

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DE ALIMENTOS ISOLADOS E MISTURADOS

(Physico-chemical properties of the neutral-detergent fiber from isolated and combined feeds)

WARPECHOWSKI, M.B.¹; CIOCCA, M.L.S.²

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná;

²Médica Veterinária, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO – As propriedades de capacidade de troca catiônica (CTC), acidez titulável (AT) e capacidade de hidratação (CH) foram determinadas na fibra em detergente neutro de amostras de milho (M), farelo de soja (FS), palha de trigo (PT), de 0,65M+0,35FS (MFS) e de MFS diluída com 7,5, 15, 22,5 e 30% de PT. As determinações foram realizadas em experimento de laboratório com seis replicatas por material estudado. Os valores observados para as três propriedades foram decrescentes para FS, M e PT, não diferindo entre M e PT para CH. Na avaliação da fibra das misturas de ingredientes, a diluição de MFS com PT afetou de forma linear a AT, quadrática a CH e cúbica a CTC. Apenas a medida AT demonstrou aditividade, mostrando-se uma medida potencialmente útil para a predição da capacidade tamponante da fibra de alimentos compostos a partir da sua determinação em alimentos isolados.

Palavras-chave: capacidade tamponante, capacidade de troca catiônica, capacidade de hidratação, fibra em detergente neutro, aditividade.

ABSTRACT – The neutral detergent fiber properties of cation-exchange capacity (CTC), titrable acidity (AT) and water-holding capacity (CH) from the maize (M), soybean meal (FS), wheat straw (PT), 0.65M+0.35FS (MFS) and MFS diluted with 7.5, 15, 22.5 and 30 % PT were evaluated. The determinations were performed in laboratory trials using six replicates from the studied material. The observed values for the three evaluated measures decreased from FS to M and PT, but there was no difference between M and PT for CH. The effect of the dilution of MFS with PT was linear for AT, quadratic for CH and cubic for the CTC. Only the AT showed additivity, showing to be a potentially useful measure to predict the buffering capacity in the fiber of composed feeds from its determination in the isolated feeds.

Key-words: buffering capacity, cation-exchange capacity, water-holding capacity, neutral detergent fiber, additivity.

Introdução

As propriedades físico-químicas dos alimentos, como a capacidade de troca catiônica (CTC), a acidez titulável (AT) e a capacidade de hidratação (CH) podem afetar os processos gastrintestinais e não podem ser estimadas apenas pela determinação das frações químicas. Estas propriedades são mais importantes na fibra da dieta, pois esta fração pode resistir até o final do trato gastrintestinal (VAN SOEST, 1994). As propriedades físico-químicas da fibra de um grande número de alimentos têm sido estudadas, porém, poucos dados são disponíveis sobre dietas compostas ou alimentos misturados. WARPECHOWSKI (1996) observou que a diluição de uma dieta para recria de matrizes com 15 e 30 % de palha de trigo aparentemente afetou de forma linear a AT da fibra em detergente neutro. Entretanto, o mesmo não ocorreu com a CTC e a CH, sugerindo que estas propriedades não sejam aditivas.

O objetivo deste trabalho foi testar a aditividade de algumas medidas de propriedades físico-químicas da fibra em detergente neutro de milho, farelo de soja e palha de trigo.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). O material experimental foi fibra em detergente neutro de milho (M), farelo de soja tostado (FS), palha de trigo (PT), da mistura de 65 % M + 35 % FS (MFS), e da MFS diluída com 7,5, 15, 22,5 e 30 % de PT. As preparações de fibra em detergente neutro foram feitas conforme técnica adotada por McBURNEY *et al.* (1983), utilizando-se alfa-amilase termo-estável (SIGMAA3306) na solução de detergente neutro para os materiais que continham o milho, conforme indicação de VAN SOEST *et al.* (1991). A filtração dos resíduos foi feita utilizando tela de nylon com abertura de 130 ± 3 µm (ESTAL MONO 45HD).

As preparações de fibra foram secas a 60 °C e moídas com peneira de 1 mm. As determinações de

matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e fibra bruta (FB) foram feitas conforme técnicas do AOAC (1975) e as determinações de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina conforme GOERING e VAN SOEST (1970). A determinação de fibra em detergente neutro (FDN) foi feita de acordo com VAN SOEST *et al.* (1991), utilizando alfa-amilase termo-estável (SIGMAA3306) na solução de detergente neutro para os materiais que continham o milho. Nas preparações de fibra em detergente neutro (FDN) foram determinadas a capacidade de troca catiônica (CTC) e a capacidade tamponante medida através da acidez titulável (AT), conforme técnicas descritas por McBURNEY *et al.* (1983), e a CH conforme McCONNELL *et al.* (1974). Utilizou-se o delineamento blocos casualizados com seis repetições por tratamento, considerando-se a corrida laboratorial como bloco. A CTC foi determinada em três corridas e a AT e a CH foram determinadas em 6 corridas. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Também foi realizada análise de regressão polinomial para as misturas contendo de zero (MFS) a 30 % de palha de trigo.

