

## AValiação QuÍmica de Snacks Expandidos a Base de Arroz, Soja e Gergelim

MOREIRA, D. K. T. <sup>1\*</sup>; CARVALHO, C. W. P. <sup>2</sup>; BARCELOS, M. F. P. <sup>1</sup>; FERREIRA, E. B. <sup>1</sup>.  
<sup>1</sup>UFLA <sup>2</sup>Embrapa Agroindustria de Alimentos \*deborakono@hotmail.com

### INTRODUÇÃO

Estudos vêm demonstrando que a mistura, em proporções adequadas de cereais e leguminosas, apresenta efeito complementar mútuo de aminoácidos e, conforme a proporção empregada na mistura destes alimentos, pode suprir ou complementar a recomendação diária de nutrientes por causa da qualidade protéica e da excelente fonte de minerais (Giabrieri, 1987).

O arroz (*Oriza sativa*) apresenta em média 7% de proteína, onde constitui de boa fonte de ácido glutâmico e aspártico, tendo a lisina como aminoácido limitante. Apresenta-se rico em carboidratos complexo, do tipo amido e, quando extrudado, aumenta as características funcionais do amido (FAO, 2004).

As proteínas de soja, como são comuns às leguminosas, apresentam elevado teor de lisina e teor reduzido dos aminoácidos sulfurados, como a metionina e cistina. Já as proteínas dos cereais, como o arroz, apresentam esta composição de aminoácidos em situação inversa. Portanto, a combinação de leguminosas e cereais permite a complementação dos aminoácidos essenciais com melhor qualidade.

O gergelim é um alimento de alto valor nutricional, contendo elevados teores de lipídeos e proteínas. Os grãos de gergelim fornecem óleo muito rico em ácidos graxos insaturados, oleico e linoleico, além de vários constituintes secundários como sesamol, sesamina, sesamolina e gama tocoferol, que determinam sua elevada qualidade, em especial a estabilidade (Embrapa, 2006). A torta, resíduo da extração do óleo, é rica em proteínas e fibras, podendo ser destinada não só na alimentação animal como também na humana, sem quaisquer restrições. Além dos fins alimentares, seus grãos encontram diversas aplicações na indústria farmacêutica, cosmética e óleo-química (Maia et al., 1999).

A extrusão termoplástica é uma técnica que emprega o uso de alta temperatura em intervalo curto de tempo. Este processo utiliza matérias-primas ricas em amido e, sob a influência das variáveis calor, umidade, pressão e cisalhamento, transformam-nas em massa viscoelástica que emerge do extrusor. A queda súbita de pressão permite a expansão de água e, conseqüentemente, a expansão da massa amilácea. O produto intumescido tem uma estrutura celular, principalmente, formada por bolsões de ar, envoltos por paredes de amido gelatinizado, que contribui para sua textura quebradiça (Cheftel, 1986).

O consumo de produtos extrudados expandidos tem aumentado muito nos últimos anos, porque há necessidade de se obter produtos fáceis de serem consumidos, tendo em vista a falta de tempo da vida moderna. Os *snacks* são, geralmente, produtos extrudados de baixo valor nutritivo, rico em carboidratos, porém, quando se empregam matérias-

primas de alta qualidade nutricional, apresentam conteúdo considerável de proteína e fibras, podendo, ainda, ser enriquecidos com vitaminas e sais minerais.

Diante do exposto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar quimicamente *snacks* em combinações nutricionalmente adequadas de arroz e soja e com adições gradativas de gergelim nas formas de grão integral e torta.

Palavras-chave: Extrusão, complementação protéica, gergelim.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras-MG e na Embrapa, Agroindústria de Alimentos, localizada na cidade do Rio de Janeiro/RJ.

### Matérias-primas para obtenção dos extrudados expandidos

As matérias-primas, utilizadas na obtenção dos extrudados expandidos foram: arroz polido, adquirido no comércio da cidade do Rio de Janeiro/RJ, o qual foi moído em moinho de discos marca Laboratory Mill 3600 (Perten Instruments, Kungens Kurva, Suécia), para obtenção do *grits*, farinha de soja desengordurada (FDS), doada pela empresa Marsul (Montenegro/RS, Brasil), gergelim integral (GI), fornecido pela Embrapa Algodão e torta de gergelim, obtida por meio da prensagem a frio dos grãos de gergelim, com auxílio de uma extrusora tipo *expeller* CA59G OEKOTEC (IBG Monforts, Alemanha), utilizando uma matriz circular de 5mm e velocidade média, posteriormente, moída em moinho de discos Laboratory Mill 3600 (Perten Instruments, Kungens Kurva, Suécia), obtendo-se a farinha da torta de gergelim semi-desengordurada (TG) e armazenada sob refrigeração até o processamento.

