

Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos

Mônica Regina da Silva Scapim^{1*}, Emílio Gomide Loures², Horácio Rostagno³, Paulo Roberto Cecon⁴ e Carlos Alberto Scapim⁵

¹Coordenação de Alimentos, Centro Federal de Educação Tecnológica, Rodovia BR 369, km 0,5, C.P. 271, 87301-005, Campo Mourão, Paraná, Brasil. ²Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ³Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ⁴Departamento de Informática, Universidade Federal de Viçosa, Av. P.H. Rolfs, s/n, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ⁵Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: msilva@cm.cefetpr.br

RESUMO. Com o objetivo de determinar o melhor processamento térmico para farinhas de penas e de sangue para frangos de corte, foram utilizados os seguintes tratamentos: (T1) cozimento inicial das penas por 30min a 4kgf/cm², secagem por 75min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 75min a 180°C; (T2) cozimento inicial das penas por 40min a 4kgf/cm², secagem por 90min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 90min; (T3) cozimento inicial das penas por 50min a 4kgf/cm², secagem por 105min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 105min; e (T4) cozimento inicial das penas por 60min a 4kgf/cm², secagem por 120min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 120min. O maior conteúdo energético e os maiores coeficientes de digestibilidade para os aminoácidos foram obtidos com a farinha 1. Foi possível concluir que o tratamento T1 foi o mais adequado para processar a farinha de penas e de sangue.

Palavras-chave: tratamento térmico, farinha de penas, farinha de sangue.

ABSTRACT. Thermal treatment and nutritional evaluation of feather and blood meal. With the aim to determine the best processing method to obtain a meal from feathers and blood the following treatments were evaluated: (T1) initial cooking of the feathers for 30 minutes at 4kgf/cm², drying for 75 minutes at 180°C, addition of 20% pre-cooked blood, and drying for another 75 minutes at 180°C; (T2) initial cooking of the feathers for 40 minutes at 4kgf/cm², drying for 90 minutes at 180°C, addition of 20% pre-cooked blood, and additional drying for 90 minutes; (T3) initial cooking of the feathers for 50 minutes at 4kgf/cm², drying for 105 minutes at 180°C, addition of 20% pre-cooked blood, and additional drying for 105 minutes; (T4) initial cooking of the feathers for 60 minutes at 4kgf/cm², drying for 120 minutes at 180°C, addition of 20% pre-cooked blood, and additional drying for 120 minutes. The highest energy content and the highest coefficients of digestibility for the aminoacids were obtained with the meal 1. It was possible to conclude that treatment 1 was the most appropriate to process the feather and blood meal.

Key words: thermal treatment, feather meal, blood meal.

Introdução

Nos últimos anos, o Brasil apresentou desenvolvimento significativo na avicultura, notadamente na produção de frangos de corte. Em decorrência da expansão desse setor, verificou-se expressivo aumento na demanda de matérias-primas para produção de ração, ao passo que foi observado crescente aumento na produção de resíduos, das partes não-comestíveis das aves, representados por penas, vísceras abdominais, sangue e carcaças condenadas (Moura *et al.*, 1994).

A utilização desses subprodutos como fonte alternativa de proteína para rações, além de reduzir os custos da ração, aumenta o lucro dos abatedouros avícolas e evita também a poluição ambiental, que poderia ser causada caso esses resíduos fossem jogados no meio ambiente.

A farinha de penas contém alto teor de proteína bruta, mas de 85% a 90% dessa proteína é a queratina, que, em virtude da sua estrutura e da grande quantidade de aminoácidos sulfurosos, possui baixa solubilidade e alta resistência à ação de

enzimas, devendo então ser hidrolisada, a fim de ser metabolizada por animais.

A farinha de sangue é proveniente da dessecação do sangue fresco das aves abatidas. Além de apresentar alto conteúdo protéico, é também rica em lisina, aminoácido limitante em rações para aves.

Vários trabalhos, principalmente, no exterior, utilizando diferentes métodos de processamento, têm sido conduzidos por Sullivan e Stephenson (1957), Naber *et al.* (1961), Morris e Balloun (1973a), Wessels (1972), Burgos *et al.* (1974), Baker *et al.* (1981), Fialho *et al.* (1984), Papadopoulos *et al.* (1985), Latshaw (1990), Han e Parsons (1991) e Williams *et al.* (1991), no intuito de definir os parâmetros ótimos para processamento de farinhas de penas e farinhas de sangue e, conseqüentemente, o efeito desses processamentos sobre o valor nutritivo dessas farinhas.

