

Molho branco semipronto de trigo-soja (90:10) obtido por processo de extrusão

White sauce semiready wheat-soybean (90:10) obtained by extrusion process

Kamila de Oliveira do Nascimento e Sin Huei Wang

Resumo - O processo de extrusão tem sido usado para a produção de alimentos prontos e semi-prontos e a mistura de trigo e soja representa uma importante fonte calórico-protéica com proteínas de boa qualidade. Com o objetivo de otimizar o processo de extrusão para a obtenção de uma farinha de trigo e soja (90:10) pré-cozida para o molho branco semi-pronto, foram estudados os efeitos de umidade da mistura, temperatura de barril (TB) e velocidade de rotação de parafuso (VRP, N°3) do extrusor nas características sensoriais dos molhos brancos preparados. Usando-se extrusor Brabender de rosca única, a mistura em duas umidades (26 e 29%) foi extrudada em 5 TB (110 a 150°C) e 4 VRP (120 a 210rpm), totalizando 40 tratamentos. Os resultados mostram que, os molhos brancos apresentaram melhores impressões globais com o aumento da VRP até certo ponto, o qual variou conforme TB e umidade usadas. O sabor e a textura melhoraram com o aumento da TB até 130°C em 26% de umidade e até 120°C em 29% de umidade. No entanto, a aparência piorou com o aumento da TB. O molho branco preparado com a farinha mista com 29% de umidade e extrudada em 150rpm a 120°C, mostrou aparência melhor e textura semelhante, apesar do sabor pior do que aquele de 26%, sendo que o primeiro foi o mais preferido pela equipe massal de provadores não-treinados.

Palavras-chave: molho branco, farinha pré-cozida, extrusão, mistura de trigo e soja, características sensoriais.

Abstract - The extrusion-cooking process has been used for ready and semi-ready food production and the mixture of wheat with soybean represents an important calorie-protein source with good protein quality. With the objective of optimizing the extrusion-cooking process for obtaining pre-cooked wheat-soybean (90:10) flour for semi-ready white sauce, effects of mixture moisture, barrel temperature (BT) and screw-speed (SS, N°3) on sensory characteristics of white sauces were studied. Using Brabender single screw extruder, mixture in two moistures (26 and 29%) was extruded in five BT (110 to 150°C) and four SS (120 to 210rpm), totaling forty treatments. The results show that, white sauces presented better overall impressions with an increase of SS up to certain point, which varied depending on BT and moisture used. Flavor and texture improved with an increase of BT up to 130°C in 26% moisture and up to 120°C in 29% moisture. However, appearance decreased with an increase of BT. The white sauce prepared with the mixed flour with 29% moisture and extruded in 150rpm at 120°C, showed better appearance and same texture, although flavor was worse than that of 26%, being the first the most preferred by the untrained consumer-type panelists.

Keywords: white sauce, pre-cooked flour, extrusion-cooking, wheat-soybean mixture, sensory characteristics.

Recebido em 30/04/2013 aceito em 20/12/2013

1) kamila.nascimento@yahoo.com.br <http://lattes.cnpq.br/2438758356560237>

2) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos.
UFRRJ/INSTITUTO DE TECNOLOGIA/DEPTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS E-mail sin-hueiwang@bol.com.br
lattes.cnpq.br/0111526681543742

Revista Verde (Mossoró – RN - BRASIL), v. 8, n. 5, p. 76 - 85, dezembro, 2013

INTRODUÇÃO

Os avanços e as mudanças do mundo moderno têm incentivado uma busca maior, por parte dos consumidores, na facilidade do preparo de alimentos, gerando na indústria a necessidade de uma crescente produção de alimentos prontos e semi-prontos. A extrusão tem sido considerada como um dos novos processos mais populares desenvolvidos para atender estas finalidades (FERNANDES et al., 2003; WANG et al., 2001; WANG et al., 2002; WANG et al., 2004).

O processo de extrusão é um método de fabricação de alimentos altamente versátil oferecendo processamento contínuo e flexível, que permite a produção de alimentos com diversas formas e texturas (CHENG; FRIIS, 2010). É um processo, que combina umidade, pressão, temperatura, atrito mecânico e aquecimento, permite a gelatinização do amido e a desnaturação da proteína, resultando na transformação e reações de substância química (CHEN, WEI & ZHANG, 2011).

Além de possuir os benefícios usuais de um processo térmico convencional, a extrusão é rápida e oferece a possibilidade de modificar estruturas de amido e de proteínas (CHEFTEL, CUQ & LORIENT, 1989), melhorando as suas características tecnológicas (WANG et al., 2001; WANG et al., 2006) e sensoriais (WANG et al., 2005), além de diminuir a quantidade de materiais antinutricionais e aumentando o valor biológico (HORVÁTH et al., 1989).