### Processo de extrusão

A extrusão termoplástica foi realizada, considerando-se uma mistura fixa de 50% de proteína de arroz (*grits*) e 50% de proteína da farinha desengordurada de soja (FDS), de acordo com Hulse, Rachie e Billingsly (1977), citados por Brody (1994) adicionada de gergelim integral (GI) ou torta de gergelim (TG), em quantidades de 5, 10, 15 e 20%.

As farinhas foram pesadas e condicionadas a 12% de umidade, homogeneizadas manualmente, por aproximadamente 3 min e armazenadas em embalagens plásticas sob refrigeração (8°C), durante 24h, para melhor distribuição e absorção de água. A extrusão das farinhas foi feita em uma extrusora comercial de rosca simples da marca Imbramaq (Ribeirão Preto, SP, Brasil), modelo RX50, com capacidade de produção de 50 kg/h, com matriz circular de 4 furos de 1mm de diâmetro cada, umidade de condicionamento da amostra de 12% e rotação do parafuso 377,78 rpm. Após a extrusão, os *snacks* foram cortados, por um cortador acoplado à extrusora com

velocidade máxima, seguidos de secagem em estufa, com circulação de ar da marca Fabbe-Primar (São Paulo/SP, Brasil) por 24h em temperatura de 50°C e armazenados em embalagens plásticas até serem analisados.

### **Aminograma**

A composição qualitativa e quantitativa dos aminoácidos foi determinada por análise automática, pelo método de Spackman et al. (1958).

### **Escore químico (EQ)**

Para a verificação dos aminoácidos limitantes existentes na proteína das matérias-primas, foi realizado o escore químico de aminoácidos, conforme Pellet & Young (1980), tomando como referência o padrão teórico da FAO (1990). O valor que atendeu a 100% ou mais demonstra que os aminoácidos não são limitantes em relação ao padrão utilizado como referência.

### **Análise estatística**

Utilizou-se, neste trabalho, o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial duplo e um tratamento adicional 2x4+1, sendo duas formas de utilização de gergelim (integral e torta) e quatro proporções de gergelim (5%, 10%, 15% e 20%) e uma testemunha (0% de gergelim), fixando a quantidade de arroz e farinha de soja desengordurada (FDS) (50% de proteína do arroz: 50% de proteína da FDS), obtendo-se nove tratamentos com a realização de três repetições cada. Procedeu-se à análise de variância a 5% de probabilidade.

Quando significativo, foi analisado o contraste entre a média do tratamento adicional (testemunha) e a média do fatorial. De forma análoga, a interação do esquema fatorial foi desdobrada quando necessário. Foi adotado o teste de Tukey, a 5% de significância, para as formas de adição de gergelim e regressão para as proporções de adição de gergelim, por meio do programa SISVAR 5.2.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Aminoácidos**

A Tabela 1 apresenta a composição dos aminoácidos essenciais e não essenciais, encontrada nos *snacks* expandidos, contendo ou não gergelim, adicionado nas quantidades 5, 10, 15 e 20% e as recomendações de aminoácidos da FAO para crianças de 2 a 5 anos.

TABELA 1 Conteúdo de aminoácidos dos snacks expandidos contendo arroz, farinha desengordurada de soja (FDS) e gergelim integral (GI) ou Torta de gergelim (TG), em diferentes proporções (5, 10, 15 e 20%) e recomendações de aminoácidos da FAO para crianças de 2 a 5 anos

Aminoácido	Arroz + FDS g/100g de proteína	Quantidade de aminoácido (g/100g de proteína)								FAO* 2-5 anos
		Arroz + FSD + GI				Arroz + FSD + TG				
		5%	10%	15%	20%	5%	10%	15%	20%	
<b>Essenciais</b>										
Histidina	7,96	6,84	7,01	6,97	6,47	9,34	9,28	9,45	7,59	1,9
Treonina	3,16	2,51	2,48	2,31	2,11	3,53	3,28	3,11	2,53	3,4
Valina	4,22	3,18	3,14	3,01	2,47	4,83	4,46	4,49	3,38	3,5
Lisina	5,08	5,47	6,32	7,19	8,24	6,50	7,73	7,76	9,23	5,8
Isoleucina	5,44	4,81	4,28	4,00	3,66	4,73	4,53	4,29	3,54	2,8
Leucina	9,29	10,0	11,2	12,9	14,7	11,8	14,0	13,8	16,6	6,6
Aromáticos (Phe + Tyr)	13,24	14,7	14,2	15,4	18,3	11,9	12,9	12,6	15,0	6,3
Sulfurados (met + Cys)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	2,5
Triptofano	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	1,1
<b>Não essenciais</b>										
Asparagina	5,21	4,05	4,11	4,18	4,03	5,18	5,18	5,23	4,25	-
Serina	7,26	8,17	8,46	8,90	9,83	7,66	8,18	7,85	9,34	-
Gluteína	16,13	13,3	14,2	14,6	13,6	17,7	18,2	18,9	15,1	-
Glicina	1,79	2,04	1,93	2,10	2,42	1,64	1,72	1,62	2,02	-
Arginina	6,57	7,51	7,78	9,00	10,4	6,24	6,98	6,70	8,60	-
Alanina	11,17	12,8	13,2	15,3	17,4	10,8	12,4	12,5	15,0	-
Prolina	3,21	2,51	2,41	2,31	1,98	3,61	3,40	3,25	2,56	-

