



## Food Science and Technology (Campinas)

On-line version ISSN 1678-457X

Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.17 no.3 Campinas Sept./Dec. 1997

<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20611997000300018>

# EFEITO DA PRESSÃO DE HOMOGENEIZAÇÃO NAS PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO LEITE DE SOJA EM PÓ<sup>1</sup>

CABRAL<sup>2</sup>, Lair C.; WANG<sup>2</sup>, Sin H.; ARAUJO<sup>2</sup>, Flávia B. & MAIA<sup>3</sup>, Luciana H.

### Services on Demand

#### Article

- Article in xml format
- Article references
- How to cite this article
- Curriculum ScienTI
- Automatic translation
- Send this article by e-mail

#### Indicators

#### Related links

#### Bookmark

Share | More

Permalink

### RESUMO

O leite de soja foi submetido a diferentes pressões (3.000; 4.000; 5.000 e 6.000 psi) de homogeneização e em seguida, foi seco por atomização. As propriedades funcionais destes leites de soja em pó foram estudadas. Observou-se que houve melhoria na absorção de gordura, índice de dispersibilidade de proteína, índice de solubilidade de nitrogênio e nas propriedades emulsificantes com o aumento da pressão de homogeneização até 5.000 psi. Os valores numéricos para as propriedades espumantes não foram relevantes, embora as mesmas tenham sido também afetadas pelas diferentes pressões de homogeneização. Recomenda-se, portanto, o leite de soja em pó submetido previamente a homogeneização de 5.000 psi, para o uso em produtos de carne, bebidas, sopas, molhos, produtos de confeitaria e de chocolataria.

**Palavras-chave:** propriedades funcionais, soja, leite de soja, pressão de homogeneização.

### SUMMARY

THE EFFECT OF HOMOGENIZATION PRESSURE ON FUNCTIONAL PROPERTIES OF POWDERED SOYBEAN MILK. The functional properties of powdered soybean milks submitted previously a homogenization pressures of 3,000; 4,000; 5,000 and 6,000 psi were studied. It was observed an improvement of fat absorption, protein dispersibility index, nitrogen solubility index and emulsification properties with the increase of homogenization pressure up to 5,000 psi. The value of foaming properties were not relevant, although they were affected by different homogenization pressures. The powdered soybean milk previously subjected to homogenization at 5,000 psi, can be therefore recommended for using in meat, chocolate and confectionary products, beverages, soups and sauces.

**Key words:** functional properties, soybean, soymilk, homogenization pressure.

## 1 INTRODUÇÃO

O leite de soja, por ser uma bebida protéica de baixo custo, de bom valor nutritivo e de fácil obtenção, representa sem dúvida, importante alternativa para a nutrição humana em geral, particularmente, nos lugares onde o leite bovino é caro ou indisponível. Sua importância se torna ainda mais evidente, uma vez que pode ser usado por pessoas alérgicas à lactose e/ou à proteína presentes no leite bovino (11).

Entretanto, a aceitação do leite de soja tem sido limitada, devido ao sabor de feijão cru ("beany flavor") causado pela atividade da lipoxigenase durante o rompimento do grão de soja (8, 21, 23, 31). Numerosas tentativas têm sido feitas com a finalidade de melhorar o sabor e/ou extratibilidade de proteína no leite de soja (5, 13, 16, 18, 22, 24).

Além da melhoria na qualidade protéica-calórica, a soja tem contribuído para as propriedades funcionais em sistemas alimentares, como na fabricação de bebidas, hambúrgueres, molhos, sopas, salsichas e pães. O êxito do uso de soja nestes sistemas depende de suas propriedades funcionais, tais como absorção de água, absorção de gordura, solubilidade, propriedades emulsificantes, propriedades espumantes e outras (17).

Um processo baseado no branqueamento do grão de soja e posterior desintegração com água e homogeneização à alta pressão, tem alcançado sucesso na obtenção do leite de soja com sabor suave e boa solubilidade. O branqueamento do grão de soja favorece a inativação da lipoxigenase e do inibidor de tripsina, enquanto que a homogeneização à alta pressão maximiza a solubilização de proteína (22).

