu a dieta aprotéica permitiu a determinação da digestibilidade aparente, que foi expressa em porcentagem, segundo recomendação da National Academy of Science (11).

QUADRO 1 – Composição das dietas experimentais				
Ingredientes	Dietas (g/100g de dieta)			
	I	II	III	IV
Caseína	15,93	-	-	-
P ¹	-	-	17,10	-
SP ²	-	-	-	14,53
Mist. Mineral ³	3,50	3,50	3,50	3,50
Mist. Vitamínica ⁴	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloreto de Colina	0,20	0,20	0,20	0,20
Óleo de Soja	5,00	5,00	5,00	5,00
Amido de Milho	74,79	90,30	73,71	75,91
TOTAL	100,42	100,00	100,51	100,14
Proteína (%)	9,08	-	9,64	9,85

¹ Plasteína precipitada.
² Sobrenadante de plasteína.

Dosagem de aminoácidos

As amostras de sobrenadante de plasteína e plasteína precipitada foram submetidas à hidrólise, utilizando-se ácido clorídrico 6N, sob atmosfera de N₂ a 110°C, durante 24 horas, no interior de ampolas de vidro hermeticamente fechadas. Após a evaporação a vácuo dos hidrolisados, até a secura, os resíduos foram dissolvidos em tampão de sódio, 0,2N, pH 2,2, que continha norleucina como padrão interno. A determinação dos aminoácidos foi realizada, quantitativamente, por cromatografia de troca iônica, conforme Spackman e Stanford (18), em analisador automático de aminoácidos Beckman, modelo 121.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sobrenadante de plasteína obtido apresentou coloração marrom, e o precipitado de plasteína, coloração creme.

O rendimento da reação da plasteína foi de 43%, tomando-se como base a utilização de 100 gramas da matéria-prima e formação de 43 da plasteína. Este resultado foi inferior ao obtido por Miranda et al. (10), de 60%, utilizando a proteína de soja e a caseína como substratos, e a pancreatina para hidrólise e síntese. Contudo, os autores citados utilizaram matéria-prima com teor protéico mais elevado.

Os teores de proteína do isolado protéico de folha de mandioca foram da ordem de 54,70%; do isolado protéico de soja, 83,16%; do concentrado protéico de soro ultrafiltrado, 64,70%, da plasteína precipitada, 52,61%; e do sobrenadante de plasteína, 72,00%.

O sobrenadante de plasteína apresentou teor protéico mais elevado que a plasteína precipitada, em virtude da maior concentração da proteína do isolado protéico de folha de mandioca na plasteína precipitada e por ser de mais difícil ressolubilização, interferindo na formação da plasteína. Restou, assim, maior concentração de pequenos peptídeos em solução, estando combinados com substâncias não-protéicas e, portanto, o teor protéico foi mais elevado no sobrenadante de plasteína.

O uso de isolados protéicos não-purificados, como o isolado protéico da folha de mandioca, pode apresentar constituintes que, acompanhando os aminoácidos, se combinam e formam substâncias pouco solúveis que, por conseguinte, irão acompanhar a plasteína precipitada, diminuindo, assim, a porcentagem de proteína. Por este motivo, recomenda-se a utilização de isolados protéicos purificados para a realização da reação da plasteína.

Quando medida a atividade de urease, foram obtidos valores inferiores aos permitidos, o que indica melhor digestibilidade do produto. A plasteína precipitada apresentou diferença de pH, em relação ao branco, de 0,02, enquanto no sobrenadante de plasteína, de 0,04, sendo 0,2 o máximo permitido. A resistência térmica dos fatores antitriptico, da hemaglutinina e da urease é semelhante. Os baixos valores dos fatores antinutricionais ocorreram em razão do tratamento térmico, durante a obtenção do isolado protéico de folha de mandioca, que passa por processo de secagem em estufa a 70°C, por 48 horas, ou durante o processo de hidrólise enzimática, onde existe aquecimento a 75°C por 10 minutos ou, ainda, por sua diluição durante a síntese de plasteína. Os inibidores podem terem sido parcialmente hidrolisados e, conseqüentemente, inativados. Os teores de minerais da plasteína precipitada e do sobrenadante de plasteína estão dispostos no Quadro 2.

QUADRO 2 - Teor total de minerais das amostras antes e após a diálise				
%	Plasteína precipitada		Sobrenadante de plasteína	
	Antes	Após	Antes	Após
Cálcio	0,2418	0,0330	0,0625	0,1827
Cobre	0,0009	0,0023	0,0008	0,0027
Ferro	0,0059	0,0244	0,0024	0,0031
Magnésio	0,0385	0,1244	0,0332	0,0499
Manganês	0,0010	0,0065	0,0002	0,0012
Potássio	0,2900	0,2008	0,3747	0,1113
Sódio	18,1535	2,1323	10,1635	2,6346
Zinco	0,0021	0,0097	0,0005	0,0017