Em virtude das poucas informações existentes na literatura nacional a respeito do processamento e valor nutritivo das farinhas de penas e de sangue, o presente trabalho teve como objetivos colocar à disposição da indústria dados para a produção adequada de farinhas de penas e de sangue e avaliar o valor nutritivo dessas farinhas processadas diferentemente para frangos de corte.

Material e métodos

Composição química das farinhas (análises *in vitro*)

As farinhas de penas e de sangue (FPS) foram processadas na seção de subprodutos do “Abatedouro Pif Paf S.A.”, localizado em Visconde do Rio Branco, MG, nos meses de abril a junho de 1996. O digestor utilizado para a produção das FPS foi do tipo cilíndrico, marca Thor, ano de fabricação 1993, com camisa de vapor, montado horizontalmente, provido de equipamento de controle de pressão, válvula de segurança e purgador. O pré-cozimento do sangue foi realizado em cozedor, marca Thor, ano de fabricação 1993, por injeção direta de vapor à pressão de 2kgf/cm² durante 2 minutos.

Foram testados os seguintes tratamentos para processar as farinhas de penas e sangue:

1. cozimento inicial das penas por 30min a 4kgf/cm², secagem por 75min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 75min a 180°C;
2. cozimento inicial das penas por 40min a 4kgf/cm², secagem por 90min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 90min a 180°C;
3. cozimento inicial das penas por 50min a 4kgf/cm², secagem por 105min a 180°C,

adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 105min a 180°C.

4. farinha de penas e de sangue comercializada pela indústria (testemunha). Essa farinha foi processada da seguinte forma: cozimento inicial das penas por 60min a 4kgf/cm², secagem por 120min a 180°C, adição de 20% de sangue pré-cozido e secagem por 120min a 180°C.

Após o processamento, as FPS foram submetidas à secagem final em um secador de anel, marca Thor, ano de fabricação 1993.

Todas as farinhas de penas e de sangue foram analisadas quanto a teor bruto de proteína, digestibilidade da proteína em pepsina, determinação da composição aminoacídica, teor de cinzas (cálcio e fósforo) e umidade. As análises foram conduzidas em duplicata com três repetições.

A partir do teor de nitrogênio de cada farinha, determinado segundo o Método Kjeldahl (Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985), calculou-se o teor bruto de proteína das amostras, empregando o fator 6,25. A digestibilidade da proteína em pepsina de cada amostra foi determinada de acordo com AOAC (1984). A determinação de cinzas ou matéria mineral de cada amostra foi realizada de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). A determinação de fósforo inorgânico foi realizada pela análise espectrofotométrica na região do visível (Silva, 1990). O teor de cálcio foi determinado pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica (Ferreira e Gomes, 1995). O teor de umidade das amostras foi realizado em estufa a 105°C, repetindo-se as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante (as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985). A determinação do teor de aminoácidos das amostras foi realizada por cromatografia de troca iônica no Laboratório da Nutris, em Quatro Barras - PR.

Análise “*in vivo*”

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no setor de Avicultura. Neste experimento, foram determinados os coeficientes de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido e os valores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) das amostras.

Foi utilizado o método de alimentação forçada, também conhecido como método de alimentação precisa (Sibbald, 1976), com galos adultos, cecectomizados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos

(quatro farinhas), seis repetições, sendo um galo por unidade experimental e seis galos em jejum, somando um total de 30 galos. Os dados obtidos com galos em jejum (56 horas) foram utilizados para as correções correspondentes às excreções basais e endógenas/metabólicas. Os galos adultos Leghorne pesavam em média $2.520 \pm 180\text{g}$ e foram alojados em gaiolas individuais (baterias frias). Os animais foram adaptados por um período de cinco dias, recebendo alimentação em dois turnos, pela manhã e à tarde, por uma hora e meia, visando à dilatação do papo. Foram mantidos em jejum por um período de 24 horas, para tornar vazios seus tratos digestivos, sendo em seguida forçados a consumir uma quantidade de 30g de FPS, introduzido dentro do papo por meio de um funil colocado via esôfago. Foram fornecidos 15g de farinha pela manhã e os outros 15 g à tarde, para evitar regurgitações.

A coleta total de fezes foi feita em intervalos de aproximadamente oito horas, sendo duas coletas diárias, em bandejas revestidas com plásticos, acondicionadas sob o piso das gaiolas de cada galo, por um período de 56 horas após o fornecimento da primeira fração da farinha. O material recolhido diariamente foi armazenado em frascos de vidro com tampas e colocados em congelador (-10°C), para posterior descongelamento, pesagem, homogeneização e liofilização. As repetições de cada tratamento, após serem liofilizadas individualmente, foram agrupadas três a três.

