

# EFEITO DA FORMULAÇÃO DE DUAS DIETAS DE RATOS, TENDO FARELO DE TRIGO COMO FONTE DE FIBRA DIETARIA, SOBRE ALGUNS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E NUTRICIONAIS<sup>1</sup>

*Célia da Fátima Barbosa<sup>2</sup> e Lieselotte Jokl<sup>3</sup>*

Universidade Federal de Minas Gerais  
Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil

## RESUMO

O tipo de formulação da dieta foi considerado no estudo dos efeitos do farelo de trigo sobre alguns parâmetros obtidos em ensaio biológico, por 28 dias. Ratos machos Holtzman, recém-desmamados, foram divididos em três grupos. Dois grupos foram alimentados à vontade com dietas contendo 25% de farelo, preparadas de duas maneiras: balanceada (FB) e convencional (FC). Na primeira, a fonte de fibra foi adicionada às expensas de todos os ingredientes enquanto que na segunda, apenas do amido. Ao grupo controle ofereceu-se a dieta sem farelo à vontade.

Um maior ganho em peso no grupo FB e um coeficiente de utilização protéica (CUP) menor para o grupo FC foram constatados quando comparados com os outros grupos. Os pesos das fezes, do ceco e do conteúdo do ceco foram significativamente maiores nos grupos teste. A atividade média da fosfatase alcalina da mucosa do jejuno foi inferior no grupo FB em relação aos outros dois. No soro, as atividades desta enzima foram significativamente superiores nos grupos FB e FC. O nível de colesterol sérico foi ligeiramente inferior no grupo que recebeu a dieta balanceada que naquele que ingeriu a dieta convencional. Assim, alguns parâmetros, como o ganho em peso, CUP, atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal e o nível de colesterol sérico sofreram influência do tipo de formulação da dieta.

Contudo, destes resultados não se pode obter uma resposta conclusiva quanto à formulação mais adequada das dietas, quando se utiliza o farelo de trigo como fonte de fibra.

---

Manuscrito modificado recebido: 2-6-86.

- 1 Este trabalho foi parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Foi extraído da tese de C. F. Barbosa, apresentada ao Departamento de Bioquímica e Imunologia/ICB/UFMG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.
- 2 Mestre. Técnica da Fundação Ezequiel Dias – Belo Horizonte – MG.
- 3 Atualmente Professor Titular da Faculdade de Farmácia/UFMG – Departamento de Alimentos. Av. Olegário Maciel, 2360 – Belo Horizonte – MG – 30.180 – Brasil (Endereço para pedido de separatas).

## INTRODUÇÃO

Muitos artigos têm sido publicados nos últimos vinte anos sobre fibra na alimentação e sua relação com as chamadas doenças ocidentais, principalmente as do trato gastrointestinal, e, conseqüentemente, sobre parâmetros biológicos. Parte dos trabalhos de pesquisa têm sido realizados com animais de laboratório, principalmente ratos. Uma revisão extensiva a este respeito mostrou que o modelo experimental variava grandemente de pesquisador para pesquisador, mesmo quando o mesmo assunto era estudado. Isto, provavelmente, é uma conseqüência, não apenas da grande variedade de fontes de fibra encontradas no alimento, mas também do próprio tipo da mesma: pura, como celulosa, ou complexa, como farelo de trigo. Por isso, algumas vezes, é muito difícil comparar e discutir os resultados obtidos em um experimento com aqueles publicados na literatura. Há, portanto, a necessidade de se estabelecer alguns procedimentos padrões para o ensaio biológico, começando pela formulação da dieta.

O processo usual de formulação de dietas consiste em introduzir a fonte de fibra às expensas de uma quantidade equivalente de fonte de carboidrato digerível (dieta convencional). Este método tem a vantagem de manter constante as porcentagens dos vários nutrientes na dieta, mas difere da dieta controle (sem a fonte de fibra) na quantidade de fibra, no valor energético (kcal/g) e na quantidade de cada nutriente por unidade de energia (g/kcal). Poucos trabalhos (1-4) relacionam algumas das diferenças observadas nos resultados com a formulação das dietas. Nestas, a fonte de fibra, geralmente celulose, também pode ser adicionada às expensas de todos os outros ingredientes da dieta, constituindo o tipo balanceado, correspondendo a um método de diluição.