Assim sendo, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as propriedades funcionais de diferentes leites de soja em pó, submetidos à homogeneização em diferentes pressões, antes de sua secagem por atomização, verificando suas contribuições na melhoria de características tecnológicas de diversos produtos alimentícios.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – Matéria- prima

A matéria-prima usada para o presente estudo foi a soja *Glycyne max* (L.) Merrill, variedade BR-16, safra de 1995 -1996, fornecida pela EMBRAPA-SPSB (Ponta Grossa, PR). A soja integral apresentava a seguinte composição centesimal aproximada (em base seca): proteína, 40,03%; extrato etéreo, 22,93%; cinza, 5,24%; fibra crua, 5,85% e carboidrato, 25,95%.

### 2.2 – Métodos

A obtenção do leite de soja em pó e todas análises químicas que se seguem, foram realizadas com três repetições.

#### 2.2.1 – Obtenção do leite de soja em pó

Os grãos de soja foram decorticados, usando-se o descascador desenvolvido por CORNEJO *et al.* (10). A composição centesimal aproximada (em base seca) dos grãos de soja decorticada era: proteína, 42,41%; extrato etéreo, 25,03%; cinza, 4,80%; fibra crua, 1,83% e carboidrato, 25,93%. Os grãos decorticados foram branqueados em solução de NaHCO<sub>3</sub> a 0,25% na proporção de 1:3 de soja: solução, durante 20 min. Em seguida, a solução de branqueamento foi drenada e os grãos foram desintegrados com água em ebulição, em moinho de facas e martelos, marca Treu S.A. (Nº 63.202), com peneira de 0,5 mm. A mistura resultante, com aproximadamente 11% de sólidos, foi submetida, por duas vezes, à homogeneização em homogeneizador APV Gaulin, modelo 15 MR, à 70°C e a pressões de 3.000; 4.000; 5.000 e 6.000 psi, sendo designados como A, B, C e D, respectivamente. Os leites de soja assim obtidos, foram secos por atomização com temperatura de entrada e saída de 200 e 90°C, respectivamente, tendo como produtos finais leites de soja em pó A, B, C e D.

#### 2.2.2 – Composição centesimal aproximada

Foram realizadas as seguintes determinações: a) umidade, AACC 44-31 (1); b) extrato etéreo, AACC 30-35 (1); c) proteína bruta, AACC 46-12 (1); d) fibra crua, VAN DE KAMER & VAN GINKEL (28); e) cinza, AACC 08-16 (1); f) carboidrato foi obtido por diferença.

#### 2.2.3 – Propriedades funcionais

Foram determinadas: a) absorção de água (AA), conforme o método de SOSULSKI (27); b) absorção de gordura (AG), segundo o método de DENCH *et al.* (12); c) índice de solubilidade na água (ISA), conforme o método de ANDERSON *et al.* (4); d) índice de dispersibilidade de proteína (IDP), segundo o método descrito na AOCS Ba 10-65 (2); e) índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), de acordo com o método descrito na AACC 46-23 (1); f) propriedades emulsificantes - atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE), ambas determinadas de acordo com o método de DENCH *et al.* (12) e g) propriedades espumantes, determinadas conforme WANG *et al.* (30). O cálculo da expansão de espuma, expresso em percentagem, foi feito segundo o método descrito por LAWHON *et al.* (19). O cálculo do volume de espuma (após 30 e 60 min) foi expresso em percentagem, e considerou-se como 100% o volume de espuma no tempo zero. A percentagem da sinérese, que é o inverso da estabilidade de espuma, foi calculada de acordo com o método descrito por SATTERLEE *et al.* (26).

#### 2.2.4 – Atividade do inibidor de tripsina

Determinou-se a atividade do inibidor de tripsina, de acordo com o método original de Kunitz, conforme descrito por KAKADE *et al.* (15).

#### 2.2.5 – Análise estatística

Os resultados das determinações de composição química foram avaliados estatisticamente através de análise de variância, com posterior comparação das diferenças entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Para os resultados das propriedades funcionais, determinaram-se as equações de regressão a 1% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram realizadas, segundo os métodos descritos em PIMENTEL GOMES (25).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal aproximada dos leites de soja em pó submetidos previamente a diferentes pressões de homogeneização está apresentada na [Tabela 1](#). Exceto para a umidade, não foram verificadas diferenças significativas entre as diferentes amostras, indicando que diferentes pressões de homogeneização não afetam os teores de proteína, extrato etéreo, cinza, fibra crua e carboidrato do leite de soja em pó.