As análises de energia bruta das FPS e das excretas dos galos foram realizadas em bomba calorimétrica, de acordo com a metodologia citada por Silva (1990), no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia. As análises do teor de nitrogênio das excretas foram conduzidas de acordo com o método Kjeldahl (Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985), no Laboratório do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Os valores de EMA, EMAn, EMV e EMVn de cada FPS foram determinados pelas fórmulas:

$$\text{EMA} = \text{Ebi} - (\text{EBex} / \text{CONS})$$

$$\text{EMAn} = \text{EMA} - 8,22 [\text{Ni} - (\text{Nex} - \text{Nen}^{(1)})] / \text{CONS}$$

$$\text{EMV} = \text{Ebi} - (\text{EBex} - \text{Ebexj}) / \text{CONS}$$

$$\text{EMVn} = \text{EMV} - 8,22 [\text{Ni} - (\text{Nex} - \text{Nen}^{(1)})] / \text{CONS}$$

em que

Ebi = energia bruta da farinha x CONS;

EBex = energia bruta da excreta x peso da excreta (MS);

CONS = consumo de farinha (30g)(MS);

Ni = teor de nitrogênio da farinha x CONS;

Nex = teor de nitrogênio da excreta x peso da excreta (MS);

$\text{Nen}^{(1)}$ = teor de nitrogênio da excreta x peso da excreta (MS); e

$\text{Ebexj}^{(1)}$ = energia bruta da excreta x peso da excreta; (MS) = matéria seca;

(1) Dados obtidos com galos em jejum.

As análises dos aminoácidos das FPS e das excretas foram realizadas por cromatografia de troca iônica, no Laboratório da Nutris, em Quatro Barras, Estado do Paraná.

Conhecendo as quantidades de aminoácidos ingeridas e as excretadas, referentes a cada FPS por galo, foi possível, por meio de cálculos, utilizando-se a fração endógena obtida com galos em jejum, determinar o coeficiente de digestibilidade verdadeira de cada aminoácido, empregando a fórmula proposta por Rostagno e Featherston (1977). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

O teor bruto de proteína das farinhas analisadas (Tabela 1) foi bem próximo aos citados por Rostagno *et al.* (1983), Albino *et al.* (1992a, b) e Maffi (1995), que obtiveram esses resultados em farinhas comerciais de penas e de sangue. De acordo com McCasland e Richardson (1966), o teor bruto de proteína fornece poucas informações a respeito da qualidade protéica do alimento, sendo necessário determinar a composição e a digestibilidade dos aminoácidos presentes no alimento.

Os valores médios do teor de cinzas das farinhas não diferiram significativamente para os tratamentos 1, 2 e 3, enquanto o tratamento 4 diferiu deles (Tabela 1). Esses valores estão de acordo com a faixa de 1,50 a 4,00%, citada por Maffi (1995), sendo eles superiores àqueles encontrados por Albino *et al.* (1992 a, b).

As farinhas não apresentaram diferenças significativas para os teores médios de fósforo e cálcio (Tabela 1). Os resultados obtidos foram ligeiramente superiores àqueles citados por Albino *et al.* (1992a, b) e Pupa (1995) e semelhantes aos teores citados por Fialho *et al.* (1984).

Maffi (1995) relata valores de 0,14% a 0,40% e 0,17% a 0,40% para os teores de cálcio e fósforo, respectivamente. Segundo Wisman *et al.* (1958), Fialho *et al.* (1984) e Albino *et al.* (1992a, b), a variação na composição das farinhas de subproduto de origem animal é decorrente da falta de padronização das matérias-primas dessas farinhas, o que pode explicar, assim, a diferença entre os resultados obtidos no presente trabalho e os citados na literatura consultada.