O molho branco é usado juntamente com certas massas alimentícias, como talharim, espaguete, lasanha, canelone, rondelle e outras, além de servir também como ingrediente em vários preparos culinários de carne, frango, frutos do mar, etc. Ele é tradicionalmente consumido em países da Europa, notavelmente na Itália, também vem expandindo em países americanos, como Estados Unidos e Brasil.

Durante os últimos anos, o consumo de molhos aumentou significativamente devido a esses novos hábitos alimentares dos consumidores. Para a indústria de alimentos os molhos são importantes, pois representam produtos com alto valor agregado. Entretanto, o problema mais comum de molhos é a sua instabilidade após a sua preparação e/ou durante o armazenamento. Existem dois tipos de problemas de instabilidade: (a) problemas de instabilidade de emulsão, formação de creme, a floculação (agregação), coalescência ou coalescência parcial e (b) problemas devido à interação de dois ou mais ingredientes de biopolímeros do molho (MANDALA, SAVVAS & KOSTAROPOULOS, 2004).

As bases do molho branco são: a farinha de trigo e o leite. A farinha de trigo, apesar de possuir alto valor calórico, apresenta baixa qualidade protéica, em virtude da sua deficiência em lisina. Além disso, o molho branco obtido mostra a retrogradação do amido, endurecendo a sua textura e conseqüentemente, prejudicando as suas

características tecnológicas e sensoriais. A adição de soja ao molho branco pode proporcionar uma complementação mútua de aminoácidos e um aumento no teor de proteínas totais (NASCIMENTO et al., 2007; CABALLERO-CÓRDOBA, WANG & SGARBIERI, 1994), bem como diminuir a retrogradação do amido (OLIVEIRA, 2004), resultando num produto com boas características nutricionais, tecnológicas e sensoriais.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de parâmetros da extrusão como: a velocidade de rotação de parafuso e a temperatura de barril do extrusor, e a umidade de mistura, nas características sensoriais de molhos brancos preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrusadas, visando à otimização da extrusão para a obtenção de uma farinha pré-cozida destinada para o molho branco semi-pronto.

MATERIAL E MÉTODO

As matérias-primas usadas para os estudos foram: a farinha de trigo, marca Lili, e grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, cultivar BRS-155, Safra de 2010), ambos adquiridos do supermercado local e da Embrapa- CNPSO (Londrina, PR), respectivamente.

A obtenção de farinhas de trigo e soja extrusadas e todas as análises químicas que se seguem, foram feitas em triplicata.

Obtenção da farinha mista crua

Os grãos de soja foram decorticados e branqueados, usando-se a metodologia de Wang et al., (2001). Em seguida, os mesmos grãos de soja foram misturados com a farinha de trigo, na proporção de 10:90 (base seca), sendo acrescentada a água em dois níveis, logo após, as misturas foram desintegradas num moinho granulador de facas e martelos da marca Treu 7,5 CV modelo 112M989, com peneira de 2 mm, obtendo-se as farinhas mistas cruas de trigo e soja (90:10) com 26 e 29% de umidade, respectivamente.

Composição centesimal aproximada

Na farinha de trigo, nos grãos de soja integrais e decorticados e na farinha mista crua de trigo e soja (90:10), foram realizadas as seguintes análises: umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, segundo AACC (1995) e de fibra bruta, conforme Kamer & Ginkel (1952).

Processo de obtenção da farinha extrusada

As farinhas mistas cruas de duas umidades foram extrudadas, respectivamente, em extrusor Brabender de rosca única, usando-se uma velocidade de alimentação constante de 2,4 Kg/h, quatro velocidades de rotação de parafuso (VRP, nº 3; 120, 150, 180 e 210rpm) e uma

matriz circular com diâmetro de 1 mm. Os perfis de temperatura de barril (TB) do extrusor foram de 60°C constante na zona 1 e de 110, 120, 130, 140 e 150°C nas zonas 2 e 3. Os produtos extrudados foram designados nas seguintes seqüências: 26%-110°C, 26%-120°C, 26%-130°C, 26%-140°C, 26%-150°C, 29%-110°C, 29%-120°C, 29%-130°C, 29%-140°C e 29%-150°C. Em seguida, os produtos extrudados foram secados em estufa a 60°C, com circulação de ar até peso constante com, aproximadamente, 8-9% de umidade, sendo moídos em moinho de martelos Brabender Duisburg 342. Foram usadas como controle a farinha de trigo crua e a farinha mista crua de trigo e soja (90:10).

