AVALIAÇÃO SENSORIAL E NUTRICIONAL DE MACARRÃO SUPLEMENTADO COM CONCENTRADO PROTÉICO DE PESCADO

Neuza Maria Brunoro Costa[1], *Dilson Teixeira Coelho*[2] *e Mitsué Hironaka Bicudo*[3]

Universidade Federal de Viçosa
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

RESUMO

O presente trabalho consistiu na suplementação de macarrão com concentrado protéico de pescado (CPP), nas proporções de 5, 10, 15 e 20% em relação à farinha de trigo. O CPP foi obtido a partir de traíras *(Hoplias malabaricus)* evisceradas e desossadas, utilizando-se etanol a quente como solvente extrator de lipídeos e odores, com pH na faixa de 5.5 a 6.0. O concentrado protéico resultante apresentou características desejáveis, tais como: coloração clara; livre de sabor e odor de peixe; altos níveis de proteína (84.3 g/100g) e lisina (484 mg/gN) e baixos teores de lipídeo (0.4 g/100g) e de umidade (8.6 g/100g).

A adição de CPP ao macarrão promoveu um escurecimento no mesmo proporcional ao nível adicionado, porém, somente o nível de 20% de suplementação não foi considerado aceitável por um painel de provadores, em termos de cor e sabor.

Foram utilizados ratos Wistar recém-desmamados para avaliar a qualidade protéica do macarrão, nos diversos níveis de suplementação, comparados à caseína. Neste ensaio foram medidos PER, NPR, NPU, digestibilidade e N retido na carcaça dos animais. A qualidade protéica do macarrão foi elevada através da suplementação com CPP. A adição de 10% foi semelhante a caseína e não houve aumentos subsequentes na qualidade protéica do macarrão com adição de níveis superiores de CPP.

Manuscrito modificado recibido: 9-5-90.

1 Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil.

2 Profesor Adjunto do Departamento de Tecnologia de Alimentos, UFV.

3 Professora Adjunto do Departamento de Nutrição e Saúde da mesma Universidade.

O CPP, devido ao seu alto conteúdo em lisina, constitui uma fonte promissora na suplementação de cereais. Concluiu-se neste trabalho que o nível de 10% de CPP é o mais satisfatório para a suplementação de macarrão, sob os aspectos sensorial e nutricional.

INTRODUÇÃO

Embora a qualidade protéica dos alimentos seja tratada hoje com menos ênfase do que no período pós-guerra, sua importância, especialmente em relação ao crescimento e à lactação, não pode ser negligenciada (1). A qualidade protéica dos alimentos é da mesma forma relevante nos países do Terceiro Mundo, onde o consumo de proteínas ainda marginal (1, 2). Nestes países, a população economicamente menos favorecida se vê forçada a adquirir alimentos de mais baixo custo, principalmente os de origen vegetal, onde os cereais e leguminosas constituen a principal fonte de proteína da dieta (3). Embora a combinação cereal-leguminosa seja capaz de fornecer un aporte protéico de alto valor biológico, a quantidade e a proporção ingeridas nem sempre são adequadas. Quando a renda familiar é baixa, os cereais são consumidos em maior quantidade e a qualidade protéica da dieta pode diminuir, visto que suas proteínas apresentam limitações em alguns aminoácidos essenciais, especialmente lisina (4).

O valor protéico dos cereais pode ser incrementado pela adição do concentrado protéico de pescado (CPP) (5-7), uma fonte protéica de alto valor biológico que tem se mostrado mais efetivo na suplementação de cereais do que a adição de lisina somente por suprir todos os aminoácidos limitantes dos cereais (8, 9). A adição de CPP, no entanto, pode provocar alterações no sabor, odor e textura dos alimentos, em função do método de obtenção e do nível em que é usado, o que muitas vezes dificulta sua aceitabilidade (8, 10).

Tendo em vista tais aspectos da utilização do CPP na suplementação alimentar, foi desenvolvido no presente trabalho um CPP sem sabor e odor de peixe a partir de traíra *(Hoplias malabaricus)* para ser adicionado em diferentes percentagens à farinha de trigo, na fabricação de macarrão. Visou-se com isso determinar o nível desejável de suplementação de CPP, tendo como base as características organolépticas (cor e sabor) e a qualidade protéica do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção do CPP

Foram utilizados peixes de água doce, traíras, disponíveis no mercado da cidade de Viçosa, Minas Gerais, para a produção do concentrado protéico. Os peixes foram eviscerados e subsequentemente aquecidos por 3 minutos em água acidificada (pH 5.5 - 6.0) para facilitar a desossa e ao mesmo tempo reduzir a perda de proteínas solúveis.