Diversos parâmetros podem ser utilizados para avaliar os efeitos da inclusão de fibra na dieta: hipertrofia do ceco e volume fecal, atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal e sérica e o nível de colesterol sanguíneo. Há grandes similaridades anatômicas e funcionais entre o intestino do homem e de animais de laboratório. Assim, estudos realizados nestes últimos poderiam contribuir grandemente para o entendimento da organização da função e hipertrofia intestinal decorrente da ingestão de fibra (5-7).

O objetivo deste trabalho foi estudar e comparar os efeitos da inclusão de 25% de farelo de trigo na dieta de ratos em crescimento empregando os modelos de dietas já sugeridos: balanceada e convencional. Além dos parâmetros mencionados acima estudou-se, também, alguns relacionados com a avaliação nutricional da proteína.

## MATERIAL E METODOS

### *Material e sua Análise*

A composição do farelo de trigo e da caseína, obtidos comercialmente, foi determinada através de métodos convencionais (8). O teor de fibra dietária no farelo de trigo foi dosado seqüencialmente: a) fração hidrossolúvel — que também contem pectina (9), b) fibra detergente neutra (FDN) e fibra detergente ácida (FDA), que correspondem, respectiva-

mente, à fração insolúvel da fibra e à ligninocelulose (10, 11), e c) lignina em FDA (12).

### *Dietas*

As dietas experimentais foram preparadas segundo Bright-See *et al.* (1) com ligeira modificação (Tabela 1). O farelo de trigo (25<sup>o</sup>/o) foi adicionado ao invés de celulose, de acordo com um dos dois métodos: a) convencional: substituindo uma quantidade equivalente de maizena; b) balanceada: substituindo 25<sup>o</sup>/o de todos os outros ingredientes da dieta. Uma dieta controle sem farelo de trigo, também foi preparada.

Os teores de proteína, carboidrato e gordura, bem como a densidade de nutrientes (g/100 kcal) nas dietas, são apresentados na Tabela 2.

### *Ensaio Biológico*

Ratos Holtzman, machos, recém-desmamados, foram distribuídos individualmente em gaiolas suspensas numa sala com temperatura e luz controladas. Foram divididos, ao acaso, em três grupos (sete ratos/grupo) e mantidos por 28 dias, com ingestão de dieta e água à vontade, de acordo com o seguinte esquema de alimentação, respectivamente: a) com dieta controle; b) com dieta convencional e c) com dieta balanceada.

Os controles do ganho de peso e ingestão de alimento foram realizados semanalmente, e calcularam-se: a) a eficiência da conversão alimentar – total de alimento consumido/ganho em peso; b) o coeficiente de utilização protéica – ganho em peso/ingestão de proteína. Nas fezes, coletadas durante a terceira semana do experimento, determinaram-se o peso e os teores de água e de nitrogênio (8). Após 28 dias de experiência, os animais foram sacrificados e o intestino delgado foi removido para coleta da mucosa de jejuno superior (13), onde se determinou a atividade da fosfatase alcalina (14). O ceco também foi retirado para determinação do seu peso e peso de seu conteúdo (15). No soro coletado dosaram-se a atividade da fosfatase alcalina (14) e colesterol (16).

### *Análise Estatística*

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com três tratamentos e sete repetições cada um. As médias foram comparadas entre si pelo teste *t* de Student, ao nível de 5<sup>o</sup>/o, através do uso da diferença mínima significativa, DMS (17).