**TABELA 1.** Composição centesimal aproximada (% base seca) dos grãos de soja integral e decorticada.

Composição	Soja integral	Soja decorticada
Proteína (%)	40,03	42,41
Extrato etéreo (%)	22,93	25,03
Cinza (%)	5,24	4,80
Fibra crua (%)	5,85	1,83
Carboidrato <sup>1</sup> (%)	25,95	25,93

<sup>1</sup> Calculado por diferença

Verifica-se, pelas [Tabelas 2 e 4](#), que a absorção de água (AA) do leite de soja em pó aumentou numericamente, embora não significativamente, com o aumento na pressão de homogeneização a partir de 4.000 psi. Em todos os níveis de pressão de homogeneização estudados, foram encontrados valores altos de AA.

**TABELA 2.** Composição centesimal aproximada<sup>1</sup> (% base úmida) dos leites de soja em pó submetidos previamente a diferentes pressões de homogeneização.

Pressão de homogeneização	Leite de soja em pó	Umidade (%)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinza (%)	Fibra crua (%)	Carboidrato <sup>2</sup> (%)
3.000	A	2,86 a	45,36	26,24	4,70	2,39	18,45
4.000	B	2,59 b	45,21	26,73	5,06	2,24	18,17
5.000	C	2,95 a	44,75	26,43	4,80	2,27	18,83
6.000	D	2,96 a	44,71	25,73	5,05	2,42	19,13
DMS		0,18	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)		0,96	0,91	4,51	5,94	8,05	2,36

<sup>1</sup> Média de triplicata.

<sup>2</sup> Calculado por diferença.

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

DMS = diferença mínima significativa.

CV (%) = coeficiente de variação.

ns = não significativa.

De acordo com CHEFTEL *et al.* (9), numerosos tratamentos mecânicos podem desnaturar as proteínas pelas forças de cisalhamento que originam. A desnaturação protéica pode resultar em dissociação e desdobramento das moléculas, chegando-se à superfície as ligações peptídicas e de cadeias laterais polares antes inativas, que melhoram a AA.

AMINLARI *et al.* (3) constataram que o aumento da pressão de homogeneização reduz o tamanho das partículas do leite de soja em pó. Também BÄR (6) relatou que quanto mais fina a granulometria da farinha, tanto maior é a AA. Desta forma, justificam-se os resultados encontrados no presente trabalho.

Analisando-se ainda as [Tabelas 2 e 4](#), nota-se um aumento linear nos valores de absorção de gordura (AG) com o aumento da pressão de homogeneização aplicada ao leite de soja.

Segundo DENCH *et al.* (12), a AG varia em função de número de grupos lipofílicos expostos da proteína, e LIN *et al.* (20) sugeriram que, provavelmente, as cadeias laterais não polares da proteína, que tem afinidade com as cadeias hidrofóbicas da gordura, contribuem para a AG. WALL (29) constatou que uma proteína pode servir como agente hidratante e como emulsificante de gordura, ou seja, uma proteína pode conter grupos que formam associações com substâncias polares e não polares. Desta maneira, acredita-se que no presente trabalho o aumento da pressão de homogeneização, durante a obtenção do leite de soja, possa resultar em um aumento na exposição de grupos tanto hidrofílicos como lipofílicos da proteína por causa de sua desnaturação provocada mecanicamente.

Em todas pressões de homogeneização estudadas, observa-se que os valores de AG são bem inferiores aos de AA. Resultados semelhantes foram encontrados por DENCH *et al.* (12) e LIN *et al.* (20) na farinha de soja desengordurada.

Através das [Tabelas 2 e 4](#), verifica-se ainda que não houve diferença significativa nos valores de índice de solubilidade na água (ISA) entre diferentes pressões de homogeneização estudadas. Por outro lado, o índice de dispersibilidade de proteína (IDP), o índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) e o nitrogênio solúvel na água (NSA) do leite de soja em pó aumentaram linearmente com o aumento da pressão de homogeneização submetida previamente.