Tabela 1. Valores médios para teores de umidade, cinzas, cálcio, fósforo, proteína e digestibilidade da proteína bruta em pepsina 0,2% para farinhas de penas e de sangue processadas no Abatedouro Pif-Paf S.A., em Visconde do Rio Branco, Estado de Minas Gerais, 1996

Tratamentos	Umidade (%)	Cinzas (%)	Cálcio (%)	Fósforo (%)	Proteína (%)	Digestibilidade ⁽¹⁾ (%)
Farinha 1	12,61 a	2,35 a	0,34 a	0,34 a	80,66 a	58,93 b
Farinha 2	12,52 a b	2,26 a	0,33 a	0,34 a	80,97 a	59,32 a b
Farinha 3	12,33 b c	2,31 a	0,33 a	0,34 a	80,67 a	61,09 a
Farinha 4	12,23 c	2,14 b	0,33 a	0,33 a	80,59 a	60,51 a b
C.V. (%)	1,18	3,28	2,81	2,45	0,65	2,07

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si em nível de 5 % de probabilidade, pelo teste Tukey; (1) Digestibilidade da proteína em pepsina 0,2 %

Os teores de umidade das farinhas de penas e de sangue apresentaram diferenças significativas entre as médias dos tratamentos. Entretanto, não houve diferenças entre as médias dos tratamentos 1 e 2, 2 e 3, 3 e 4 (Tabela 1). Como o coeficiente de variação foi baixo (1,18%), indicando alta precisão experimental, diferenças foram apontadas.

Segundo Rostagno *et al.* (1983), os teores de umidade para farinha de penas e farinha de sangue foram de 5,80 e 10,80%, respectivamente. Os teores encontrados no presente estudo, além de serem superiores aos citados por tais autores, são relativamente altos, podendo favorecer o crescimento de microrganismos nas farinhas. Isso pode ter ocorrido por causa de alguma perda na eficiência do secador, pois, conforme especificações do equipamento, ao final da secagem o produto deveria ter, em média, 8% a 10% de umidade.

Os teores médios de digestibilidade da proteína em pepsina 0,2% nas farinhas de penas e de sangue encontram-se no Tabela 1. Os resultados obtidos foram inferiores aos citados por Maffi (1995) e semelhantes aos obtidos por Pupa (1995). Os valores obtidos no presente trabalho não puderam ser comparados aos obtidos por outros autores, uma vez que trabalhos com o mesmo objetivo não foram encontrados na literatura consultada. De acordo com o Ministério da Agricultura (1989), a farinha de penas e a farinha de sangue devem ter, respectivamente, o mínimo de 65% e 85% de digestibilidade da proteína em pepsina, e a farinha de penas, o máximo de 75%.

Segundo Moran Júnior *et al.* (1968), o processamento, sob pressão, de materiais queratinosos *in natura* resultou na emissão de grandes quantidades de compostos sulfurosos voláteis e grande aumento na digestibilidade em pepsina, de 13% no material *in natura* para 73% no material processado. Esses autores afirmam também que a emissão de compostos sulfurosos foi consequência da destruição das pontes de enxofre pelo aquecimento, com a provável destruição da cistina.

Entretanto, materiais queratinosos como as penas apresentam alto teor de cistina, que é, em parte, responsável pela baixa digestibilidade dessas

substâncias, quando não processadas. O aquecimento resulta na separação das ligações de enxofre da cistina, permitindo que a proteína seja metabolizada por monogástricos (Moran Júnior *et al.*, 1966; Leme *et al.*, 1979).

O aumento nos tempos de processamento melhorou a digestibilidade da proteína em pepsina das farinhas, mas, do ponto de vista nutricional, as variações foram pequenas e pouco conclusivas a respeito da qualidade das farinhas de penas e de sangue.

No que tange à digestibilidade da proteína em pepsina como parâmetro de qualidade, Latshaw (1990) afirmou que as farinhas de penas com alto teor de digestibilidade da proteína em pepsina podem apresentar baixo valor nutritivo. Conforme esse autor, o aumento do tempo e/ou da pressão de processamento pode, ao mesmo tempo, aumentar a digestibilidade da proteína em pepsina e afetar negativamente a digestibilidade de alguns aminoácidos.

A composição dos aminoácidos das farinhas analisadas (Tabela 2) apresentou variações, quando comparada aos valores citados por Pupa (1995) e Albino *et al.* (1992a, b). Os aminoácidos isoleucina e fenilalanina foram os que apresentaram as maiores variações.

De acordo com Albino *et al.* (1992a, b), essas variações devem-se a diferentes técnicas de processamento a que as farinhas são submetidas e/ou à falta de padronização dos subprodutos de origem animal usados como matérias-primas para essas farinhas.

Segundo Pupa (1995), a utilização de valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros é mais adequada do que a de aminoácidos totais, na formulação de rações para frangos de corte com fontes protéicas alternativas.

Podem ser verificados na Tabela 3 os resultados referentes aos coeficientes médios de digestibilidade dos aminoácidos das farinhas analisadas. Houve grandes variações nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos entre as farinhas, comprovando assim que a diferença nos tempos de processamento influenciou a digestibilidade verdadeira dos aminoácidos.