A extração de lipídeos e odores se deu através do aquecimento até fervura com etanol 95%. Após 6 extrações, o material foi secado em estufa a 40°C por 3 horas e, posteriormente, moído en moinho de navalha.

Caracterização do CPP

Foi determinada a composição físico-química do CPP como se segue: a) lipídeo: extração como éter de petróleo em aparelho Soxhlet por 8 horas; b) proteína: determinação do N total segundo o método Kjeldahl, descrito por AOAC (11), modificado pela adição de peróxido de hidrogênio 30% na fase de digestão. Usou-se o fator 6.25 no cálculo da transformação de N em proteína; c) umidade: aquecimento em estufa a 105°C por 16 horas; d) cinzas: aquecimento em mufla a 600°C por 3 horas; e) composição aminoacídica: os aminoácidos foram quantificados, após hidrólise ácida do CPP, por cromatografia de troca iônica, conforme o método de Spakman e Stanford (12), em analisador de aminoácidos Beckman, Modelo 121. O triptofano foi analisado colorimetricamente, segundo o método de Opiénska-Bláuth, Charezinski e Bebec (13), após hidrólise enzimática do CPP com alcalase e tripsina, na proporção 1:1, a 37°C por 16 horas.

Avaliação Biológica da Qualidade Protéica

O ensaio biológico foi conduzido com objetivo de detectar possíveis incrementos na qualidade protéica do macarrão suplementado com diferentes níveis de CPP. Para tal, utilizaram-se 48 ratos albinos, raça Wistar, recém-desmamados, com 23 dias de idade. Os animais foram divididos em grupos de 6, de modo que a média dos pesos entre os grupos não excedesse a 5 g, conforme recomendação da AOAC (11), e foram destribuídos em gaiolas individuais, onde receberam água e alimento *ad libitum*.

Um grupo de animais recebeu dieta aprotéica e os demais dietas contendo caseína, CPP e macarrão com 0, 5, 10, 15 e 20% de CPP como fontes protéicas. A composição das dietas experimentais pode ser vista na Tabela 1. Os animais foram mantidos em suas respectivas dietas por 27 dias. Nesse período foram determinados digestibilidade, PER, NPR e NPU das dietas, assim como a percentagem de N retido na carcaça e os pesos de fígado, coração, rins e intestino dos animais.

A determinação da digestibilidade real foi possível devido ao emprego do grupo de animais em dieta aprotéica e os valores foram expressos em percentagem, conforme recomendação da "National Research Council" (14). O PER foi determinado através do método de Osborne, Mendel e Ferry, de acordo com a AOAC (11), relacionando o ganho de peso dos animais ao consumo de proteína. O NPR foi determinado no 14 dia do experimento, conforme método de Bender e Doell 1(15). Determinou-se o NPU no 27º dia do experimento, pelo método da carcaça, segundo Miller e Bendel (16). As vísceras e gordura aparente do abdomen dos animais foram retirados e as carcaças

TABELA 1

COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS (g/100 g DA MISTURA)

Ingredientes	Dietas							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Caseína (75.0)	12.0	—	—	—	—	—	—	—
CPP (84.3)	—	10.67	—	—	—	—	—	—
Macarrão (10.4)	—	—	86.96	—	—	—	—	—
Macarrão + 5% de CPP (15.5)	—	—	—	58.10	—	—	—	—
Macarrão + 10% de CPP (18.8)	—	—	—	—	48.00	—	—	—
Macarrão + 15% de CPP (21.9)	—	—	—	—	—	41.17	—	—
Macarrão + 20% de CPP (24.8)	—	—	—	—	—	—	36.29	—
Mistura vitamínica	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Mistura salina	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Oleo de soja	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Amido de milho	77.00	78.33	2.04	30.90	41.00	47.83	52.71	89.00
% Proteína	9.48	10.60	9.97	9.41	9.89	10.02	9.92	—

Os valores entre parêntesis representam as percentagens de proteína dos respectivos componentes das dietas.

foram secadas e desengorduradas para posterior determinação do teor de N retido na carcaça. Para as análises de N utilizou-se o método semi micro-Kjeldahl, com amostras em triplicata. Fígado, coração, rins e intestino dos animais foram isolados, lavados em solução salina 0.09%, congelados imediatamente e, posteriormente pesados. Os pesos de tais órgãos foram expressos em termos de g/100 g do peso corporal dos respectivos animais.