BORDERÍAS & MONTERO (7) relataram que a solubilidade da proteína depende da proporção dos grupos hidrofóbicos localizados no centro da molécula, e dos hidrofílicos localizados na superfície. CHEFTEL *et al.* (9) relataram que as forças intensas de corte aplicadas às suspensões protéicas, como homogeneização, podem provocar uma fragmentação dos agregados protéicos em partículas pequenas, melhorando a sua solubilidade.

Entretanto, de acordo com HUTTON & CAMPBELL (14), além da proteína, a solubilidade na água pode ser afetada também pela porção não protéica, que pode competir com a proteína pela água disponível. Acredita-se, portanto, que no presente trabalho a modificação estrutural da porção não protéica, supostamente em consequência do aumento da pressão de homogeneização, possa influenciar na solubilidade, justificando diferenças encontradas entre ISA e ISN.

Pode-se observar também, pelas [Tabelas 2 e 4](#), que quanto maior a pressão de homogeneização aplicada, maiores foram os valores da atividade emulsificante ( $AE\% = 40,09 + 0,006 \text{ psi}$ ,  $R^2 = 0,9263$ ) e estabilidade de emulsão ( $EE\% = 39,93 + 0,005 \text{ psi}$ ,  $R^2 = 0,8767$ ), sendo que a equação linear é a que melhor se ajusta os resultados.

CHEFTEL *et al.* (9) relataram que a homogeneização, além de melhorar a AE, aumenta a estabilidade da emulsão, porque reduz o tamanho de glóbulos graxos.

Segundo YASUMATSU *et al.* (32), AE e EE da proteína de soja se correlaciona positivamente com o seu conteúdo de nitrogênio solúvel. Vários autores (7, 9, 12) constataram que a solubilidade da proteína na água contribui para o decréscimo da tensão interfacial entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos, aumentando, portanto, a AE e a EE.

As propriedades espumantes abrangem a expansão, o volume e a sinérese de espuma ([Tabelas 3 e 4](#)). A expansão de espuma do leite de soja em pó aumentou com o aumento da pressão de homogeneização aplicada previamente, sendo melhor representada por uma equação linear ( $\text{Expansão de espuma } \% = -29,32 + 0,01 \text{ psi}$ ,  $R^2 = 0,8394$ ). Já o comportamento contrário foi observado quanto ao volume de espuma nos tempos de 30 e 60 min, sendo representados por equações quadráticas. Por outro lado, a sinérese do leite de soja em pó aumentou com o aumento na pressão de homogeneização até 5.000 psi, tanto para 30 como para 60 min, além da qual, houve uma inversão neste comportamento, sendo representadas por equações quadráticas.

BORDERÍAS & MONTERO (7) e CHEFTEL *et al.* (9) afirmaram que, para a expansão de espuma, são necessárias proteínas de cadeias flexíveis, pobres em estruturas secundárias e terciárias que se adaptam rapidamente na interfase ar-água. A estabilidade de espuma requer a formação de películas coesivas, elásticas, contínuas e impermeáveis ao ar. De acordo com DENCH *et al.* (12), o volume e a sinérese de espuma são usados como índices de estabilidade de espuma, sendo que a sinérese é o inverso da estabilidade.

O aumento da pressão de homogeneização, durante a obtenção do leite de soja, favoreceu a expansão, no entanto, diminuiu a estabilidade de espuma até 5.000 psi. Acredita-se, portanto, que as forças de corte resultantes do aumento da pressão de homogeneização, além de fragmentarem proteínas em pequenas partículas, desnaturam a proteína através do rompimento das interações hidrofóbicas, eletrostáticas e de hidrogênio, dificultando a formação de película protéica resistente que contribui para a estabilidade. Quanto ao aumento de estabilidade observado na pressão de homogeneização de 6.000 psi deve-se, provavelmente, à agregação de partículas finas de proteína que estabiliza espuma.