## RESULTADOS

Tanto a composição centesimal como o da fibra dietaria do farelo de trigo utilizado no experimento encontram-se na Tabela 3. Nela, considera-se como fibra bruta o resíduo do alimento vegetal resultante da extração sucessiva com ácido e alcali diluído e é constituído, em sua maior parte, de celulose. Por outro lado, entende-se por fibra dietária todos os componentes da parede celular de vegetais que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas do homem, principalmente hemicelulose, celulose e

TABELA 1

## COMPOSIÇÃO DAS DIETAS (g/kg)

Ingredientes	Controle	Convencional <sup>a</sup>	Balanceada <sup>b</sup>
Caseína <sup>c</sup>	240	240	180
Oleo de soja	200	200	150
Mistura salina <sup>d</sup>	40	40	30
Mistura vitamínica <sup>d</sup>	20	20	15
Maizena	500	250	375
Farelo de trigo <sup>e</sup>	—	250	250

a Farelo de trigo adicionado às custas da maizena.

b Farelo de trigo adicionado às custas de todos os outros ingredientes da dieta.

c Comercial (8.79<sup>o</sup>/o de umidade, 58.72<sup>o</sup>/o de proteína, 4.51<sup>o</sup>/o de extrato etéreo, 0.04<sup>o</sup>/o de cinzas e 27.94<sup>o</sup>/o de extrato não nitrogenado).

d AOAC (8).

e Contem 35.5<sup>o</sup>/o de fibra dietária (ver Tabela 3).

TABELA 2

## TEORES DE PROTEÍNA, CARBOIDRATO E GORDURA NAS DIETAS

	Controle		Convencional		Balanceada	
	g/100 g	g/100 kcal	g/100 g	g/100 kcal	g/100 g	g/100 kcal
Proteína	14	3.1	18	4.2	14	3.6
Carboidrato	51	11.3	36	8.6	45	11.4
Gordura	21	4.7	23	5.4	18	4.8
Energia total metabolizável (kcal/g dieta)	4.5		4.2		4.0	

lignina.

Os resultados de todos os parâmetros estudados, obtidos para os grupos de ratos alimentados com as diferentes dietas, à vontade, são apresentados na Tabela 4.

## DISCUSSÃO

Os efeitos fisiológicos da fibra dietária parecem depender de sua fonte e composição, já que é um material altamente variável e difere grandemente em suas propriedades físicas e nutricionais. Por isso, determinou-se a composição do farelo de trigo empregado neste trabalho, visto que o mesmo foi obtido no comércio e não se constitui unicamente de fibra. Os resultados obtidos para a composição centesimal e fibra dietária, bem como suas frações, no farelo de trigo (Tabela 3) são semelhan-

TABELA 3

COMPOSIÇÃO DO FARELO DE TRIGO  
(g/100 g amostra)

<b>A Composição centesimal</b>	
Umidade	11.90
Proteína (N x 6.25)	14.26
Extrato etéreo	6.50
Cinzas	5.00
Fibra bruta	5.36
Extrato não nitrogenado	56.98
<b>B Fibra dietária e suas frações</b>	
Fração solúvel <sup>a</sup>	33.79
FDN <sup>b</sup> (hemicelulose + ligninocelulose)	35.50
FDA <sup>b</sup> (ligninocelulose)	10.19
Hemicelulose	25.31
Celulose	8.75
Lignina	1.44

a A fração solúvel contém pectina, proteína solúvel, amido e minerais.

b FDN = Fibra detergente neutra; FDA = fibra detergente ácida.

tes aos encontrados na literatura (18-21).