Avaliação Sensorial do Macarrão Suplementado com CPP

As amostras de macarrão contendo 0, 5, 10, 15 e 20% de CPP foram cozidas em água com óleo e sal e, posteriormente, submetidas a um painel de 21 provadores para serem avaliadas. As análises sensoriais foram efetuadas considerando-se separadamente cor e sabor das amostras, em duas repetições cada. Utilizou-se para isso uma escala hedônica de 9 pontos, onde cada conceito corresponde a uma nota: excelente = 9; muito bom = 8; bom = 7; mais que aceitável = 6; aceitável = 5; menos que aceitável = 4; desagradável = 3; ruim = 2 e péssimo = 1.

Análise Estatística

Os resultados obtidos nos testes biológico e sensorial foram submetidos a análise de variância, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CPP

Obteve-se um concentrado de cor clara, livre de odor e sabor de peixe, rico em proteína (84.3 g/100 g), lisina (484 mg/g N) e com baixos teores de lipídeo (0.4 g/100 g), umidade (8.6 g/100 g) e minerais (7.7 g/100 g). Essas características tornaram o CPP viável para a suplementação da farinha de trigo na produção de macarrão. O CPP mostrou-se deficiente nos aminoácidos valina (254 mg/g N) e metionina + cistina (198 mg/g N) quando comparado à proteína padrão FAO, 1973. Pelos dados apresentados na Tabela 2 supõe-se que as deficiências aminoacídicas da farinha de trigo possam ser suplantadas pela adição de CPP, exceto com relação ao aminoácido valina.

Avaliação Biológica da Qualidade Protéica

A suplementação elevou a qualidade protéica do macarrão, como pode ser visto pelos resultados obtidos através do PER, NPR, NPU e N retido na carcaça (Tabela 3). A adição de 5% de CPP melhorou significativamente a qualidade protéica do macarrão e os resultados obtidos com 10% de suplementação foram semelhantes aos da caseína.

TABELA 2

COMPOSIÇÃO AMINOACIDICA DO CPP, DA FARINHA DE TRIGO E DO PADRÃO, FAO, 1973

Aminoácidos	Padrão FAO, 1973 mg/g N	CPP mg/g N	Farinha de trigo mg/g N
Isoleucina	250	261	238
Leucina	440	452	419
Lisina	340	484	144
Metionina + cistina	220	198	269
Fenilalanina + tirosina	380	419	469
Treonina	250	250	175
Triptofano	60	61	94
Valina	310	254	275

Fonte: Dados de padrão FAO, 1973, citado por Pellet e Young (17).
Dados de composição aminoacídica da farinha de trigo de Kent (18).

TABELA 3

COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS REFERENTES ÃO PER, NPR, DIGESTIBILIDADE, NPU E N RETIDO NA CARÇACA

Fonte protéica da dieta	PER	NPR	Digestibilidade (%)	NPU	N retido (g)
Caseína	2.5 (± 0.18)^{a}	3.3 (± 0.57)^{ab}	91.1 (± 1.05)^{ab}	55.6 (± 1.98)^{ab}	3.4 (± 0.31)^{b}
CPP	2.6 (± 0.09)^{a}	3.8 (± 0.21)^{a}	91.4 (± 0.70)^{a}	60.9 (± 2.65)^{a}	4.3 (± 0.45)^{a}
Macarrão	1.1 (± 0.12)^{f}	0.3 (± 0.29)^{d}	84.5 (± 1.95)^{d}	22.3 (± 2.50)^{d}	1.6 (± 0.09)^{d}
Macarrão + 5% de CPP	2.0 (± 0.14)^{b}	2.2 (± 0.23)^{c}	86.2 (± 1.11)^{cd}	38.1 (± 5.63)^{c}	2.4 (± 0.25)^{c}
Macarrão + 10% de CPP	2.3 (± 0.26)^{ab}	3.0 (± 0.23)^{b}	86.4 (± 2.09)^{cd}	49.7 (± 3.16)^{b}	3.4 (± 0.41)^{b}
Macarrão + 15% de CPP	2.6 (± 0.09)^{a}	3.4 (± 0.07)^{ab}	87.9 (± 0.87)^{bc}	51.5 (± 2.91)^{b}	3.9 (± 0.22)^{ab}
Macarrão + 20% de CPP	2.4 (+ 0.26)^{a}	3.7 (± 0.42)^{a}	87.8 (± 1.36)^{c}	52.8 (± 2.46)^{b}	3.7 (± 0.23)^{ab}

As médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0.01$).

Os valores entre parênteses representam os desvios-padrão.

A adição crescente de CPP para níveis acima de 10% não causou aumento subseqüente na qualidade protéica do macarrão, em relação à caseína, como mostram os valors de PER, NPR, NPU e N retido.

Sidwell e Stillings (19) também não verificaram aumento substancial no ganho de peso e PER dos animais alimentados com dieta de biscoito tipo "cracker" suplementado com mais de 12% de CPP. Stillings, Sidwell e Hammerle (9) verificaram que a adição de 5, 10 e 15% de CPP à farinha de trigo produziu elevação no ganho de peso, PER, NPU e proteína total da carcaça e que altos níveis de CPP (20 e 25%) não produziram respostas adicionais. Quando a farinha de trigo suplementada con CPP foi utilizada na produção de pão, notou-se que os animais que consumiam dieta de pão com 10% de CPP ganharam peso tanto quanto os que receberam pão com maiores níveis de CPP. Esses autores verificaram também que o processamento reduziu a qualidade da proteína do pão suplementado con CPP, pois, comparando os mesmos níveis de CPP encontraram menor valor de PER para o pão do que para a farinha de trigo somente. No entanto, os valores de PER do macarrão com CPP obtidos no presente trabalho não foram inferiores aos encontrados por Stillings, Sidwell e Hammerle (9) para a farinha de trigo nos mesmos níveis de suplementação. Isso demonstra que, mesmo havendo perda de lisina durante a secagem do macarrão de até 22% a 45°C (20), o processamento parece não ter afetado a qualidade protéica do macarrão.

Quanto à digestibilidade, não houve melhora significativa do macarrão com adição de até 10% de CPP. O nível de 15% apresentou digestibilidade semelhante à caseína e ambos foram superiores ao macarrão sem suplementação. O baixo valor de NPU (55.6) verificado para a caseína quando comparado a dados publicados pela FAO, equivalente a 72.1 (21), pode ser devido à duração do experimento. Ou seja, no procedimento normal para determinação do NPU, pelo método da carcaça de Miller e Bender (16), o experimento tem duração de 10 dias e, segundo Campbell, citado por Mc Laughlan e Campbell (22), o NPU de proteínas de alta qualidade decresce com a duração de período de análise.

Embora o CPP tenha se mostrado deficiente em alguns aminoácidos essenciais pela análise aminoacídica, tais deficiências não foram evidenciadas no ensaio biológico, onde o CPP apresentou qualidade protéica similar à caseína, confirmando os resultados obtidos em diversos outros estudos (8, 9, 19, 23-30). Segundo Hegsted (31), a perda de proteína dos tecidos, quando existe deficiência de aminoácidos essenciais é menor do que poderia ser previsto pela análise química, porque o organismo é capaz de adaptar a algumas deficiências de aminoácido pela disminuição da sua taxa de catabolismo e o conservar para a reutilização.

Quanto aos pesos dos órgãos analisados, verificou-se (Tabela 4) que os animais alimentados com dieta de macarrão sem suplementação, apesar de menor peso no final do período experimental, apresentaram rins e coração relativamente maiores que os demais grupos. Esses resultados levam a crer que a qualidade protéica influi

TABELA 4

COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS REFERENTES AO PESO FINAL DOS ANIMAIS E DOS PESOS RELATIVOS DO FIGADO RINS, CORAÇÃO E INTESTINO DOS MESMOS