\*Recomendado para crianças na faixa etária de 2 a 5 anos (FAO, 1990).

nd – não determinado

Observa-se, na Tabela 1, que os extrudados expandidos adicionados de 20% de gergelim integral apresentaram em sua maioria teores de aminoácidos mais elevados que os *snacks* de arroz e soja. Atendem em torno de 10% das recomendações diárias da FAO para crianças de 2 a 5 anos de idade para os aminoácidos essenciais treonina, isoleucina e leucina presentes em 100g do produto. Os aminoácidos histidina, valina e os aromáticos apresentaram-se abaixo dos 10% dos valores preconizados pela FAO, salientado que os aminoácidos sulfurados e o triptofano não foram analisados neste estudo.

Conforme a Tabela 1, provavelmente, a quantidade adicionada de 10% de torta de gergelim, nas formulações para elaboração dos *snacks*, tenha atingido um valor máximo

para adequação das proteínas de arroz, FDS e TG. As adições superiores a este valor, 15 e 20%, provavelmente, interferiram na excelência da combinação proteica do casal cereal e leguminosa que foi a base das formulações analisados neste estudo.

Observa-se que a adição de 10% de TG, provavelmente, influencia a combinação de arroz e soja no produto final, salientando que, neste estudo, trabalhou-se com adição e não com substituição do gergelim.

Pela análise de variância, para os aminoácidos asparagina, serina, glutamina, prolina, valina, lisina, isoleucina e leucina, mostrou-se que a fonte de variação substrato (GI e TG) e tratamento adicional (*snacks* de arroz e soja) foram significativos. A adição de GI e TG melhorou os resultados, quando comparados com extrudados de arroz e FDS; e estes variaram, de acordo com o tipo de substrato utilizado, apresentando o substrato TG maiores médias para estes aminoácidos.

Não houve diferença entre os aminoácidos histidina, treonina e alanina, para os extrudados expandidos, contendo GI e TG, porém, quando comparados com os *snacks* de arroz e FDS (tratamento adicional) apresentaram maiores médias.

Observa-se, por meio da análise de variância para o aminoácido glicina, que a fonte de variação dose (5%, 10%, 15% e 20%) e tratamento adicional foram significativos. A análise de regressão para a fonte de variação dose apresentou o modelo linear como o melhor modelo estimado tendo coeficiente de determinação igual a 98,94%. Pode-se observar que, com o aumento do teor das doses de gergelim, o teor de glicina foi aumentando linearmente de 0,28 a 0,30g/100g nos *snacks* contendo GI e de 0,26 a 0,32g/100g nos *snacks* contendo TG.

De acordo com análise de variância para o aminoácido arginina a interação substrato\*dose e o contraste com o tratamento adicional foram significativos. A forma de gergelim (semente ou torta) e as quantidades adicionadas nos extrudados expandidos não influenciaram, isoladamente, a variável arginina e a média do tratamento adicional foi menor do que a do fatorial. A análise do desdobramento de substrato dentro de cada nível de dose mostrou que não houve diferença significativa entre as médias do substrato GI e TG para as doses 5% e 15%. Para as doses 10 e 20% houve diferença significativa entre as médias, obtendo a dose 10% maiores médias para o substrato GI e a dose 20% maiores médias para o substrato TG. Com a análise de regressão constatou-se que o melhor modelo estimado, que representou os resultados, foi o modelo reta com baixo coeficiente de determinação ( $R^2 = 58,78\%$ ), para o substrato GI. Observa-se que tanto a adição da GI quanto a adição da TG contribuíram para o aumento do aminoácido arginina dos extrudados expandidos.

Pelos resultados da análise de variância para o teor de fenilalanina dos *snacks*, obtidos de arroz e FDS adicionados de gergelim na forma de grão e torta. Nota-se que a interação substrato\*dose e o contraste com o tratamento adicional foram significativos. Essa variável não consegue ser explicada somente pela forma de gergelim adicionado ou pelo aumento das doses de gergelim e, sim, pela interação entre elas, apresentando médias diferentes entre o tratamento adicional e o fatorial. Considerando-se a análise do desdobramento do substrato, dentro de cada nível de dose, observou-se que houve somente diferença significativa entre as médias para a dose 10%.