A inclusão do farelo de trigo à dieta, de forma balanceada (diluição), reduziu o teor de energia metabolizável de 4.55 kcal/g (dieta controle) para 3.97 kcal/g, assim como o teor de gordura, de 21 para 17<sup>o</sup>/o (Tabela 2). Tais fatos, possivelmente, acarretaram a ingestão de alimento mais elevada e, conseqüentemente, de calorias, pelos animais daquele grupo. O maior ganho em peso verificado nos animais do grupo que recebeu a dieta balanceada, em relação aos outros, seria um reflexo da maior ingestão calórica, como um todo, por estes animais (Tabela 4). Isto pode ser confirmado por uma correlação altamente significativa ( $r = 0.93$ ,  $p \leq 0.05$ ) entre a ingestão de energia e o ganho em peso. Um ganho de peso mais elevado também foi verificado (3) em ratos em crescimento alimentados com dieta contendo 20<sup>o</sup>/o de farelo de trigo (inclusão por diluição). Entretanto, ratos jovens ingerindo dieta com 17<sup>o</sup>/o de farelo de trigo, incluídos da forma convencional, apresentaram ganhos de peso, após cinco semanas, maiores que aqueles sob dieta controle, sem fibra; embora após nove semanas, os ganhos de peso fossem equivalentes entre estes dois grupos (22), que apresentaram sempre a mesma ingestão de alimento. Tal fato também pode ser observado no trabalho. Por outro lado, a presença ou não da fonte de fibra na dieta não alterou a eficiência da conversão do alimento. Entretanto, os animais que receberam a dieta convencional apresentaram um coeficiente de utilização protéica (Tabela 4) cerca de 22<sup>o</sup>/o inferior aos observados para os grupos de dieta controle ou balanceada; embora a ingestão protéica tenha sido igual para os grupos recebendo dietas convencional ou balanceada. Isto já havia sido observado com a inclusão de celulose à dieta (2), enquanto que a adição de 17<sup>o</sup>/o de

TABELA 4

RESULTADOS ENCONTRADOS PARA OS PARÂMETROS ESTUDADOS  
NO ENSAIO BIOLÓGICO, TRATO GASTROINTESTINAL E SORO<sup>a</sup>

Parâmetros estudados	Controle	Convencional	Balanceada	DMS <sup>b</sup>
<i>Ensaio biológico</i>				
Ingestão de alimento (g)	257	283	338	32
Ingestão de proteína (g)	36	50	48	5
Ingestão de carboidrato (g)	132	103	153	14
Ingestão de gordura (g)	55	65	60	7
Ingestão calórica (kcal)	1171	1198	1341	136
Ganho em peso (g)	119	130	158	20
Conversão alimentar	2.16	2.20	2.14	0.15
CUP modificado <sup>c</sup>	3.30	2.59	3.33	0.19
Digestibilidade aparente	92	86	87	2
<i>Trato gastrointestinal</i>				
Peso das fezes (g)	2.94	10.45	11.34	1.96
Centeúdo de água nas fezes (g)	0.35	0.93	0.99	0.26
Peso do ceco (mg/100 g peso corporal)	269	340	347	38
Peso do conteúdo do ceco (g)	1.48	2.55	2.53	0.52
Fosfatase alcalina na mucosa de jejuno (U/g mucosa) <sup>d</sup>	26.0	31.9	13.5	6.6
<i>Soro</i>				
Fosfatase alcalina (U/100 ml) <sup>d</sup>	7.2	10.7	12.4	1.9
Colesterol (mg/100 ml)	114	118	96	15

a Valores médios obtidos de sete animais por grupo, durante ou após 28 dias (Ver Material e Métodos).

b DMS = Diferença mínima significativa. Duas médias são estatisticament diferentes ao nível de 5<sup>o</sup>/o, quando a diferença entre elas fora  $\geq$  DMS.

c CUP = Coeficiente de utilização protéica.

d U = Unidade. Uma unidades corresponde à quantidade de enzima capaz de hidrolisar um micromol de timolftaleína monofosfato, por minuto, a 37<sup>o</sup>C.

farelo de trigo à dieta, na forma convencional, não alterou este coeficiente (22). Entretanto, a adição de 5, 10 e 20<sup>o</sup>/o de farelo de trigo à dieta, na forma balanceada, acarretou uma redução progressiva no coeficiente de utilização protéica (3). Cumpram ressaltar que, em todos estes trabalhos, os níveis protéicos das dietas foram de 9 a 10<sup>o</sup>/o, inferiores, portanto, ao do presente trabalho (Tabela 2). Constatou-se porém, que a inclusão de farelo de trigo à dieta reduziu significativamente a digestibilidade da proteína, o que já foi observado em outros experimentos (3,23). No en-

tanto este parâmetro independe do tipo de formulação da dieta.