Resultados e Discussão

A composição química dos materiais experimentais é apresentada na TABELA 1. A palha de trigo apresentou frações de fibra muito superiores ao milho e à soja, de forma que, nos materiais misturados, todas as frações de fibra aumentaram com o aumento no nível de palha de trigo. O teor de FDN na preparação de fibra do milho (TABELA 2) foi menor que a encontrada por McBURNEY *et al.* (1986), de 94,7 %. Para o restante das preparações, a recuperação de FDN ficou dentro da variação registrada na literatura para diversos materiais, com valores superiores a 88 % (McBURNEY *et al.*, 1986; WARPECHOWSKI e CIOCCA, 1995; WARPECHOWSKI, 1996).

A fibra do FS apresentou significativamente os maiores valores para todas as propriedades estudadas, enquanto que a fibra da PT, ao contrário, apresentou constantemente os menores valores (TABELA 2). A fibra do M apresentou, em relação aos materiais isolados, valores intermediários para a CTC e a AT, mas, quanto à CH, não diferiu significativamente da palha de trigo.

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS MATERIAIS EXPERIMENTAIS.

	Milho	Farelo de soja	PT ¹	MFS ²	MFS + 7,5 % PT ³	MFS + 15 % PT ³	MFS + 22,5 % PT ³	MFS + 30 % PT ³
MS %	87,49	88,38	89,06	87,80	87,90	87,99	88,09	88,18
Em % da MS								
Cinzas	1,42	6,95	5,06	3,32	3,42	3,67	3,82	3,94
PB	7,88	44,23	5,08	ND ⁴	ND ⁴	ND ⁴	ND ⁴	ND ⁴
FB	1,85	7,22	49,03	ND ⁴	ND ⁴	ND ⁴	ND ⁴	ND ⁴
FDN	25,70	20,65	86,89	24,74	30,81	36,46	41,10	45,82
FDA	7,27	11,40	60,45	8,31	13,05	18,11	20,38	25,75
lignina	1,50	0,56	9,12	1,01	2,18	2,78	3,67	4,60
hemicel.	18,43	9,25	26,44	16,43	17,76	18,35	20,73	20,07
celulose	5,77	10,84	51,33	7,30	10,88	15,33	16,71	21,15

¹PT, palha de trigo; ²MFS, mistura com 65% milho e 35% farelo de soja; ³MFS diluída com PT na proporção indicada; ⁴ND = Não determinado; Proteína Bruta (PB); Fibra Bruta (FB); Fibra em Detergente Neutro (FDN); Fibra em Detergente Ácido (FDA).

A fibra das misturas, em geral para todas as medidas avaliadas, apresentou valores intermediários entre o FS e os outros dois ingredientes. A diluição de MFS com PT provocou variações significativas nas propriedades físico-químicas da fibra, especialmente para CTC, em que o efeito foi cúbico ($R^2 = 0,99$, $P < 0,01$) e para a CH, em que houve grande variação de valores, com efeito parcialmente explicado por um polinômio quadrático ($R^2 = 0,42$, $P < 0,05$). Pode-se observar na TABELA 2 que foram observados valores mais altos de CH para as misturas com palha que para MFS e para

PT isolada. Para a AT, porém, a variação foi menor, resultando em diminuição linear consistente desta medida com o aumento no nível de palha de trigo ($R^2 = 0,96$, $P < 0,05$). A titulação direta da fibra com HCl durante a determinação da AT pode destruir estruturas complexas sensíveis ao pH (VAN SOEST *et al.*, 1991), de forma que possíveis interações que interfiram nas propriedades físico-químicas podem não ser detectadas. O mesmo não ocorre com a CH e a CTC, que são determinações estáticas e pontuais, registrando a atividade físico-química num dado instante e/ou situação estrutural.

TABELA 2 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALORES MÉDIOS DE CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC), CAPACIDADE DE HIDRATAÇÃO (CH) E ACIDEZ TITULÁVEL (AT) DAS PREPARAÇÕES DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DOS MATERIAIS EXPERIMENTAIS.