Com base nos resultados apresentados em relação às propriedades funcionais, pode-se verificar que o aumento da pressão de homogeneização melhora a AG, IDP, ISN, NSA, AE e EE até 5.000 psi, além da qual, não se observa um acréscimo nos parâmetros referidos. Os valores de AA foram altos em todos os níveis de pressão de homogeneização estudados, embora não tenha tido diferença significativa entre si. As propriedades espumantes foram afetadas pelo aumento da pressão de homogeneização, mas os valores numéricos encontrados não foram relevantes. Conforme CHEFTEL *et al.* (9), altos valores de AA, AG, AE e EE contribuem para o aumento da qualidade da textura de diversos alimentos como produtos de carne e outros, nos quais as propriedades espumantes não são importantes, conferindo melhoria na sua consistência, espessamento, viscosidade e aderência. Já a solubilidade é uma característica importante numa bebida, uma vez que boa solubilidade inicial permite uma dispersão rápida e completa das proteínas, conduzindo, portanto, a um sistema coloidal finamente disperso com estrutura macroscópica homogênea e textura suave.

Não houve atividade do inibidor de tripsina nos leites de soja em pó estudados, indicando que o processo de sua obtenção foi adequado.

## 4 CONCLUSÃO

O leite de soja em pó submetido previamente a homogeneização de 5.000 psi, apresentou melhores absorção de água, absorção de gordura, índice de dispersibilidade de proteína, índice de solubilidade de nitrogênio e propriedades emulsificantes, exceto para as propriedades espumantes, sendo assim, o mesmo é recomendado para o uso em produtos de carne, bebidas, sopas, molhos, produtos de confeitaria e de chocolataria.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 7. ed. Saint Paul: AACCC, 1969, v.1 and 2. [ [Links](#) ]
- (2) AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. **Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists Society**. 3. ed. Champaign: AOCS, 1980. [ [Links](#) ]
- (3) AMINLARI, M.; FERRIER, L. K.; NELSON, A. I. Protein dispersibility of spray-dried whole soybean milk base; effect of processing variables. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 4, p. 985-988, 1977. [ [Links](#) ]
- (4) ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JR. E. L. Gelatinization of corn grits by roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, Minneapolis, v. 14, n.1, p. 4-12, 1969. [ [Links](#) ]
- (5) BADENHOP, A. F.; HACKLER, L. R. Effects of soaking soybeans in sodium hydroxide solution as pretreatment for soymilk production. **Cereal Science Today**, Minneapolis, v. 15, n. 2, p. 84, 1970. [ [Links](#) ]
- (6) BÄR, W. H. Efeito da granulometria na viscosidade e absorção de água de amostras de farinha de milho. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 109-114, 1984. [ [Links](#) ]
- (7) BORDERÍAS, A. J.; MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, Valencia, v. 28, n.2, p. 159-169, 1988. [ [Links](#) ]
- (8) BOURNE, M. C. Recent advances in soybean milk processing technology. **PAG Bulletin**, New York, n. 10, p. 14-21, 1970. [ [Links](#) ]
- (9) CHEFTEL, J. C.; CUQ, J. L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1989. 346 p. [ [Links](#) ]
- (10) CORNEJO, F. E. P.; CABRAL, L. C.; MOURA, E. Descascador mecânico para grãos. **Patente NPI** Nº 9100825, 1991. [ [Links](#) ]
- (11) DARUNEE, T.; TANAKA, M.; CHICHESTER, C. O.; LEE, T. C. Degradation of raffinose and stachyose in soybean milk by alfa-galactosidase from *mortierella vinacea*; entrapment of alfa-galactosidase within polyacrylamide gel. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, n.1, p. 173-175, 1976. [ [Links](#) ]
- (12) DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum L.*) flour and two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 32, n.6, p. 557-564, 1981. [ [Links](#) ]
- (13) HAND, D.B.; STEINKRAUS, K. H.; VAN BUREN, J. P.; HACKLER, L. R.; EL RAWI, I.; PALLESEN, H. R. Pilot-plant studies on soymilk. **Food Technology**, Chicago, v. 18, n. 8, p. 139-142, 1964. [ [Links](#) ]
- (14) HUTTON, C. W.; CAMPBELL, A. M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple system; nitrogen solubility index and water absorption. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 2, p. 454-456, 1977. [ [Links](#) ]
- (15) KAKADE, M. L.; SIMONS, N. R.; LIENER, I. E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chem.**, St. Paul, v. 46, n. 5, p. 518-526, 1969. [ [Links](#) ]
- (16) KHALEQUE, A.; BANNATYNE, W. R.; WALLACE, G. M. Studies on the processing and properties of soymilk; I - effect of preprocessing conditions on the flavour and compositions of soymilks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 21, n. 11, p. 579- 583, 1970. [ [Links](#) ]
- (17) KINSELLA, J. E. Functional properties of proteins in foods; a survey. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v. 7, n. 4, p. 219-280, 1976 [ [Links](#) ]
- (18) KON, S.; WAGNER, J. R.; GUADAGNI, D. G.; HORVAT, R. J. pH adjustment control of oxidative off-flavors during grinding of raw legume seeds. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 35, n. 4, p. 343-345, 1970. [ [Links](#) ]
- (19) LAWHON, J. T.; CATER, C. M.; MATIL, K. F. A comparative study of the whipping potential of an extract from several oilseed flours. **Cereal Science Today**, Minneapolis, v. 17, p. 240-294, 1972. [ [Links](#) ]
- (20) LIN, M. J. Y.; HUMBERT, E. S.; SOSULSKI, F. W. Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 39, n. 2, p. 368-370, 1974. [ [Links](#) ]
- (21) MATTICK, L. R.; HAND, D. B. Identification of a volatile component in soybeans that contributes to the raw bean flavor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 17, n.1, p. 15- 17, 1969. [ [Links](#) ]
- (22) NELSON, A. I.; STEINBERG, M. P.; WEI, L. S. Illinois process for preparation of soymilk. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 41, n.1, p. 57-61, 1976. [ [Links](#) ]
- (23) NELSON, A. I.; WEI, L. S.; STEINBERG, M. P. Food products from whole soybeans. **Soybean Digest**, Hudson, v. 31, n. 3, p. 32-34, 1971. [ [Links](#) ]