Um aumento do peso das fezes é uma resposta quase invariável ao maior consumo de fibra, principalmente do farelo de trigo. Esse maior peso fecal se deve tanto a um aumento na matéria sólida quanto ao conteúdo de água nas fezes, como foi observado no presente trabalho (Tabela 4), e cujos resultados são confirmados tanto para homens (24,25) como para ratos (26,27). Esta fonte de fibra é bastante resistente à fermentação no intestino grosso, carretando ainda uma substancial quantidade de água ligada à fibra (28). Devido a este importante efeito, o farelo de trigo tem sido utilizado nos casos de constipação intestinal por produzir fezes mais macias.

Pode-se também verificar que a inclusão da fonte de fibra na dieta acarretou um aumento do peso do ceco fresco (Tabela 4), possivelmente devido à hipertrofia ocasionada pela ingestão deste componente volumoso (29). A ingestão de dieta com 20% de farelo de trigo levou a um aumento na massa da mucosa do ceco e cólon, devido a uma maior proliferação celular ou menor taxa de exfoliação celular (30). Estudo comparativo dos efeitos de três diferentes formas de fibra sobre a mucosa intestinal mostrou que o tipo de fibra na dieta determina a natureza das alterações no crescimento e morfologia da mucosa (31). Alterações morfológicas na mucosa intestinal, observadas por microscopia eletrônica, foram menos severas em ratos alimentados com dieta contendo farelo de trigo, seguido por celulose, pectina e alfalfa, em ordem crescente de severidade das alterações (32).

Os resultados obtidos para a atividade específica da fosfatase alcalina da mucosa do jejuno mostraram um efeito da inclusão do farelo de trigo na dieta, embora contravertido (Tabela 4). Assim, no grupo que recebeu a dieta balanceada, a atividade enzimática foi 48% inferior à do controle, enquanto que o que ingeriu a dieta convencional foi 23% superior; embora esse não seja significativamente diferente à do grupo controle, sem fibra. Não se tem uma explicação imediata para tal fato; entretanto, quando se leva em consideração a forma de adição da fonte de fibra nas dietas, observa-se que o farelo de trigo exerceu um efeito indireto sobre a atividade enzimática. Uma das conseqüências da formulação das dietas com fibra é uma variação nos seus respectivos teores em nutrientes (Tabela 2), o que resulta numa ingestão diferente dos mesmos, principalmente em carboidratos (Tabela 4). Esta, por sua vez, pode ser correlacionada com a atividade da fosfatase alcalina. Desta forma, os resultados da análise de variância e correlação ( $r = -0.54$ ,  $p \leq 0.05$ ) mostraram que parece haver uma relação inversa entre a ingestão de carboidrato e a atividade da fosfatase alcalina. Contudo, este resultado parece surpreendente, e um mecanismo de ação deste nutriente sobre a atividade da enzima ainda não pode ser elaborado. Na literatura pesquisada existem dados escassos sobre a interrelação de fibra e os outros nutrientes com a fosfatase alcalina da mucosa intestinal. A redução da atividade enzimática, constatada no presente trabalho para o grupo de ratos em crescimento que recebeu a dieta balanceada, parece concordar com os resultados obtidos por Brown, Kelleher e Losowsky (6) e Murray *et al.* (29), independentemente da fonte de fibra na dieta e idade dos animais. Entretanto, os autores acima não indicaram a forma de adição da fonte de fibra à dieta e mantiveram seus animais sob o regime alimentar por um período bem mais longo. Observa-

se, entretanto, que um período experimental de quatro semanas parece ser suficiente para acusar alguma alteração na atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal.