Preparo do molho branco

As farinhas extrudadas e as de controle foram formuladas na forma de molho branco semi-pronto em pó com manteiga e sal na respectiva proporção de 100:20:10 e o leite recomendado para o seu preparo na proporção de dez partes para uma parte do molho branco semi-pronto em pó. Depois disso, os molhos brancos formulados preparados foram levados ao fogo até fervura, sendo servidos juntamente com os espaguete à temperatura ambiente aos provadores.

Avaliação sensorial

Antes da avaliação sensorial, os provadores foram selecionados e treinados, previamente, conforme a metodologia aplicada por Fernandes et al., (2003). Foi avaliada a impressão global para os molhos brancos, preparados com as farinhas mistas extrudadas anteriormente por diferentes VRP a cada TB em cada umidade. Foram usadas a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente) e uma equipe de 10 provadores treinados. Para cada umidade (26 e 29%) e para cada TB (110, 120, 130, 140 e 150°C), foi selecionada apenas uma VRP na qual a amostra apresentasse a melhor impressão global. Os molhos brancos, preparados com as farinhas mistas extrudadas selecionadas anteriormente, foram submetidos ao teste sensorial de qualidade (aparência, sabor e textura), utilizando-se a Escala estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente). Na avaliação, foi usada uma equipe de 10 provadores treinados. Foi assim selecionada a melhor TB para cada umidade, na qual foram obtidos os maiores escores de aparência, sabor e

textura. Os molhos brancos preparados com as farinhas mistas extrudadas, em duas umidades, por suas respectivas ótimas VRP e ótimas TB, foram comparados, quanto à aparência, sabor e textura. Logo após, as mesmas farinhas selecionadas de duas umidades, bem como a farinha mista crua (controle) e a farinha de trigo crua (controle) foram usadas como bases, para preparar os respectivos molhos brancos, sendo posteriormente, submetidos à Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) para os atributos de aparência, sabor (incluindo sabor residual) e textura, conforme recomendações de Stone & Sidel (1993). Foram usadas a Escala Não Estruturada, que variava de 0 a 10 pontos, e uma equipe de 8 provadores treinados. Foi também aplicado o teste massal de preferência, usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo) e uma equipe de 120 provadores não treinados.

Análise estatística

Para os resultados de composição centesimal aproximada, foi usado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), em que foram feitas as médias de duas repetições. Foi usado o Delineamento de Blocos Incompletos (DBI), em 3 repetições para os testes sensoriais de impressão global e de ADQ, em 4 amostras, e em 4 repetições para os parâmetros de qualidade (aparência, sabor e textura) com 5 amostras, e o Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) para os testes sensoriais de qualidade (aparência, sabor e textura) com 2 amostras e os de preferência com 4 amostras. As diferenças estatísticas entre as amostras foram verificadas através de análises de variância com posterior comparação entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Todas as análises estatísticas foram realizadas, segundo os métodos descritos por Pimentel-Gomes (1991) e Cochran & Cox (1957).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra, a composição centesimal aproximada da farinha de trigo em base seca, dos grãos de soja integrais e decorticados e da farinha mista crua de trigo e soja (90:10).

Tabela 1 - Composição centesimal aproximada (% base seca) da farinha de trigo, dos grãos de soja integrais e decorticados, e da farinha mista crua de trigo e soja (90:10).

| Composição (%) | Farinha de trigo | Soja integral | Soja decorticada | Farinha mista crua de trigo e soja |
|-----------------------------|------------------|---------------|------------------|------------------------------------|
| Proteína bruta | 12,80 | 42,43 | 45,99 | 16,16 |
| Extrato etéreo | 1,52 | 18,11 | 20,23 | 3,40 |
| Cinzas | 0,66 | 4,78 | 4,35 | 1,10 |
| Fibra bruta | 0,34 | 7,26 | 4,52 | 0,76 |
| Carboidratos ⁽¹⁾ | 84,68 | 27,42 | 24,91 | 78,58 |

⁽¹⁾ Calculado por diferença (100 - proteína - extrato etéreo - cinzas - fibra bruta).

Observa-se que, a composição centesimal aproximada obtida da farinha de trigo, foi semelhante aquela encontrada por Leitão, Gonçalves & Vitti.(1989). O teor de cinzas dos grãos de soja decorticados foi semelhante, e os teores de proteína bruta e extrato etéreo foram maiores, do que aqueles dos grãos de soja integrais. O alto teor de fibra bruta da soja integral indica que a casca contém grande quantidade deste componente. A soja apresentou maiores teores de proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta, do que a farinha de trigo. Uma

vez que a soja não contém amido, a farinha mista crua de trigo e soja, na proporção de 90:10, apresentou menor teor de carboidratos, em relação à farinha de trigo.

A Tabela 2 apresenta médias dos escores da avaliação sensorial de impressão global dos molhos brancos, preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrudadas.