Tabela 2. Valores para aminoácidos totais para farinha de penas e de sangue, em porcentagem na matéria natural, processada no Abatedouro Pif-Paf S.A., em Visconde do Rio Branco, Estado de Minas Gerais, 1996

Aminoácidos essenciais	Tratamentos			
	Farinha 1	Farinha 2	Farinha 3	Farinha 4
Lisina	1,98	2,64	2,53	2,48
Metionina	0,56	0,71	0,60	0,82
Treonina	3,49	3,84	3,86	4,02
Arginina	5,60	5,60	5,46	4,85
Fenilalanina	3,89	3,96	3,93	4,07
Histidina	0,74	1,16	1,21	1,13
Isoleucina	3,79	3,80	3,68	3,82
Leucina	6,77	7,06	7,06	7,31
Valina	5,97	6,15	5,76	6,02
Aminoácidos não-essenciais				
Cistina	3,69	3,72	3,57	3,74
Tirosina	2,16	1,85	2,09	2,27
Serina	8,02	8,06	8,18	8,43
Ácido Aspártico	5,33	6,94	6,92	6,86
Ácido Glutâmico	8,73	9,10	9,04	9,30
Glicina	6,15	6,05	5,97	6,23
Alanina	4,15	4,49	4,49	4,49

Para os coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos valina, metionina, isoleucina, leucina e histidina, não houve evidência de alteração com o aumento nos tempos de processamento das farinhas. Entretanto, a digestibilidade dos demais aminoácidos foi influenciada pelas diferenças entre os tempos de processamento, sendo os coeficientes da cistina e tirosina os mais afetados. O maior coeficiente de digestibilidade foi apresentado pela isoleucina na farinha 1, ao passo que o ácido aspártico na farinha 4 apresentou o menor coeficiente.

O ácido glutâmico foi o único aminoácido cujo valor do coeficiente de digestibilidade não foi coerente com a diferença entre as médias dos tratamentos, pois entre as médias dos coeficientes das farinhas 1 e 3 não houve significância estatística, e a farinha 2 apresentou menor coeficiente que a 3.

O coeficiente de digestibilidade da lisina para farinha 1 foi semelhante ao obtido por Albino *et al.* (1992a), e as demais farinhas apresentaram, em média, valores 18% menores que os encontrados por esses autores. Os resultados mais próximos dos encontrados pelos mesmos autores foram obtidos com a farinha 1. Os aminoácidos isoleucina, fenilalanina, valina, leucina, arginina, metionina, histidina e treonina apresentaram coeficientes de digestibilidade inferiores aos enunciados por tais autores, para todas as farinhas analisadas.

As farinhas analisadas apresentaram coeficientes de digestibilidade superiores aos citados por Pupa (1995) para os aminoácidos essenciais arginina, isoleucina, metionina e valina. Entretanto, os coeficientes da lisina nas farinhas 3 e 4 foram inferiores aos citados pelo mesmo autor.

A influência do tempo de processamento na digestibilidade dos aminoácidos foi observada por

Naber *et al.* (1961) e Papadopoulos *et al.* (1985). Segundo esses autores, o tratamento térmico altera a estrutura das proteínas e favorece diferentes tipos de ligações entre proteínas e substâncias como gorduras e carboidratos presentes nas farinhas, e essas novas ligações químicas podem comprometer a disponibilidade dos aminoácidos.

Gregory *et al.* (1956) contestaram a influência do processamento sobre conteúdo de aminoácidos da farinha de pena e observaram que os aminoácidos eram relativamente estáveis durante o processamento da farinha, com exceção de arginina, fenilalanina, alanina, isoleucina e cistina, dentre os quais a cistina foi o aminoácido que apresentou a maior perda. Contudo, esses autores não estudaram se a disponibilidade biológica desses aminoácidos era afetada.

Naber *et al.* (1961), estudando a disponibilidade dos aminoácidos da farinha de penas processadas sob pressão, afirmaram que os métodos de processamento causaram variações significativas no valor nutritivo das farinhas de penas. O cozimento, embora aumentasse a disponibilidade de alguns aminoácidos, destruía outros, particularmente os instáveis, sob o efeito do calor.

Sob o mesmo aspecto, Moran Júnior e Summers (1968) analisaram a composição aminoacídica de penas *in natura* e processadas e afirmaram que o cozimento aumentava a concentração de glicina; entretanto, as concentrações de cistina, histidina, lisina e tirosina decresciam.