Sabe-se que alterações nos níveis de fosfatase alcalina no soro de animais ocorrem como consequência de variações em fatores dietéticos como carboidratos, gorduras e deficiência em proteína. A atividade da fosfatase alcalina do soro observada nos grupos que receberam as dietas contendo o farelo de trigo, principalmente a balanceada, foi superior àquela observada no grupo controle (Tabela 4). Isto pode ser atribuído a um efeito direto do farelo de trigo por si ou à ingestão incrementada das respectivas dietas. A análise da correlação entre a ingestão de alimento e a atividade da fosfatase alcalina no soro ( $r = 0.55$ ) foi significativa ao nível de 5%. Uma correlação positiva entre o consumo de uma dieta comercial e a atividade da fosfatase alcalina no soro de ratos adultos normais também já foi verificada (33).

Muitos experimentos em animais têm indicado que certos alimentos ricos em fibra dietária influenciam os níveis de lípides sanguíneos e hepáticos. Níveis de 10 ou 15% de farelo de trigo (27.34) não acarretaram qualquer efeito sobre a hiperlipidemia em ratos. Teores superiores a estes poderiam ser necessários na dieta para produzir um efeito perceptível no metabolismo de colesterol em rato (35), pois o mesmo é muito eficiente em ajustar a velocidade de síntese e degradação de colesterol em resposta ao consumo dietético. Os níveis gerais de colesterol plasmático constatados neste estudo (Tabela 4) mostraram que a inclusão de 25% de farelo de trigo nas dietas não acarretou nenhum efeito hipocolesterolêmico em relação ao grupo controle; embora o grupo alimentado com a dieta balanceada apresentasse nível de colesterol inferior àquele do grupo que recebeu a dieta convencional. A quantidade de farelo utilizada neste estudo (25%), contendo 8.87 g de fibra dietária por 100 g de dieta, ainda é insuficiente para acarretar uma redução no nível de colesterol sérico. Por outro lado, um incremento maior no nível de farelo de trigo seria inadequado para uma dieta.

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que alguns parâmetros como ingestão de alimento, ganho em peso, coeficiente de utilização protéica, atividade da fosfatase alcalina da mucosa intestinal e nível de colesterol sérico sofreram maior ou menor influência do tipo de formulação da dieta. Entretanto, os dados existentes atualmente não permitem ainda uma indicação mais conclusiva de qual seria a formulação mais aconselhável, convencional ou balanceada, pois, deve-se também levar em consideração a fonte de fibra e a própria composição da dieta.

No presente estudo também foram utilizados dois grupos com alimentação emparelhada (dieta sem fibra), em termos de calorias, com os grupos que receberam as dietas contendo farelo de trigo, respectivamente (1). Contudo, os resultados não são apresentados porque não foram estatisticamente diferentes daqueles observados para o grupo controle, alimentado à vontade. A utilização de grupos de animais emparelhados em função das calorias ingeridas (1) parece ser desnecessária quando a fonte de fibra utilizada tem caráter complexo. A mesma contém outros nutrientes que também contribuem com energia metabolizável. Conseqüentemente, a pequena redução desta nas dietas é, geralmente, compensada pelos ratos por um consumo maior de alimento.

## AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Professor Ivan B. Sampaio, do Departamento de Zootecnia/Escola de Veterinária/UFMG, pela orientação na análise estatística e aos técnicos Claudete Sant'Ana e Marcelo Eustáquio Silva pela colaboração na parte experimental.

## SUMMARY

EFFECT OF TWO RAT DIET FORMULATIONS, WITH WHEAT BRAN  
AS DIETARY FIBER SOURCE, ON SOME BIOCHEMICAL  
AND NUTRITIONAL PARAMETERS

The type of diet formulation was considered in our study on the effects of wheat bran on some parameters obtained in a biological assay, for 28 days. Weanling, male Holtzman rats were divided in three groups. Two of them were fed *ad libitum* on diets containing 25% of wheat bran, prepared in two ways: balanced (FB) and conventional (FC). In the first case, the fiber source was added at the expense of every other ingredient, whereas in the second, only of starch. The control group received a wheat bran-free diet. Comparison among the groups showed the highest weight gain for group FB, and the lowest protein efficiency ratio (PER) for group FC. Fecal weight and the weight of the cecal contents were significantly higher for the test groups. Mean activity of the alkaline phosphatase from the jejunal mucosa was lower in group FB than in the other two. The activities of this enzyme in serum, were significantly higher for groups FB and FC. Serum cholesterol level was slightly lower for the group fed the balanced diet, than for the one receiving the conventional diet. Therefore, some parameters such as weight gain, PER, alkaline phosphatase activity of the intestinal mucosa, and serum cholesterol, were influenced by the type of diet formulation. Nevertheless, these results are not enough to substantiate a conclusive answer to the question: which diet formulation is more adequate for biological assays, when using wheat bran as a fiber source?