A plasteína precipitada e o sobrenadante de plasteína forneceram entre 4% e 20% do recomendado pelo NRC (12) para o teor de cálcio, não sendo, portanto, boas fontes deste mineral. O cobre fornecido pela plasteína precipitada e pelo sobrenadante de plasteína supre de 80% a 100% das recomendações. A plasteína precipitada é boa fonte de ferro, chegando a ultrapassar as recomendações, exceto para crianças na faixa de 1 a 3 anos. O sobrenadante de plasteína não é boa fonte de ferro, por estar apenas entre 7% e 27% do recomendado. O magnésio é suprido em quase 50% pela plasteína precipitada. O sobrenadante de plasteína não é boa fonte de magnésio, por estar apenas entre 12% e 14% do recomendado. A plasteína precipitada supriu o recomendado para o teor de manganês, ultrapassando-o; porém, encontra-se em níveis não-tóxicos. No sobrenadante de plasteína, o manganês fornecido chega a suprir 41% e 52% para mulher e homem adultos, respectivamente. A plasteína precipitada e o sobrenadante de plasteína não são boas fontes de potássio, por estarem entre 1,36% e 12,85% do recomendado pelo NRC (12).

A diálise fez-se necessária, devido às altas concentrações de sódio na plasteína precipitada e no sobrenadante de plasteína; após a diálise, este teor diminuiu, mas continuou excedendo o recomendado pelo NRC (2,4 g de sódio ou 6 g de NaCl). O teor de zinco da plasteína precipitada chegou a suprir quase 100% para mulher adulta, contribuindo de forma expressiva para o suprimento das necessidades de homem adulto (78%), criança de 4 a 6 (48%) e de 7 a 10 anos (51%). O sobrenadante de plasteína não é boa fonte de zinco, por estar apenas entre 4% e 10% do recomendado.

Embora não seja conhecida sua biodisponibilidade, as plasteínas podem ser consideradas boas fontes de minerais, principalmente a plasteína precipitada.

Foram avaliados o Quociente de Eficiência Líquida da Proteína (NPR), a Utilização Líquida da Proteína (NPU) e a Digestibilidade (D) nos produtos obtidos, utilizando-se a caseína como padrão. Os valores médios são apresentados no Quadro 3.

A plasteína precipitada e o seu sobrenadante apresentaram NPR estatisticamente semelhante aos da caseína (Quadro 3). O NPU da primeira não diferiu estatisticamente da caseína e, quanto ao NPU de seu sobrenadante, foi inferior ao da caseína, correspondendo a 85,21% desse padrão. Não foram observadas diferenças significativas entre os valores de NPU da plasteína precipitada e de seu sobrenadante.

Os valores médios da composição aminoacídica do isolado protéico de folha de mandioca (IPFM), do isolado protéico de soja (Proteimax-90 HG), do concentrado protéico de soro ultrafiltrado (CPSU), da plasteína precipitada (PP) e do sobrenadante de plasteína (SP) estão dispostos no Quadro 4.

QUADRO 3 – Valores médios referentes ao NPR, ao NPU e à digestibilidade das dietas experimentais e da caseína

Fonte protéica da dieta	NPR ¹	NPR*	NPU ²	NPU*	D (%) ³	D(%)*
Caseína	4,03 a		63,14 a		89,64 a	
SP	3,80 a	94,30	53,80 b	85,21	81,75 b	91,20
PP	3,75 a	93,05	57,51 ab	91,08	62,99 c	70,27

Dentro de uma mesma coluna, as médias seguidas por pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

* Valores relativos à caseína.

¹ Quociente de Eficiência Líquida

² Utilização Líquida da Proteína

³ Digestibilidade

QUADRO 4 - Composição aminoacídica (mg/100 g do produto) do isolado protéico de folha de mandioca (IPFM), do isolado protéico de soja (Proteimax-90 HG), do concentrado protéico de soro ultrafiltrado (CPSU), da plasteína precipitada (PP) e do sobrenadante de plasteína (SP)

Aminoácidos	IPFM ¹	Proteimax-90 HG ²	CPSU ²	PP	SP
Triptofano	ND	ND	ND	ND	ND
Lisina	3,10	6,50	8,80	2,65	7,13
Histidina	1,14	2,74	2,02	1,06	1,76
Arginina	3,57	8,97	3,06	2,86	3,56
Ácido aspártico	5,10	12,93	11,60	6,27	13,65
Treonina	2,51	4,10	8,04	2,27	5,66
Serina	2,54	6,03	6,51	2,22	4,35
Ácido glutâmico	5,62	21,59	18,34	10,65	33,93
Prolina	3,14	5,08	6,62	3,06	10,54
Glicina	2,83	4,42	2,15	2,06	5,02
Alanina	3,15	4,40	5,93	2,27	6,10
Cistina	ND	0,98	2,42	1,22	2,54
Valina	3,96	4,77	6,44	2,91	6,26
Metionina	1,35	0,74	1,30	0,71	1,86
Isoleucina	2,42	4,72	6,10	2,61	6,81
Leucina	5,02	8,71	12,06	4,47	9,53
Tirosina	2,44	4,07	3,69	11,41	1,23
Fenilalanina	3,10	5,90	3,46	3,56	3,98

¹Valores obtidos por Pelúzio (14).