Tabela 2 - Médias dos escores da avaliação sensorial de impressão global dos molhos brancos, preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrudadas, por diferentes velocidades de rotação de parafuso (VRP), em diferentes combinações de umidades e temperaturas de barril (TB) nas zonas 2 e 3.⁽¹⁾

| Identificação do molho branco | Média dos escores de impressão global ⁽²⁾ dos molhos brancos obtidos com farinhas mistas extrudadas em diferentes VRP (rpm) | | | | D.M.S. | C.V. (%) |
|-------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|--------|----------|
| | 120 | 150 | 180 | 210 | | |
| 26%-110°C | 4,30 ^C | 5,63 ^B | 5,97 ^A | 4,03 ^D | 0,25 | 1,29 |
| 26%-120°C | 5,63 ^C | 6,03 ^B | 6,43 ^A | 4,47 ^D | 0,34 | 1,53 |
| 26%-130°C | 6,53 ^C | 7,37 ^A | 7,03 ^B | 4,80 ^D | 0,20 | 0,78 |
| 26%-140°C | 6,07 ^A | 6,23 ^A | 6,00 ^A | 4,57 ^B | 0,30 | 1,34 |
| 26%-150°C | 5,31 ^A | 5,66 ^A | 5,00 ^A | 3,73 ^B | 0,37 | 1,76 |
| 29%-110°C | 5,97 ^B | 6,67 ^A | 6,03 ^B | 4,70 ^C | 0,25 | 1,10 |
| 29%-120°C | 6,30 ^C | 7,33 ^A | 6,57 ^B | 4,67 ^D | 0,25 | 1,04 |
| 29%-130°C | 6,93 ^A | 6,17 ^B | 5,30 ^C | 4,60 ^D | 0,30 | 1,33 |
| 29%-140°C | 6,13 ^A | 5,10 ^B | 4,93 ^C | 4,37 ^D | 0,11 | 0,56 |
| 29%-150°C | 5,17 ^A | 4,43 ^B | 4,20 ^C | 3,70 ^D | 0,23 | 1,32 |

⁽¹⁾ Temperatura do extrusor na zona 1:60°C (constante).

⁽²⁾ As médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Verifica-se que, os molhos brancos apresentaram melhores impressões globais, à medida que se aumentava a VRP (120 a 210rpm) até certo ponto, o qual variou conforme TB (110 a 150°C) e umidade (26 e 29%) usadas. Em TB mais baixas, necessitou-se uma VRP maior para se obterem molhos brancos com melhores impressões globais, sendo que a umidade de 29% necessitou de uma VRP menor do que a de 26%, inclusive em 29% de umidade, nota-se uma redução de impressão global com o aumento da VRP nas TB acima de 120°C.

Conforme Wang et al., (2005), o aumento da VRP resulta, no processo de extrusão, em maior atrito entre as moléculas, gerando maior calor, o que por consequência, favorece a gelatinização do amido e a

desnaturação de proteínas, melhorando as características sensoriais do bolo esponja. Por outro lado, acredita-se também que o excesso de calor, gerado pelo aumento excessivo da VRP em TB e umidades mais altas, pode ter causado a hidrólise do amido e de proteínas, reduzindo a sua qualidade sensorial. Desta forma, explicam-se, provavelmente, os resultados encontrados na Tabela 2.

As médias dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para molhos brancos, preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrudadas, em ótimas VRP e diferentes combinações de umidades e TB nas zonas 2 e 3, estão mostradas na Tabela 3.

Tabela 3 - Médias dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para molhos brancos, preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrudadas, em ótimas velocidades de rotação de parafuso (OVRP) e diferentes combinações de umidades e temperaturas de barril (TB) nas zonas 2 e 3.⁽¹⁾

| Identificação do molho branco | OVRP (rpm) | Média dos escores de avaliação ⁽²⁾ | | |
|-------------------------------|---------------|---|-------------------|-------------------|
| | | Aparência | Sabor | Textura |
| 26%-110°C | 180 | 7,32 ^a | 5,82 ^d | 6,02 ^d |
| 26%-120°C | 180 | 7,20 ^{ab} | 6,42 ^b | 6,75 ^b |
| 26%-130°C | 150 | 7,12 ^b | 7,32 ^a | 7,15 ^a |
| 26%-140°C | 150 | 5,57 ^c | 6,05 ^c | 6,25 ^c |
| 26%-150°C | 150 | 4,67 ^d | 4,45 ^e | 5,85 ^e |
| D.M.S. | | 0,16 | 0,09 | 0,10 |
| C.V. (%) | | 0,95 | 0,57 | 0,60 |
| 29%-110°C | 150 | 7,32 ^a | 6,42 ^c | 6,67 ^c |
| 29%-120°C | 150 | 7,30 ^a | 7,15 ^a | 7,30 ^a |
| 29%-130°C | 120 | 7,05 ^b | 6,92 ^b | 6,95 ^b |
| 29%-140°C | 120 | 5,47 ^c | 5,72 ^d | 6,20 ^d |
| 29%-150°C | 120 | 4,42 ^d | 4,30 ^e | 5,00 ^e |
| D.M.S. | | 0,13 | 0,14 | 0,18 |
| C.V. (%) | | 0,79 | 0,87 | 1,08 |

⁽¹⁾ Temperatura do extrusor na zona 1:60°C (constante).