Material	MS (%)	FDN (%)	CH (g H ₂ O/g)	CTC (mmol H ⁺ /100 g)	AT (mmol H ⁺ /100 g)
Milho	94,95	78,37	6,0 ± 1,1 d	195,8 ± 20,5 d	106,6 ± 11,5 b
Far. Soja	91,45	88,03	11,1 ± 1,1 a	309,0 ± 20,6 a	144,6 ± 9,3 a
PT ¹	93,33	99,20	5,8 ± 0,8 d	143,7 ± 14,5 e	84,6 ± 1,7 c
MFS ²	90,06	91,56	7,1 ± 1,0 cd	229,9 ± 11,6 b	111,7 ± 9,6 b
7,5 % PT ³	92,53	95,18	7,1 ± 0,9 cd	215,0 ± 10,1 bcd	108,5 ± 9,6 b
15 % PT ³	92,13	94,44	9,3 ± 1,1 b	220,4 ± 28,9 bc	107,7 ± 7,9 b
22,5 % PT ³	92,10	94,57	7,8 ± 0,5 bc	225,3 ± 17,2 bc	103,0 ± 3,8 b
30 % PT ³	92,75	96,55	8,1 ± 0,5 bc	206,3 ± 20,6 cd	100,0 ± 8,5 bc

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey (P < 0,05).

¹PT, palha de trigo; ²MFS, mistura com 65% milho e 35% farelo de soja; ³MFS diluída com PT na proporção indicada.

A correlação entre as três medidas foi alta e positiva (TABELA 3), entretanto, esse resultado deve ser avaliado com precaução devido à presença de dois pontos com valores extremos em

cada medida, altos para o farelo de soja e baixos para a palha de trigo, o que minimiza o efeito da variação dos pontos intermediários nesta análise.

TABELA 3 – CORRELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE CAPACIDADE DE TROCA CATIÔNICA (CTC), CAPACIDADE DE HIDRATAÇÃO (CH) E ACIDEZ TITULÁVEL (AT) DAS PREPARAÇÕES DE FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DOS MATERIAIS EXPERIMENTAIS.

Medidas	r	Probabilidade
CTC x AT	0,963	<0,001
CTC x CH	0,862	0,006
AT x CH	0,795	0,018

Os resultados obtidos sugerem que algum tipo de interação macromolecular possa ocorrer entre as fibras de alguns materiais quando combinados em níveis específicos, confirmando o observado em trabalho anterior em que foi utilizada dieta comercial diluída com a mesma palha (WARPECHOWSKI, 1996). Para um dado tamanho de partícula, a CTC e a CH da fibra insolúvel são dependentes da presença e disponibilidade de grupamentos químicos funcionais, o que por sua vez depende da composição e das interações entre as macromoléculas da mesma (VAN SOEST, 1994). O tipo de fibra e a proporção de cada componente na mistura parecem ser fatores determinantes nestas interações.

Conclusões

As medidas utilizadas das capacidades de troca catiônica e de hidratação da fibra em detergente neutro dos materiais estudados, não demonstraram aditividade com a metodologia utilizada, e a interação entre ingredientes em materiais mistos parece depender da proporção entre os ingredientes na mistura.

A acidez titulável dos materiais misturados foi afetada linearmente pela a diluição com palha, demonstrando ser uma medida potencialmente aditiva da capacidade tamponante da fibra de alimentos.

Referências

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 12. ed., 1094p. 1975.
- GOERING, H. G.; VAN SOEST, P. J. **Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications)**. Washington, Agricultural Research Service. 20p. 1970. (Agriculture Handbook, 379)
- McBURNEY, M. I.; ALLEN, M. S.; VAN SOEST, P. J. Praseodymium and cooper cation-exchange capacities of neutral-detergent fibres relative to composition and fermentation kinetics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.37, p.666-672. 1986.
- McBURNEY, M. I.; VAN SOEST, P. J.; CHASE, L. E. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral-detergent fibres. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.34, p.910-916. 1983.
- McCONNELL, A. A.; EASTWOOD, M. A.; MITCHELL, W. D. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.25, p.1457-1464. 1974.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca, Cornell University Press. 476p. 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597. 1991.

WARPECHOWSKI, M. B.; CIOCCA, M. L. S. Propriedades físico-químicas da fibra em detergente neutro de diferentes palhas de trigo. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 3, p. 38-41, 2005.

WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de matrizes machos de linhagem de corte intactos, cecectomizados e fistulados no íleo terminal**. Porto Alegre, RS. 117p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

Recebido para publicação: 03/01/2006
Aprovado: 30/05/2006