## BIBLIOGRAFIA

1. Bright-See, E., A.V. Rao, S. Li & T. Tang. A system for studying the biological effects of dietary fibers. *Nutr. Repts. Internat.*, 18: 671-675, 1978.
2. Delorme, C.B., J. Wojcik & C. Gordon. Method of addition of cellulose to experimental diets and its effect on rat growth and protein utilization. *J. Nutr.*, 111: 1522-1527, 1981.
3. Shah, N., M.T. Atallah, R.R. Mahoney & P.L. Pellett. Effect of dietary fiber components on fecal nitrogen excretion and protein utilization in growing rats. *J. Nutr.*, 112: 658-666, 1982.
4. Jacobs, L.R. & B.O. Schneeman. Effects of dietary wheat bran on rat colonic structure and mucosal cell growth. *J. Nutr.*, 111: 798-803, 1981.
5. Hultén, L. Regulation of colonic motility and blood flow. *Nutr. Rev.*, 35: 38-41, 1977.
6. Brown, R.C., J. Kelleher & M.S. Losowsky. The effect of pectin on the structure and function of the rat small intestine. *Brit. J. Nutr.*, 42: 357-365, 1979.
7. Mongeau, R. & R. Brassard. Effects of dietary fiber from shredded and puffed

- wheat breakfast cereals on intestinal function in rats. *J. Food Sci.*, **49**: 507-509, 1984.
8. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th ed. Washington, D.C., The Association, 1980, 1018 p.
  9. McLaren, G.A., P.W. Bankes, T.I. Patel, T.R. Smith, G.C. Fahey Jr., J.E. Williams & M.Z.A. Nomani. Extracted bran as a source of biologically active acid-resistant hemicellulose. *Nutr. Repts. Internat.*, **20**: 469-474, 1979.
  10. Goering, H.K. & P.J. Van Soest. Forage fiber analyses; apparatus, reagents, procedures, and some applications. **Agriculture Handbook** No. 379, Washington, D.C., ARS/USA, 1970, 20 p.
  11. Marlett, J.A. & S.C. Lee. Dietary fiber, lignocellulose and hemicellulose contents of selected foods determined by modified and unmodified Van Soest procedures. *J. Food Sci.*, **45**: 1688-1693, 1980.
  12. Edwards, C.S. Determination of lignin and cellulose in forages by extraction with triethylene glycol. *J. Sci. Food Agric.*, **24**: 381-388, 1973.
  13. Nakabou, Y., Y. Ishikawa, A. Misake & H. Hagihira. Effect of food intake on intestinal absorption and mucosal hydrolases in alloxan diabetic rats. *Metabolism*, **29**: 181-185, 1980.
  14. Roy, A.V. Rapid method for determining alkaline phosphatase activity in serum with thymolphthalein monophosphate. *Clin. Chem.*, **16**: 431-436, 1970.
  15. Tsujita, J., H. Takeda, K. Ebihara & S. Kiriya. Comparison of protective activity of dietary fiber against the toxicities of various food colors in rats. *Nutr. Repts. Internat.*, **20**: 635-642, 1979.
  16. Huang, T.C., C.P. Chen, V. Wefler & A. Raftery. A stable reagent for the Lieberman-Buchard reaction. Application to rapid serum cholesterol determination. *Anal. Chem.*, **33**: 1405-1407, 1961.
  17. Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. **Principles and Procedures of Statistics**. New York, McGraw-Hill, 1960, 481 p.
  18. Matzkies, F. & G. Berg. Dietary fiber syndrome as the cause of disease in civilized societies. *Acta Hepato-Gastroenterol.*, **25**: 402-407, 1978.
  19. Schweizer, T.F. & P. Würsch. Analysis of dietary fibre. *J. Sci. Food Agric.*, **30**: 613-619, 1979.
  20. Heller, S.N., L.R. Hackler, J.M. Rivers, P.J. Van Soest, D.A. Roe., B.A. Lewis & J. Robertson. Dietary fiber: The effect of particle size of wheat bran on colonic function in young adult men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 1734-1744, 1980.
  21. Belo Jr., P.S. & B.O. Lumen. Pectic substance content of detergent-extracted dietary fibers. *J. Agric. Food Chem.*, **29**: 370-373, 1981.
  22. Fleming, S.E. & B. Lee. Growth performance and intestinal transit time of rats fed purified and natural dietary fibers. *J. Nutr.*, **113**: 592-601, 1983.
  23. Ikeda, K. & T. Kusano. *In vitro* inhibition of digestive enzymes by indigestible polysaccharides. *Cereal Chem.*, **60**: 260-263, 1983.
  24. Eastwood, M.A., J.R. Kirkpatrick, W.D. Mitchell, A. Bone & T. Hamilton. Effects of dietary supplements of wheat bran and cellulose on faeces and bowel function. *Brit. Med. J.*, **4**: 392-394, 1973.
  25. Southgate, D.A.T., W.J. Branch, M.J. Hill, B.S. Drasar, R.L. Walters, P.S. Davies & I.M. Baird. Metabolic responses to dietary supplements of bran. *Metab. Clin. Exp.*, **25**: 1129-1135, 1976.
  26. Forsythe, W.A., W.L. Chenoweth & M.R. Bennink. Laxation and serum cholesterol in rats fed plant fibers. *J. Food Sci.*, **43**: 1470-1472, 1978.
  27. Reddy, B.S., K. Watanabe & A. Sheinfil. Effect of dietary wheat bran, alfalfa, pectin and carrageenan on plasma cholesterol and fecal bile acid and neutral