Fonte protéica da dieta	Peso final dos animais (g)	Fígado	Rins	Coração	Intestino
		(g/100g de peso corporal)			
Caseína	154.8 (± 17.8)^{ab}	4.94 (± 0.49)^{a}	0.85 (± 0.04)^{bc}	0.41 (± 0.03)^{b}	3.60 (± 0.38)^{a}
CPP	186.8 (± 21.3)^{a}	4.57 (± 0.27)^{a}	0.84 (± 0.04)^{bc}	0.40 (± 0.03)^{b}	3.13 (± 0.43)^{a}
Macarrão	82.3 (± 5.9)^{c}	4.79 (± 0.32)^{a}	1.08 (± 0.04)^{a}	0.52 (± 0.03)^{a}	3.97 (± 0.61)^{a}
Macarrão + 5% de CPP	128.8 (± 12.7)^{b}	4.46 (± 0.98)^{a}	0.94 (± 0.06)b	0.44 (± 0.02)^{b}	3.67 (± 0.49)^{a}
Maearrão + 10% de CPP	159.5 (± 23.2)^{ab}	4.35 (± 0.25)^{a}	0.87 (± 0.05)b	0.41 (± 0.01)^{b}	3.20 (± 0.23)^{a}
Macarrão + 15% de CPP	189.8 (± 10.1)^{a}	4.27 (± 0.59)^{a}	0.76 (± 0.08)c	0.40 (± 0.03)^{b}	3.02 (± 0.53)^{a}
Macarrão + 20% de CPP	169.0 (+ 19.7)^{a}	4.49 (± 0.55)^{a}	0.84 (± 0.04)bc	0.42 (± 0.05)^{b}	3.02 (± 0.32)^{a}

As médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade (P < 0.01).

Os valores entre parênteses representam os desvios-padrão.

na composição corporal dos animais. Mackay *et al.*, citado por Cahill e Owen (32), encontraram uma relação linear entre a proteína da dieta e o tamanho renal em ratos e cães, evidenciando que a carga excretória desenvolvida pelos rins é um estímulo para o seu crescimento.

Avaliação Sensorial do Macarrão Suplementado com CPP

A cor do macarrão tornou-se visivelmente mais escura com a adição crescente de CPP. No entanto, esse escurecimento não foi considerado indesejável, em relação ao padrão, até o nível de 10% de suplementação (Tabela 5). Foi verificada diferença significativa na cor do macarrão com 15 e 20% de CPP quando comparada a do padrão. Quanto ao sabor, não houve diferença significativa entre o padrão e o macarrão suplementado com até 15% de CPP. A adição de 5% de CPP foi a mais aceita pelo painel de provadores, superior, inclusive, ao padrão. Somente o macarrão suplementado com 20% de CPP obteve média inferior ao nível de aceitação.

TABELA 5

COMPARAÇÃO DAS MÉDIAS DAS NOTAS DA AVALIAÇAO SENSORIAL DO MACARRÃO SUPLEMENTADO COM CPP, QUANTO À COR E AO SABOR

Tratamento	Notas médias	
	Sabor	Cor
Macarrão	6.0 (± 1.64)[a,b]	6.9 (± 1.33)[a]
Macarrão + 5% de CPP	6.7 (± 1.23)[a]	7.0 (± 1.05)[a]
Macarrão + 10% de CPP	5.7 (± 1.29)[a,b]	6.1 (± 1.25)[a,b]
Macarrão + 15% de CPP	5.2 (± 1.70)[b]	5.2 (± 1.42)[b,c]
Macarrão + 20% de CPP	3.8 (± 1.43)[c]	3.9 (± 1.51)[c]

As médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0.01$).

Os valores entre parênteses representam os desvios-padrão.

CONCLUSÃO

O CPP obtido a partir de traíras evisceradas e desossadas apresentou características desejáveis (cor clara e sem odor de peixe), assim como um alto teor de proteína e lisina. Os baixos conteúdos de lipídeo e umidade apresentados, aliados ao poder bactericida do etanol, usado como solvente extrator, conferem ao produto maior estabilidade que o peixe fresco, podendo ser armazenado à temperatura ambiente por um largo período de tempo sem se deteriorar.

A análise de composição aminoacídica do CPP mostra que se trata

de um produto promissor na suplementação de cereais em virtude do seu alto conteúdo em lisina. Suas deficiências em aminoácidos essenciais apontadas pela análise aminoacídica não foram evidenciadas no ensaio biológico, onde o CPP apresentou qualidade protéica similar a da caseína.