Ao comparar a disponibilidade de aminoácidos em farinha de penas, farinha de peixe e farelo de soja, para aves em crescimento, Smith (1968) concluiu que a disponibilidade de aminoácidos da farinha de penas era inferior às demais, e que o baixo

valor nutritivo desta poderia ser consequência da baixa disponibilidade dos aminoácidos histidina (0,0%) e lisina (5,3%).

Resultados bem diferentes foram citados por Burgos *et al.* (1974), que obtiveram valores médios de disponibilidade de aminoácidos para farinha de penas entre 93 e 94,73%. Esses mesmos autores concluíram que a disponibilidade biológica dos aminoácidos foi decorrente do tipo de processamento e que há condições de processamento específicas para cada subproduto.

Nesse mesmo contexto, Papadopoulos *et al.* (1985) afirmaram que o tempo de processamento era o parâmetro que mais influenciava a disponibilidade dos aminoácidos da farinha de penas. Esses autores concluíram que o nível de inclusão da farinha de penas na dieta para aves deve ter como base a digestibilidade individual dos aminoácidos e também que o aumento no tempo de autoclavagem e a adição de compostos químicos para hidrólise das penas podem causar efeito negativo na digestibilidade dos aminoácidos.

Segundo Abé (1981), o baixo valor biológico da proteína da farinha de penas ficou mais evidenciado quando se compararam coeficientes de cada aminoácido da farinha de penas com os da dieta-referência à base de milho e soja e com a disponibilidade dos aminoácidos do milho comum. Para todos os aminoácidos, verificou-se melhor aproveitamento dos aminoácidos da dieta-referência e maior disponibilidade dos aminoácidos do milho comum.

Há poucas informações na literatura a respeito da influência do processamento sobre a disponibilidade biológica dos aminoácidos e da farinha de penas e de sangue. Ainda há controvérsias sobre esse aspecto, tornando-se necessária a realização de mais pesquisas.

Os teores de energia bruta (EB), energia metabolizável aparente (EMA), aparente corrigida (EMAn), verdadeira (EMV) e verdadeira corrigida (EMVn) das farinhas de penas e de sangue encontram-se no Tabela 4.

Foram constatadas diferenças significativas entre todos os tratamentos para os teores de energia. A farinha 4 foi a que apresentou os menores valores para EMA, EMAn, EMV e EMVn, enquanto a farinha 1 mostrou ser a mais energética das quatro.

Todos os valores médios obtidos para EMA, EMAn e EMV são inferiores aos de Albino *et al.* (1992b), que foram, aproximadamente, de 2.400, 2.510 e 3.060 kcal/kg, respectivamente. Entretanto, os valores médios de EMVn, para os tratamentos 1 e 2,

3 e 4, foram, respectivamente, superiores e inferiores ao citado pelos mesmos autores, aproximadamente, de 2.690 kcal/kg.

Na literatura consultada, foram encontrados valores de energia metabolizável (EM) para farinha de penas e farinha de sangue, quando processadas separadamente. No entanto, Rostagno *et al.* (1983) obtiveram valores de EM equivalentes a 2.183 e 1.857 kcal/kg, para farinha de pena e farinha de sangue, respectivamente. Resultados superiores foram citados por Albino *et al.* (1986), 3.370 a 3.490 kcal/kg de EM, para farinha de sangue.

Os teores médios de energia bruta (EB), encontrados para as farinhas 1 e 2, foram superiores ao citado por Albino *et al.* (1992b), embora as farinhas 3 e 4 apresentassem teores inferiores. Outros trabalhos com o mesmo objetivo não foram encontrados na literatura consultada, ao passo que são melhores conhecidos os teores de EB para farinha de penas e farinha de sangue, processadas separadamente. No entanto, Sibbald *et al.* (1962) afirmam que, embora a farinha de penas apresentasse conteúdo em EB de 5.220 kcal/kg, desse total, apenas 19% eram metabolizáveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Wray *et al.* (1980), que obtiveram teor de EB de 5.102 kcal/kg para farinha de penas.

No presente estudo, foi observado que os valores de EM decresceram com o aumento no tempo de processamento. Resultados contrários foram encontrados por Albino *et al.* (1983). Esses autores não encontraram diferenças significativas entre os valores de EM e EMn, determinados com frangos aos 21 e 42 dias de idade, pelo teste Tukey ($p > 0,05$). A análise de regressão desses valores em função do tempo de cozimento para cada pressão também não apresentou efeito significativo ($p > 0,05$). É importante ressaltar que os tempos de processamento utilizados por esses autores foram de 30, 45, 60, 75, 90 e 105 minutos e 30, 60, 75 e 105 minutos, para as pressões 1,0 e 3,5 kgf/cm², respectivamente. Entretanto, no presente trabalho, foram utilizados tempos de processamento mais longos, e os incrementos nesses tempos foram superiores aos usados naquele trabalho. Talvez esse fato tenha sido decisivo para a diferença encontrada entre os resultados obtidos e os citados por tais autores.