- sterol excretion in rats. *J. Nutr.*, **110**: 1247-1254, 1980.
28. Nyman, M. & N-G. Asp. Fermentation of dietary fibre components in the rat intestinal tract. *Brit. J. Nutr.*, **47**: 357-366, 1982.
  29. Murray, D., D. Fleiszer, A.H. McArdle & R.A. Brown. Effect of dietary fiber on intestinal mucosal sodium-potassium-activated ATPase. *J. Surb. Res.*, **29**: 135-140, 1980.
  30. Jacobs, L.R. & F.A. White. Modulation of mucosal cell proliferation in the intestine of rats fed a wheat bran diet. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**: 1734-1744, 1980.
  31. Jacobs, L.R. Effects of dietary fiber on mucosal growth and cell proliferation in the small intestine of the rat: a comparison of oat bran, pectin, and guar with total fiber deprivation. *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**: 945-960, 1983.
  32. Cassidy, M.M., F.G. Lightfoot, L.E. Grau, J.A. Story, D. Kritchevsky & G.V. Vahouny. Effect of chronic intake of dietary fibers on the ultrastructural topography of rat jejunum and colon: A scanning electron microscopy study. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**: 218-228, 1981.
  33. Tuba, J. & N.B. Madsen. The relationship of dietary factors to rat serum alkaline phosphatase. II - The effect of total food consumption, methionine, choline, and vitamin B<sub>12</sub>, in normal and alloxan diabetic adult rats. *Can. J. Med. Sci.*, **30**: 18-25, 1952.
  34. Arvanitakis, C., C.L. Stamnes, J. Folscroft & P. Beyer. Failure of bran to alter diet-induced hyperlipidemia in the rat. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, **154**: 550-552, 1977.
  35. Story, J.A., A. Shirley, S.A. Tepper & D. Kritchevsky. Influence of dietary alfalfa, bran or cellulose on cholesterol metabolism in rats. *Artery*, **3**: 154, 1977.