A qualidade protéica do macarrão foi elevada através da suplementação com CPP, o que pode ser evidenciada pelos valores obtidos de PER, NPR, NPU e N retido na carcaça. Embora tenha havido melhora significativa na qualidade protéica do macarrão com adição de 5% de CPP, esse nível de suplementação mostrou-se inferior ao padrão de caseína. A adição de 10% de CPP foi semelhante à caseína e, acima desse nível, não houve aumentos subsequentes na qualidade protéica do macarrão.

Foi evidenciado um escurecimento gradual no macarrão suplementado com níveis crescentes de CPP. Porém, quando analisado por um painel de provadores, não foi verificada diferença significativa entre o padrão e o nível de até 15% de suplementação quanto ao sabor e o de até 10% quanto à cor. Somente o nível de 20% foi considerado rejeitado. A adição de 5% foi a mais aceita.

Pelos resultados obtidos através das análises sensorial e nutricional, o nível de 10% de CPP foi apontado como o mais promissor na suplementação de macarrão.

AGRADECIMENTO

Agradezco ao meu marido, Eduardo, pelo ápoio dado na realização deste trabalho.

SUMMARY

NUTRITIONAL AND SENSORY EVALUATION OF MACARONI SUPPLEMENTED WITH FISH PROTEIN CONCENTRATE

The present work consisted of the supplementation of macaroni with fish protein concentrate (FPC) at the levels of 5, 10, 15, and 20% in relation to wheat flour. The FPC was obtained from eviscerated and deboned trairas *(Hoplias malabaricus)*, using boiling ethanol as a solvent at a pH range of 5.5 to 6.0. The FPC showed desirable aspects such as bright color, no off-flavor, high levels of protein (84.3 g/100 g) and lysine (484 mg/g N) and low levels of fat (0.4 mg/100 g) and moisture (8.6 g/100 g).

The macaroni became slightly dark in color with increasing additions of FPC. Nevertheless, the 20% level was the only one not accepted by the testing panel, in terms of color and flavor.

Weanling Wistar rats were used in the biological assay to measure the macaroni protein quality at the different supplementation levels. Analyses of PER, NPR, NPU, digestibility and retained carcass N were carried out. The protein quality of the macaroni was improved by the addition of FPC. The level of 10% was similar to the casein and no subsequent improvement in the

protein quality was notified with higher levels of FPC.

Due to its high lysine content, the FPC is a promising supplement for cereals. From the nutritional and sensory aspects, the 10% level of FPC was the most satisfactory for macaroni supplementation.

BIBLIOGRAFIA

1. Jansen, G.R. The importance of protein quality in human nutrition. In: **Soy Protein and Human Nutrition.** New York, N.Y., Academic Press, 1979, p. 149-170.
2. Bender, A.C. Nutritional value of proteins and its assessment. In: **Food Proteins.** London, Applied Science Publishers, 1982, p. 121-131.
3. Singe, R.L.M. New source of food protein. **Proceedings of the Nutrition Society, 28:** 76-81, 1969.
4. Altschul, A.M. Food: proteins for humans. **Chemical and Engineering News, 47:** 68-81, 1969.
5. Nikkila, E.M., S.M. Constantinides & T.L. Mead. Supplementation of Arabic and Indian breads with fish protein concentrate. **J. Agric. Food Chem., 24:** 1144-1147, 1976.
6. Sidwell, V.D., B.R. Stilling & G.M. Knobl Jr. The fish protein concentrate story. 10. V.S. Bureau of Commercial Fisheries FPC's. Nutritional quality and use in foods. **Food Technol., 24:** 876-883, 1970.
7. Tamburini, A.M.M., S.M. Zucas & F.M. Lajolo. Valor biológico da proteína da farinha de trigo suplementada com concentrados protéicos de pescado (CPP) e DL-lisina. **Rev. Farm. Bioquim. Univ. São Paulo, 15:** 81-91, 1977.
8. Kvikta, E.F. & T.S. Chen. Fish protein concentrate as a protein supplement in four baked products. **Home Economics Research Journal, 11:** 159-165, 1982.
9. Stillings, B.R., V.D. Sidwell & O.A. Hammerle. Nutritive quality of wheat flour and bread supplemented with either fish protein concentrate or lysine. **Cereal Chemistry, 48:** 292-302, 1971.
10. Bass, J.L. & J.F. Caul. Laboratory evaluation of three protein sources for use in chapati flours. **J. Food Sci., 37:** 100-102, 1972.
11. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC.** 12th ed. Washington, D.C., The Association, 1975.
12. Spakman, D.H. & M. Stanford. Automatic recordings apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Anal. Chem., 307:** 1190-1206, 1958.
13. Opienska-Bláuth, J., M. Charezinski & H.A. Bebec. A new rapid method of determining tryptophan. **Anal. Biochem., 6:** 69-76, 1963.
14. NAS-NCR. National Academy of Science-National Research Council. **Evaluation of Protein Quality.** Washington, D.C., Food and Nutrition Board, 1963.
15. Bender, A.E. & B.B. Doell. Note on the determination of net protein utilization by carcass analysis. **Brit. J. Nutr., 11:** 138-143, 1957.
16. Miller, D.S. & A.F. Bender. The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. **Brit. J. Nutr., 9:** 382-388, 1955.
17. **Nutritional Evaluation of Protein Foods.** Peter L. Pellet and Vernon R. Young (Eds.). Tokyo, The United Nations University, 1980, 154 p. Food and Nutrition Bulletin Supplement 4 (United Nations University, World Hunger Programme). (WHTR-3/ UNUP-129).
18. Kent, N.L. **Technology of Cereals.** 2d ed. New York, N.Y., Pargamon Press, 1975.
19. Sidwell, V.D. & B.R. Stillings. Crackers fortified with fish protein concentrate (FPC). **J. Amer. Diet. Assoc., 61:** 276-280, 1972.