Pesquisando o uso de pêlo de suíno como proteína alternativa, Moran Júnior e Summers (1968) observaram que o tratamento por 30 minutos a 148°C sob pressão de 3,0 kgf/cm² proporcionou grande aumento no teor de EM para aves em crescimento.

Tabela 4. Valores médios para teores de energia bruta, metabolizável verdadeira, verdadeira corrigida, aparente e aparente corrigida, na matéria natural, para farinhas de penas e sangue processadas no Abatedouro Pif- Paf S.A., em Visconde do Rio Branco, Estado de Minas Gerais, 1996

Tratamentos	EB (kcal/kg)	EMV (kcal/kg)	EMVn (kcal/kg)	EMA (kcal/kg)	EMAn (kcal/kg)
Farinha 1	4593,00 a	2956,24 a	2917,91 a	2277,34 a	2240,29 a
Farinha 2	4470,50 a	2819,21 b	2779,02 b	2143,59 b	2103,40 b
Farinha 3	4189,50 a	2474,16 c	2433,17 c	1800,08 c	1759,10 c
Farinha 4	4185,50 a	2244,05 d	2206,08 d	1572,01 d	1534,04 d
C.V. (%)	-	1,85	1,81	3,14	2,96

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey

Liu *et al.* (1989), em experimento com perus, afirmam que o aumento na disponibilidade dos aminoácidos foi acompanhado pelo aumento da energia metabolizável verdadeira, para farinhas de penas e farinhas de sangue. A inter-relação entre a disponibilidade de aminoácidos e a energia metabolizável verdadeira pode ser explicada pelo alto conteúdo protéico contido nesses ingredientes, ou seja, a fonte primária de energia dessas farinhas é oriunda da digestibilidade dos aminoácidos contidos nelas.

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram os citados por tais autores, pois a farinha 1 apresentou o maior conteúdo energético e os maiores coeficientes de digestibilidade de aminoácidos.

Referências

- ABÉ, P.T. *Avaliação energética e nutritiva da farinha de pena e sua utilização na alimentação de frangos de corte e poedeiras*. 1981. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1981.
- ALBINO, L.F.T. *et al.* Efeito do processamento de farinha de penas hidrolizadas sobre os valores energéticos e de disponibilidade de triptofano determinados com frangos de corte. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AVICULTURA, 1., 1983, Balneário Camboriú. *Anais...* Balneário Camboriú: SBZ, 1983. p. 327-341.
- ALBINO, L.F.T. *et al.* Energia metabolizável e composição química de alguns alimentos para frangos de corte. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.15, p.185-192, 1986.
- ALBINO, L.F.T. *et al.* Determinação dos valores de aminoácidos metabolizáveis e proteína digestível de alimentos para aves. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.21, p.1059-1068, 1992a.
- ALBINO, L.F.T. *et al.* Determinação dos valores de energia metabolizável aparente e verdadeira de alguns alimentos para aves, usando diferentes métodos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.21, p.1047-58, 1992b.
- AOAC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 14. ed. Virginia, 1984.
- BAKER, D.H. *et al.* Protein aminoacid evaluation of steam - processed feather meal. *Poult. Sci.*, Savoy, v.60, p.1865-1872, 1981.
- BURGOS, A. *et al.* The aminoacid content and availability of different samples of poultry by-product meal, and feather meal. *Poult. Sci.*, Savoy, v.53, p.198-203, 1974.
- FERREIRA, J.R.; GOMES, J.C. *Gerenciamento de laboratórios de análises químicas*. Viçosa: Editora Folha de Viçosa, 1995.
- FIALHO, E.T. *et al.* Influência do processamento das farinhas de penas sobre valores protéicos e energéticos para suínos. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.19, p.229-236, 1984.
- GREGORY, B.R. *et al.* Studies on the aminoacid and vitamin composition of feather meal. *Poult. Sci.*, Savoy, v.35, p.234-235, 1956.
- HAN, Y.; PARSONS, C.M. Protein and aminoacid quality of feather meals. *Poult. Sci.*, Savoy, v.70, p.812-822, 1991.
- LATSHAW J.D. Quality of feather meal as affected by feather processing conditions. *Poult. Sci.*, Savoy, v.69, p.953-958, 1990.
- LEME, P.R. *et al.* Utilização de metionina e farelo hidrolizado de penas por novilhos alimentados com volumoso de baixa qualidade. *Boletim Indústria Animal*, v.36, p.9-22, 1979.
- LIU, J.K. *et al.* Nutritional evaluation of blood meal and feather meal for turkeys. *Poult. Sci.*, Savoy, v.68, p.1513-1518, 1989.
- MAFFI G.L. Graxarias e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. *Anais...* 1995. p.191-201.
- MCCASLAND, W.M.E., RICHARDSON, L.R.. Methods for determining the nutritive value of feather meals. *Poult. Sci.*, Savoy, v. 45, p. 1231-1235, 1966.
- MORAN JUNIOR, E.T.; SUMMERS J.D. Keratins as sources of protein for the growing chick. 4. Processing of tannery by-product cattle hair into a nutritionally available high protein meal, metabolizable energy, aminoacid composition and utilization in practical diets by the chick. *Poult. Sci.*, Savoy, v.47, p.570-575, 1968.
- MORAN JÚNIOR, E.T. *et al.* Keratins as a source of protein for the growing chick. 1. Aminoacid imbalance as the cause for inferior performance of feather meal and the implication of disulfide bonding in raw feathers as the reason for poor digestibility. *Poult. Sci.*, Savoy, v.45, p.1257-1266, 1966.