- (24) OMOSAIYE, O.; CHERYAN, M. Ultrafiltration of soybean water extracts; processing characteristics and yields. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 4, p. 1027-1031, 1979. [ [Links](#) ]
- (25) PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 10. ed. São Paulo: Nobel, 1982. 430 p. [ [Links](#) ]
- (26) SATTERLEE, L. D.; BEMBERS, M.; KENDRICK, J. G. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) protein isolate. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 40, n. 1, p. 81-84, 1975. [ [Links](#) ]
- (27) SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 39, n.4, p. 344-350, 1962. [ [Links](#) ]
- (28) VAN DE KAMER, J. H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, 1952. [ [Links](#) ]
- (29) WALL, J. S. Properties of protein contributing to functionality of cereal foods. **Cereal Foods World**, Peoria, v. 24, n. 7, p. 289-292, 1979. [ [Links](#) ]
- (30) WANG, S. H.; CABALLERO-CORDOBA, G. M.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais de misturas de farinhas de trigo e soja desengordurada, pré-tratadas por microondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 12, n.1, p. 14-25, 1992. [ [Links](#) ]
- (31) WILKENS, W. F.; MATTICK, L.R.; HAND, D. B. Effect of processing method on oxidative off-flavors of soybean milk. **Food Technology**, Chicago, v. 21, n. 12, p. 1630-1633, 1967. [ [Links](#) ]
- (32) YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S.; MISAKI, M.; TODA, J.; WADA, T.; ISHII, K. Whipping and emulsifying properties of soybean products. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 36, n. 5, p. 719-727, 1972. [ [Links](#) ]

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 20/11/96. Aceito para publicação em 04/12/97.

<sup>2</sup> EMBRAPA-CTAA, Av. das Américas, nº 29501, CEP 23020-470 Guaratiba, RJ.

<sup>3</sup> Departamento de Economia Doméstica - ICHS - UFRRJ, CEP 23851-970 Seropédica, RJ.

---

All the contents of this journal, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution License

**SBCTA**

**Av. Brasil, 2880**  
**Caixa Postal 271**  
**13001-970 Campinas SP - Brazil**  
**Tel.: +55 19 3241.5793**  
**Tel./Fax.: +55 19 3241.0527**

 e-Mail

[revista@sbcta.org.br](mailto:revista@sbcta.org.br)