⁽²⁾ As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Pode-se observar que, a aparência dos molhos brancos piorou com o aumento da TB (110 a 150°C) nas duas umidades estudadas. Em relação ao sabor e à textura, a TB de 130°C foi a que obteve as maiores médias de escores em 26% de umidade e a TB de 120°C foi a que em 29% de umidade.

Pelos resultados da Tabela 3, sugere-se que o aumento da TB nas duas umidades estudadas, tenha causado uma hidrólise do amido e de proteínas, resultando em provável reação de *Maillard* com a formação de compostos escuros, os quais tenham sido prejudiciais para a aparência dos molhos brancos preparados, explicando desta forma, a diminuição de escores encontradas na aparência com o aumento da TB.

Por outro lado, o efeito da TB na melhoria de sabor e textura dos molhos brancos foi semelhante ao encontrado por Wang et al.(2005) no bolo esponja. De acordo com Molina, Braham & Bressani (1983), os sabores de erva e soja crua foram identificados nas misturas de milho-soja (70:30) extrudadas a TB mais baixas, e Savage et al.(1995) constatou que, um processamento térmico adequado foi suficiente para inativar completamente a enzima lipoxigenase da soja, eliminando seus sabores desagradáveis, assim como a extrusão melhorou o sabor do leite de soja (KIM & PARK, 1995). Quanto à textura, segundo Kim & Rottier (1980), a extrusão pode aumentar a viscosidade a 95°C da farinha de semolina com 30% de umidade, sendo que o

grau de aumento depende da temperatura da extrusão. A máxima viscosidade e a sua estabilidade foram alcançadas, pelos mesmos autores, a uma temperatura de 125°C, justificando os resultados encontrados no presente trabalho. Entretanto, acredita-se também que, o excesso de calor em virtude do aumento da TB, possa ter causado alguns rompimentos dos grânulos de amido, levando a uma redução de viscosidade, bem como uma hidrólise do amido e de proteínas, resultando numa cor escura e sabor

queimado, sendo assim, diminuindo seus escores de avaliação.

A Tabela 4 apresenta as médias dos escores de avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para molhos brancos, preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrudadas, em dois níveis de umidades e suas respectivas ótimas TB e ótimas VRP nas zonas 2 e 3.

Tabela 4 - Médias dos escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para molhos brancos, preparados com farinhas de trigo e soja (90:10) extrudadas, em dois níveis de umidades e suas respectivas ótimas temperaturas de barril (OTB) nas zonas 2 e 3⁽¹⁾ e ótimas velocidades de rotação de parafuso (OVRP).

| Identificação do molho branco | OTB (°C) | OVRP (rpm) | Média dos escores de avaliação ⁽²⁾ | | |
|-------------------------------|-------------|---------------|---|-------------------|-------------------|
| | | | Aparência | Sabor | Textura |
| 26%-130°C | 130 | 150 | 7,45 ^b | 7,60 ^a | 7,40 ^a |
| 29%-120°C | 120 | 150 | 7,70 ^a | 7,35 ^b | 7,55 ^a |
| D.M.S. | | | 0,001 | 0,001 | 0,63 |
| C.V. (%) | | | 0,001 | 0,001 | 0,66 |

⁽¹⁾ Temperatura do extrusor na zona 1: 60°C (constante).

⁽²⁾ As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Nota-se que, o molho branco preparado com a farinha mista com 29% de umidade e extrudada em 150rpm a 120°C, mostrou a aparência melhor, mas o sabor pior do que aquele obtido com a farinha mista com 26% de umidade e extrusada em 150rpm a 130°C, indicando que o efeito de TB tenha sido mais relevante do que o efeito de umidade nos atributos sensoriais dos molhos brancos preparados. A TB de 130°C depreciou a aparência, mas melhorou o sabor do molho branco ao comparar com aquele preparado com a farinha mista extrudada a 120°C, embora a umidade usada para 130°C

tenha sido menor (26%) do que aquela para 120°C (29%). Não houve diferença significativa na textura dentre os dois níveis de umidades estudados.