Os resultados da análise de variância, para o aminoácido tirosina, contido nos *snacks* de arroz, soja e gergelim, mostrou que a interação não foi significativa, porém variou com adição de GI e TG. Os *snacks* contendo TG obtiveram maiores médias que os GI, de acordo com o teste de Tukey, no nível de 5% de significância. Assim, o melhor modelo estimado para representar a variação dos teores de tirosina em relação ao aumento dos níveis de gergelim foi a Reta representando 94,42%.

Com base nos resultados, verifica-se que a adição e o aumento das proporções de GI e TG resultaram num aumento nos teores de aminoácidos, quando comparados com os *snacks* de arroz e soja, obtendo-se modelos lineares, com exceção da fenilalanina que apresentou modelo cúbica.

Os aminoácidos predominantes nos dois tipos de extrudados foram o ácido glutâmico, os aromáticos, leucina e alanina. Quando analisada a composição de aminoácidos na proteína (g/100g de proteína), verifica-se uma menor concentração da maioria dos aminoácidos nos *snacks* contendo GI quando comparado com os contendo TG. Esse fato pode ser explicado pela diferença de composição, bem como suas modificações no processamento de extrusão.

O *snack* formulado com arroz e soja somente não alcançou as recomendações da FAO para o aminoácido lisina, porém, quando adicionados de GI e TG, em todas as proporções, obteve índices satisfatórios deste aminoácido. Isso mostra que a mistura das farinhas, em todas as doses, foram adequadas e a lisina não foi afetada, em nível crítico, pelo processo de extrusão.

Observa-se que o perfil de aminoácidos essenciais dos extrudados contendo 5% de TG consegue suprir as recomendações para todos os aminoácidos essenciais, recomendados pela FAO/WHO, para crianças de 2 a 5 anos de idade. Com base na dose 10%, houve uma diminuição nos níveis do aminoácido treonina, não conseguindo este suprir as recomendações.

A proteína dos extrudados expandidos, contendo GI para os aminoácidos treonina e valina, em todas as doses, não conseguiram atender as recomendações da FAO/WHO para crianças de 2 a 5 anos de idade. Por outro lado, esta proteína apresentou valores altos para os aminoácidos leucina e aromáticos (fenilalanina e tirosina), ultrapassando 51% e 134%, respectivamente, do teor recomendado.

Krüger et al. (2003) utilizaram caseinato de sódio para elaboração de biscoitos salgados tipo “*snacks*”, para melhorar a qualidade proteica desse tipo de produto. Observaram que a proteína do biscoito apresentou-se deficiente em lisina, com 80% do teor recomendado para crianças de 2 a 5 anos de idade, resultando um escore químico de aminoácidos de 0,81 tendo por base o conteúdo de lisina do padrão e um PDCAAS DE 76,3%.

## CONCLUSÃO

Os extrudados a base de arroz e soja adicionados de gergelim integral e torta de gergelim apresentaram efeito complementar significativo, aumentando os valores das proteínas nas formulações, por meio da complementação entre os aminoácidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Portaria n° 27, 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC n° 269, de 23 de setembro de 2005. Regulamento técnico referente à ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União, Brasília, 23 set. 2005.
- BRODY, T. Nutritional biochemistry. London: Academic, 1994. 658p.
- CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion cooking. **Food chemistry**, London, v. 20, n. 3, p. 263-283, 1986.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Cultivo do gergelim: composição química e usos. Brasília: Embrapa Algodão, 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS El arroz y la nutrición humana. Rome, 2004.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Protein quality evaluation. Rome, 1990
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Necesidades de energia y de proteínas. Ginebra, 1985. (Informes Técnicos).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Amino-acid content of food and biological data on proteins. Rome, 1970. (FAO Nutritional Studies, 24).
- MAIA, G. A.; CALVETE, Y. M. A.; TELLES, F. J. S.; MONTEIRO, J. C. S.; SALES, M. G. Eficiência da farinha desengordurada de gergelim como complemento protéico da farinha extrudada de caupi. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1295-1303, jul. 1999.
- GIARBIERI, V. C. Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SPACKMAN, D. H.; STEIN, W. H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 30, n. 7, p. 1190-1206, July 1958.

WILMOT, Y. M.; PHILLIPS, R. D.; HARGROVE, J. L. Protein quality evaluation of cowpea-based extrusion cooked cereal/legume weaning mixtures. *Nutrition Research*, Tarrytown, v. 21, n. 6, p. 849-857, June 2001.