20. Dexter, J.E., R. Tkachuk & R.R. Matsuo. **Amino acid composition of spaghetti: Effect of drying conditions on total and available lysine. J. Food Sci., 49:** 225-228, 1984.
21. Food and Agriculture Organization. **Amino Acid Content of Foods and Biological Data on Protein.** Rome, 1970, 285 p. (FAO Nutritional Studies 24).
22. Mc Laughlan, J.M. & J.A. Campbell. Methodology of protein evaluation. In: **Mammalian Protein Metabolism.** New York, N.Y., Academic Press, 1969, p. 391-423.
23. Cobb III, B.F. & K. Hyder. **Development of a process for preparing a fish protein concentrate with rehydration and emulsifying capacities. J. Food Sci., 37:** 743-750, 1972.
24. Crisan, E.V. The fish protein concentrate story. 11. A demonstration program in Brazil. **Food Technol., 24:** 1132-1138, 1970.
25. Dubrow, D.L. & B.R. Stillings. Effect of heat on the chemical and nutritive stability of fish protein concentrate (FPC). **J. Food Sci., 35:** 677-680, 1970.
26. Hevia, P., F. Acevedo & S. Kaiser. Isobutanol as solvent for FPC production. **J. Food Sci., 36:** 708-709, 1971.
27. Kwee, W.H., V.D. Sidwell, R.C. Wiley & O.A. Hammerle. Quality and nutritive value of pasta made from rice, corn, soya, and tapioca enriched with fish protein concentrate. **Cereal Chemistry, 46:** 78-84, 1969.
28. Munro, I.C., A.B. Morrison & M. Myer. Fish protein concentrate as a supplement to cereal diets. **J. Amer. Diet. Assoc., 54:** 398-400, 1969.
29. Sen, D.P., T.S. Sayanarayana Rao, S.B. Kadkol, M.A. Krishnaswamy, S. Venkatga Rao & N.L. Lahiry. Fish protein concentrate from Bombay-Duck *(Harpoden nehereus)* fish: Effect of processing variables on the nutritional and organoleptic qualities. **Food Technol., 23:** 683-688, 1969.
30. Woo, H.C. & A.M. Erdman. Fish protein concentrate enrichment of noodles. **J. Home Econom., 63:** 263-265, 1971.
31. Hegsted, D.M. Assessment of protein quality. In: NAS-NRC - National Academy of Science - National Research Council. **Improvement of Protein Nutriture.** Washington, D.C., Food and Nutrition Board, 1974, Chapter 4, p. 64-88.
32. Cahill Jr., G.F. & O.E. Owen. The role of the kidney in the regulation of protein metabolism. In: **Mammalian Protein Metabolism.** New York, N.Y., Academic Press, 1970, p. 559-585.