As médias dos escores da análise descritiva quantitativa (ADQ) de atributos sensoriais para molhos brancos, preparados com a farinha de trigo crua (controle), com a farinha mista crua de trigo e soja (90:10, controle), e com farinhas mistas extrudadas em ótimas condições de processo, estão mostradas na Tabela 5.

Tabela 5 - Médias dos escores da análise descritiva quantitativa (ADQ) de atributos sensoriais para molhos brancos, preparados com a farinha de trigo crua (controle), com a farinha mista crua de trigo e soja (90:10, controle), e com as farinhas mistas extrudadas em ótimas condições do processo.⁽¹⁾⁽²⁾

| Atributos sensoriais | Molhos brancos preparados com diferentes farinhas | | | | D.M.S. | C.V. (%) |
|----------------------|---|------------------------|--------------------|--------------------|--------|----------|
| | 26% 130°C 150rpm | 29% 120°C 150rpm | F. mista crua | F. trigo crua | | |
| Aparência | | | | | | |
| Cor branca | 5,55 ^C | 5,88 ^{BC} | 6,26 ^{AB} | 6,67 ^A | 0,63 | 2,66 |
| Cor amarelada | 1,67 ^A | 1,45 ^B | 0,89 ^C | 0,66 ^D | 0,20 | 5,01 |
| Sabor | | | | | | |
| Leite cozido | 5,85 ^A | 5,50 ^{AB} | 4,94 ^B | 5,37 ^{AB} | 0,61 | 2,90 |
| Trigo cozido | 5,27 ^A | 5,06 ^A | 3,89 ^B | 4,10 ^B | 0,38 | 2,12 |
| Soja cozida | 2,63 ^B | 2,98 ^A | 2,26 ^C | 0,13 ^D | 0,33 | 5,07 |
| Adocicado | 3,60 ^A | 3,55 ^A | 3,17 ^A | 3,12 ^A | 0,52 | 3,96 |
| Salgado | 2,93 ^A | 2,92 ^A | 2,94 ^A | 2,93 ^A | 0,50 | 4,38 |
| Amargo | 0,15 ^B | 0,17 ^B | 1,94 ^A | 1,78 ^A | 0,27 | 6,97 |
| Adstringente | 0,83 ^B | 1,07 ^B | 3,90 ^A | 3,64 ^A | 0,40 | 4,39 |
| Cru | 0,13 ^C | 0,13 ^C | 5,25 ^A | 4,36 ^B | 0,36 | 3,72 |
| Residual | | | | | | |
| Adstringente | 0,33 ^B | 0,44 ^B | 3,73 ^A | 3,60 ^A | 0,64 | 8,06 |
| Cru | 0,09 ^C | 0,10 ^C | 4,69 ^A | 3,93 ^B | 0,21 | 2,42 |
| Textura | | | | | | |
| Viscosidade | 6,01 ^B | 6,19 ^B | 7,09 ^A | 6,90 ^A | 0,31 | 1,20 |
| Creiosidade | 6,44 ^A | 6,20 ^A | 5,50 ^B | 4,75 ^C | 0,47 | 2,09 |
| Adesividade | 1,95 ^B | 1,96 ^B | 3,86 ^A | 4,08 ^A | 0,28 | 2,45 |
| Recobrimento na boca | 1,82 ^C | 1,82 ^C | 5,22 ^A | 4,47 ^B | 0,50 | 3,82 |

⁽¹⁾ Temperatura do extrusor na zona 1:60°C (constante).

⁽²⁾ As médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Pode-se verificar pela tabela acima citada que, os molhos brancos preparados com as farinhas mistas extrudadas, mostraram uma cor menos branca e mais amarelada, ao compararem com aqueles preparados com as farinhas de controle (de trigo crua e da mistura crua). O molho branco preparado com a farinha mista extrudada em 29% de umidade apresentou uma cor branca pouco mais acentuada, porém uma cor menos amarelada do que

aquele preparado com a farinha mista extrudada em 26% de umidade, justificando os resultados de aparência encontrados na Tabela 4.

Quanto ao sabor, observa-se que a extrusão aumentou os sabores de leite cozido, trigo cozido e soja cozida, mas diminuiu os sabores amargo, adstringente e cru do molho branco, sendo que os sabores adocicado e salgado foram inalterados. E dentre as duas umidades (26 e 29%) estudadas, não houve diferenças significativas

entre si nos sabores de trigo cozido, adocicado, salgado, amargo, adstringente e cru, exceto para os sabores de leite cozido e soja cozida. O molho branco preparado com a farinha mista extrusada em 26% de umidade obteve uma média ligeiramente maior de escores para o sabor de leite cozido e uma média menor para o sabor de soja cozida, mostrando a melhora no sabor do mesmo, embora o sabor do trigo cozido tenha ficado igual para as duas umidades (Tabelas 4 e 5). Em relação ao sabor residual, nota-se que houve também uma redução nos sabores adstringente e cru com a extrusão, no entanto, não houve diferenças significativas dentre as duas farinhas extrudadas estudadas (Tabela 5).