²Valores obtidos por Forato (6).

ND- não-determinado.

O sobrenadante de plasteína (SP) apresentou melhor composição aminoacídica que a plasteína precipitada (PP), com exceção da tirosina, que se apresentou superior na plasteína precipitada. Em consequência da reação de plasteína, houve melhoria na composição aminoacídica do sobrenadante de plasteína (SP), em relação aos substratos (IPFM, Proteimax-90 HG), inclusive quanto aos aminoácidos sulfurados. A plasteína precipitada mostrou-se superior nos teores de ácido aspártico, fenilalanina, ácido glutâmico e isoleucina, em relação ao IPFM; alanina, em relação ao Proteimax-90 HG; e fenilalanina, em relação ao CPSU. Houve melhoria do teor de tirosina em relação a todos os substratos. O concentrado protéico de soro ultrafiltrado (CPSU) apresentou melhor perfil aminoacídico. Os aminoácidos estão mais disponíveis nas proteínas de origem animal. As proteínas de origem vegetal são geralmente inferiores nutricionalmente, dependendo dos fatores presentes nos alimentos, por modificar positiva ou negativamente a digestibilidade das proteínas. Neste caso, o processamento parece ter melhorado as propriedades nutricionais, tendo o produto obtido mostrado resultados altamente satisfatórios (9, 16)

REFERÊNCIAS

1. AFONSO NETO, M.J. As múltiplas alternativas de uso da mandioca . Inf. Agropec., 13 (145): 1, 1987.
2. AMERICAN INSTITUTE OF NUTRITION. Ad hoc committee on standards for nutritional studies. J. Nutr., 107:1340-48, 1977.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. Washington, D.C., 1984. 1141p.
4. BALDINI, V. L. S.; CAMPOS, S. D. S. & SREBERNICH, S. M. Sabor dos alimentos: os problemas e sua modificação. Bol. ITAL, 20: 249-60, 1983.
5. BENDER, A.E. & DOELL, B.H. Biological evaluation of proteins: a new aspect. Brit. J. Nutr, 11: 140-3, 1957.
6. FORATO, A. L. S. C. Caracterização nutricional da plasteína obtida da proteína da soja e das proteínas de soro de queijo. Viçosa, UFV, 1994. 52p. (Tese de M.S.).
7. FUJIMAKI, M.; YAMASHITA, M.; ARAI, S. & KATO, H. Enzymatic modification of proteins in food stuffs. I. Enzymatic proteolysis an plastein synthesis application for preparation bland protein-like substances. Agric. Biol. Chem., 34: 1325-32, 1970.
8. IDROGO, I.H.A. Farinha desengordurada de soja e carne de frango processadas por extrusão. Viçosa, UFV, 1984. 57 p. (Tese de M.S.).
9. MARCONDES, E.; MONTEIRO, D. M. & BARBIERI, D. Desnutrição. São Paulo, Sarvier, 1976. 286 p.
10. MIRANDA, L.C.G; MENDONÇA, R. C. S. & ALBUQUERQUE, T. T. O. Síntese de plasteínas : caracterização de algumas propriedades nutricionais . Rev. Ceres , 38: 277-85, 1991.
11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Evaluation of protein quality. Washington, 1963. 74 p.
12. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Recommended dietary allowances. 10 ed. Washington, 1989. 287p.
13. PELLET, P. L. & YOUNG, V.R. Nutrition evaluation of protein foods. Washington ,

- The United Nations University, 1980. 154 p.
14. PELÚZIO, M.C.G. Caracterização nutricional da plasteína obtida da proteína da folha de mandioca e da caseína. Viçosa, UFV, 1993. 56p.(Tese de M.S.).
 15. PUSKI, G. Modification of functional properties of soy proteins by proteolytic enzyme treatment. *Cer. Chem.*, 52: 655. 1975.
 16. SGARBIERI, V.C. Alimentação e nutrição : fator de saúde e desenvolvimento . Campinas, UNICAMP, 1987.387p.
 17. SOGORB, F.S.; SANTANA, E.Q.; DAMY, S.B.; RODRIGUES, U.P. & CHAGURI, L.C.A.G. Importância da proteína para o crescimento: estudo experimental em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*). *Salusvita*, 9: 71-80, 1990.
 18. SPACKMAN, D.H. & STANFORD, M. Automatic recordings apparatus for use in the chromatography of aminoacids. *Anal. Chem.*, 307: 1190-1206, 1958.
 19. TORÚN, B.; VITERI, F.E. & YOUNG, V. R. Nutritional role of soy protein for humans. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 58: 400-6, 1981.
 20. YAMASHITA, M.; ARAI, S. & GONDA, M. Enzymatic modification of proteins in foodstuffs. II .Nutritive properties of soy plastein and its bio-utility evaluation in rats. *Agric.Biol. Chem.*, 34: 1333-7, 1970.