- MORRIS, W.C.; BALLOUN, S.L. Effect of processing methods on the utilization of hydrolyzed feather meal by boilers chicks. *Poult. Sci.*, Savoy, v.52, p.858-866, 1973a.
- MOURA, C.C. et al. Farinha de penas e sangue em rações para suínos em crescimento. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.23, p.633-641, 1994.
- NABER, E.C. et al. Effect of processing methods and aminoacid supplementation on dietary utilization of feather meal protein by chicks. *Poult. Sci.*, Savoy, v.40, p.1234-1245, 1961.
- NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 3. ed. São Paulo: O Instituto, 1985.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA-PADRÕES OFICIAIS DE MATÉRIAS PRIMAS DESTINADAS À ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Brasília, D.F., 1989.
- PAPADOPOULOS, M.C. et al. Effect of different processing conditions on aminoacid digestibility of feather meal determined by chicken assay. *Ministério da Agricultura*, v.64, p.1729-1741, 1985.
- PUPA, J.M.R. *Ração para frangos de corte formuladas com valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros determinados com galos cecectomizados*. 1995. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- ROSTAGNO, H.S.; FEATHERSTON, W.R. Estudos de métodos para a determinação de disponibilidade de aminoácidos em pintos. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 6, p. 64-76. 1977.
- ROSTAGNO, H.S. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos*. (Tabelas Brasileiras). Viçosa: 1983.
- SIBBALD, I.R. A bioassay for metabolizable energy in feedingstuffs. *Poult. Sci.*, Savoy, v.55, p.303-308, 1976.
- SIBBALD, I.R. et al. The utilization of hydrolyzed feather meal by growing chicks. *Poult. Sci.*, Savoy, v.41, p. 844-849, 1962.
- SILVA, D.J. *Análise de alimentos* (métodos químicos e biológicos). 2. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SMITH, R.E. Assessment of the availability of aminoacids in fish meal, soybean meal and feather meal by chick growth assay. *Poult. Sci.*, Savoy, v.47, p.1624-1630, 1968.
- SULLIVAN, T.W.; STEPHENSON, E.L. Effect of processing methods on the utilization of hydrolyzed feather poultry by growing chicks. *Poult. Sci.*, Savoy, v.36, p.361-365, 1957.
- WESSELS, J.P.H. A study of the protein quality of different feather meals. *Poult. Sci.*, Savoy, v.51, p.537-541, 1972.
- WILLIAMS, C.M. et al. Evaluation of a bacterial feather fermentation product, feather lysate, as a feed protein. *Poult. Sci.*, Savoy, v.70, p.85-94, 1991.
- WISMAN, E.L. et al. Utilization of poultry by-products in poultry rations. *Poult. Sci.*, Savoy, v.37, p. 834-838, 1958.
- WRAY, M.I. et al. Effect of soybean, feather and hair meal protein on dry matter, energy and nitrogen utilization by growing steers. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.50, p.581-589, 1980.

Received on April 10, 2002.

Accepted on May 27, 2003.