Analisando-se ainda a mesma tabela (Tabela 5), verifica-se que a extrusão resultou num aumento da cremosidade nos molhos brancos, ao compararem com aquele obtido com a mesma farinha crua, embora a viscosidade, a adesividade e o recobrimento na boca tenham sido diminuídos. E dentre as duas umidades estudadas, não houve diferenças significativas na viscosidade, na cremosidade, na adesividade e no

recobrimento na boca. Apesar de que as farinhas mistas extrudadas tenham produzido molhos brancos com viscosidades menores do que as farinhas de controle (de trigo crua e da mistura crua) acredita-se que, para o molho branco, além da viscosidade, a cremosidade deve também ser considerada importante, pois houve um acréscimo de manteiga (gordura) no seu preparo, e conforme Cheftel, Cuq & Lorient (1989), o aumento da cremosidade nos molhos brancos mostra uma melhor agregação de água e gordura com maior estabilidade. A redução da adesividade e do recobrimento na boca observada nas farinhas mistas extrudadas foi também considerada importante, o que pode contribuir para uma textura menos pegajosa para o molho branco, a mesma é apreciada nos pratos de várias massas alimentícias.

A Tabela 6 apresenta a preferência pelos molhos brancos preparados com a farinha de trigo crua (controle), com a farinha mista crua de trigo e soja (90:10, controle) e com as farinhas mistas extrudadas em ótimas condições do processo.

Tabela 6 - Preferência pelos molhos brancos, preparados com a farinha de trigo crua (controle), com a farinha mista crua de trigo e soja (90:10, controle) e com as farinhas mistas extrudadas em ótimas condições do processo.⁽¹⁾

| Identificação do molho branco | Preferência ⁽²⁾ |
|-------------------------------|----------------------------|
| 26%-130°C-150rpm | 7,30 ^b |
| 29%-120°C-150rpm | 7,64 ^a |
| F. mista crua | 4,86 ^d |
| F. trigo crua | 5,22 ^c |
| D.M.S. | 0,28 |
| C.V. (%) | 13,58 |

⁽¹⁾ Temperatura do extrusor na zona 1:60°C (constante).

⁽²⁾ As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (D.M.S. diferença mínima significativa; C.V. coeficiente de variação).

Observa-se que o molho branco preparado com a farinha mista com 29% de umidade e extrudada em 150rpm a 120°C, foi o mais preferido entre as demais amostras. Os molhos brancos preparados, respectivamente, com a farinha de trigo crua e com a farinha mista crua, foram menos preferidos, ao serem comparados com aqueles preparados com as farinhas mistas extrudadas. Estes resultados confirmaram os resultados das Tabelas 4 e 5, mostrando que, a extrusão foi bastante eficiente por ter melhorado as características sensoriais do molho branco, proporcionando a sua preferência. No entanto, dentre as duas farinhas extrudadas estudadas, o atributo de aparência foi

considerado pelos provadores, o mais importante na decisão de preferência pelo molho branco, ao comparar com os outros atributos (sabor e textura).

CONCLUSÃO

1) Os molhos brancos preparados com as farinhas de trigo e soja (90:10) extrusadas, apresentaram melhores impressões globais, à medida que se aumentava a velocidade de rotação de parafuso (VRP, 120 a 210rpm) até certo ponto, o qual variou conforme a temperatura de barril (TB, 110 a 150°C) e a umidade (26 e 29%) usadas. Em TB mais baixas, a melhor VRP foi maior, enquanto que em TB mais altas, ocorreu o contrário. A umidade de

29% necessitou de uma VRP menor do que a de 26% para se obterem molhos brancos com melhores impressões globais.

2) A aparência dos molhos brancos piorou com o aumento da TB (110 a 150°C) nas duas umidades estudadas. Em relação ao sabor e à textura, a TB de 130°C foi a que obteve maiores médias de escores em 26% de umidade e a TB de 120°C foi a que em 29% de umidade.

3) O molho branco preparado com a farinha mista com 29% de umidade e extrudada em 150rpm a 120°C mostrou uma aparência melhor e textura semelhante, apesar do sabor pior do que aquele de 26%, sendo que o primeiro foi o mais preferido pela equipe massal de provadores não treinados, ao comparar com o último, além da farinha de trigo crua e da farinha mista crua.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods**. 9th ed. St. Paul: AACC, 1995. 2v.

CABALLERO-CÓRDOBA, G.M.; WANG, S.H.; SGARBIERI, V.C. Características nutricionais e sensoriais de sopa cremosa semi-instantânea à base de farinhas de trigo e soja desengordurada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1137-1143, 1994.

CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L.; LORIENT, D. **Proteínas alimentarias**. Zaragoza: Acribia, 1989. 346p.

CHENG, H.; FRIIS, A. Modelling extrudate expansion in a twin-screw food extrusion cooking process through dimensional analysis methodology. **Food and Bioproducts Processing**, v.88, n.2-3, p.188-194, June-Sept., 2010.

CHEN, F.L.; WEI, Y.M.; ZHANG, B. Chemical cross-linking and molecular aggregation of soybean protein during extrusion cooking at low and high moisture content. **LWT- Food Science and Technology**, v.44, n.4, p.957-962, may, 2011.

COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental Designs**, 2nd ed. New York: John Wiley, 1957. 611p.

FERNANDES, M.S.; WANG, S.H.; ASCHERI, J.L.R.; OLIVEIRA, M.F.; COSTA, S.A.J. Harina de grits de maíz-soya (70:30) precocida por extrusión para uso como sopa cremosa semi instantanea. **Alimentaria**, v.40, p.89-96, 2003.

HORVÁTH, E.; PETRES, J.; GELENCSE, É.; CZUKOR, B. Effect of extrusion temperature on physico-chemical properties and biological value of soybean-protein. **Acta Alimentaria**, v.18, p.199-211, 1989.

KAMER, J.H.van de.; GINKEL, L.van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, v.29, p.239-251, 1952.

KIM, B.; PARK, J. Use of extruder in soymilk production to improve flavor and yield. **Food Biotechnol.**, v.4, p.55-59, 1995. In: **Food Science Technology**, Abst., 1990-June 1998, CD ROOM (abst. J0112).

KIM, J.C.; ROTTIER, W. Modification of Aestivum wheat semolina by extrusion. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.24, n.2, p.62-65, Feb.1980.

LEITÃO, R.F.F.; GONÇALVES, J.R.; VITTI, P. Utilização da alta temperatura na secagem de macarrão. **Col. ITAL**, v.19, p.186-195, 1989.

MANDALA, I.G.; SAVVAS, T.P.; KOSTAROPOULOS, A.E. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. **Journal of Food Engineering**, v.64, n.3, p.335-342, Sept., 2004.

MOLINA, M.R.; BRAHAM, J.E.; BRESSANI, R. Some characteristics of whole corn: whole soybean (70:30) and rice: whole soybean (70:30) mixtures processed by simple extrusion cooking. **Journal Food Science**, v. 48, p. 434-437, 1983.

NASCIMENTO, K.O.; WANG, S.H.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. Propriedades de pasta de farinhas de Trigo-soja pré-cozidas por extrusão. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.18, n.4, p. 387-395, out./dez. 2007.

OLIVEIRA, M.F.; WANG, S.H.; COSTA, P.S.; ASCHERI, J.L.R.; GERMANI, R. RVA de massas pré-cozidas de trigo e soja. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2004, Recife. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Recife: SBCTA, 2004.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13^a ed. São Paulo: Nobel, 1991. 468p.

SAVAGE, W.D.; WEI, L.S.; SUTHERLAND, J.W.; SCHMIDT, S.J. Biologically active components inactivation and protein insolubilization during heat processing of soybean. **Journal Food Science**, v.60, p.164-168 e 180, 1995.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2nd ed. New York: Academic Press, 1993. 338p.

WANG, S.H.; ASCHERI, J.L.R.; OLIVEIRA, M.F.; FERNANDES, M.S. Características tecnológicas y sensoriales de harinas de arroz-soya (70:30) extruídas para uso como papilla instantânea. **Alimentaria**, v.38, p.77-84, 2001.

WANG, S.H.; FERNANDES, M.S.; ASCHERI, J.L.R.; COSTA, S.A.J.; OLIVEIRA, M.F.; NASCIMENTO, R.E. Harina extruída de grãos de milho-soja (80:20) para formulação de crema de espinaça. **Alimentaria**, v.39, p.101-106, 2002.

WANG, S.H.; OLIVEIRA, M.F.; COSTA, P.S.; ASCHERI, J.L.R. Características sensoriais de fideos precocidos de trigo y soja por extrusión. **Alimentaria**, v.41, p.101-108, 2004.

WANG, S.H., ROCHA, G.O.; NASCIMENTO, T.P.; ASCHERI, J.L.R. Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrudadas de trigo e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, p.475-481, 2006.

WANG, S.H., ROCHA, G.O.; NASCIMENTO, T.P.; ASCHERI, J.L.R.; OLIVEIRA, A. Características sensoriais de bolos esponja preparados com farinhas de trigo e soja extrudadas em diferentes parâmetros de extrusão. **Alimentos e Nutrição**, v.16, p.369-376, 2005.