

Farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão para massas de pizza

Sin Huei Wang⁽¹⁾, Myriam Ferreira de Oliveira⁽¹⁾, Priscila de Souza Costa⁽¹⁾, José Luis Ramírez Ascheri⁽²⁾ e Aline Gomes Rosa⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Dep. de Economia Doméstica, BR 465, Km 47, CEP 23890-000 Seropédica, RJ. E-mail: sin-hueiwang@bol.com.br, myriamfo@yahoo.com.br, social.girl@bol.com.br, alineeduc@yahoo.com.br ⁽²⁾Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, nº 29.501, CEP 23020-470 Guaratiba, RJ. E-mail: ascheri@ctaa.embrapa.br

Resumo – A mistura de trigo e soja representa uma importante fonte calórico-protéica com proteínas de boa qualidade. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as propriedades de pasta e absorção de água das farinhas de trigo e soja (90:10), pré-cozidas por extrusão em diferentes umidades (23%, 26% e 29%) e temperaturas de barril (60°C, 70°C, 80°C, 90°C), para uso em massa de pizza semi-pronta com características sensoriais desejáveis. Usou-se extrusor Brabender, de rosca única, com velocidade de alimentação constante de 3,6 kg h⁻¹, velocidade de rotação de parafuso de 90 rpm e matriz de lâmina com 1 mm de espessura. As propriedades de pasta das farinhas mistas pré-cozidas aumentaram com o incremento da temperatura de barril; os maiores valores foram obtidos em 26% de umidade. A absorção de água aumentou à medida que se aumentava a umidade. A pizza preparada com a farinha mista extrusada em 23% de umidade e 80°C de temperatura de barril, apresentou as melhores características sensoriais.

Termos para indexação: mistura de trigo e soja, farinha extrusada, temperatura de barril.

Extrusion-cooked wheat-soybean flours for pizza dough use

Abstract – Mixture of wheat with soybean represents an important calorie-protein source with good protein quality. The objective of this work was to evaluate pasting properties and water absorption of pre-cooked wheat-soybean (90:10) flours, which were extruded in different moistures (23%, 26% and 29%) and barrel temperatures (60°C, 70°C, 80°C and 90°C), for pizza dough ready for use with desirable sensory characteristics. The experiment used a Brabender single screw extruder with constant feeding rates of 3.6 kg h⁻¹, constant screw-speed of 90 rpm and a laminar shape die of 1 mm. Pasting properties of pre-cooked mixed flours and barrel temperature increased simultaneously, presenting higher values at 26% moisture. Also water absorption increased together with moisture and barrel temperature. Pizza with the extruded mixed flour, prepared at 23% moisture and 80°C barrel temperature, presented the best sensory characteristics.

Index terms: wheat-soy mixture, extruded flour, barrel temperature.

Introdução

A demanda de consumo da pizza, produto tradicionalmente consumido em países da Europa, notavelmente na Itália, também vem se expandindo em países americanos, como Estados Unidos e Brasil. Algumas das razões do crescimento de mercado e conseqüente aumento da produção industrial são o custo relativamente baixo do produto e a facilidade de preparo para o consumo.

A massa da pizza constitui uma fração significativa do produto e, aparência, sabor e textura são fatores importantes para sua identificação e aceitação pelo consumidor. No entanto, o surgimento da popularidade de

pizza, em relação a outros produtos de forno, é relativamente recente e a qualidade de sua massa continua sendo uma área pouco pesquisada (Larsen et al., 1993).

A massa de pizza é produzida, comumente, a partir da farinha de trigo, que possui alto valor calórico, mas apresenta baixa qualidade protéica, em virtude da deficiência em lisina. A adição de soja à massa de pizza pode resultar na melhoria da qualidade e quantidade de proteínas, por meio da complementação mútua de aminoácidos e do aumento no teor de proteínas totais (Caballero-Córdoba et al., 1994).

Embora a soja possa aumentar o valor nutricional da massa de pizza, sua utilização como ingrediente em muitos produtos alimentícios tem sido limitada pelo seu

sabor de feijão cru (“beany flavor”), que é causado pela atividade da lipoxigenase, durante o rompimento do grão de soja (Wang & Toledo, 1987). O uso do processo de extrusão na soja pode inativar efetivamente a lipoxigenase, além de destruir os inibidores de tripsina, mantendo ainda a disponibilidade de lisina (Guzman et al., 1989; Zhu et al., 1996).

Com os avanços e as mudanças do mundo moderno, os consumidores tendem a buscar a facilidade no preparo de alimentos, gerando, na indústria, a necessidade de uma crescente produção de alimentos prontos e semiprontos. A massa de pizza, embora produzida industrialmente como alimento semipronto, apresenta crescimento de fungos na estocagem refrigerada. Assim, é melhor que se obtenha uma massa de pizza semipronta a partir de uma farinha pré-cozida. O processo de extrusão pode ser considerado bastante útil na obtenção dessa farinha, pois além de oferecer a possibilidade de modificar estruturas do amido e proteínas (Cheftel et al., 1989), pode também melhorar as propriedades sensoriais (Chen et al., 1991).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da temperatura do extrusor e da umidade nas propriedades de pasta e absorção de água das farinhas mistas pré-cozidas de trigo e soja (90:10), e nas características sensoriais das massas de pizza, elaboradas com essas farinhas.

Material e Métodos

As matérias-primas usadas foram farinha de trigo, adquirida no comércio, e grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar BRS-156, safra de 2002, fornecidos pela Embrapa Soja, Londrina, PR.

A obtenção de farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão e todas as análises físicas e químicas que se seguem, foram feitas em duplicata, exceto as determinações de propriedades de pasta, que foram realizadas sem repetição.

Os grãos de soja foram decorticados e branqueados, de acordo com a metodologia de Wang et al. (2001). Em seguida, foram misturados com a farinha de trigo, na proporção de 10:90, em base seca, sendo acrescentada água, em diferentes níveis, e as misturas desintegradas em moinho granulador de facas e martelos Treu 7,5 CV modelo 112M989, com peneira de 2 mm, obtendo-se farinhas mistas cruas de trigo e soja, com 23%, 26% e 29% de umidade.

Foram realizadas as seguintes análises: umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, na farinha de trigo, nos grãos de soja integrais e decorticados, e na farinha mista crua de trigo e soja – conforme métodos da American Association of Cereal Chemists (1995) –, e de fibra bruta – segundo Kamer & Ginkel (1952).

As farinhas mistas cruas, de trigo e soja (90:10), foram extrusadas em extrusor Brabender de rosca única, usando velocidade de alimentação constante de 3,6 kg h⁻¹, velocidade da rotação de parafuso (nº 2) de 90 rpm e matriz de lâmina com espessura de 1 mm. Os perfis de temperatura de barril (TB) do extrusor foram de 50°C constante na zona 1 e de 60°C, 70°C, 80°C e 90°C nas zonas 2 e 3. Os produtos extrusados foram designados nas seguintes seqüências: 23%–60°C, 23%–70°C, 23%–80°C, 23%–90°C, 26%–60°C, 26%–70°C, 26%–80°C, 26%–90°C, 29%–60°C, 29%–70°C, 29%–80°C e 29%–90°C. Em seguida, os produtos extrusados foram secados em estufa a 50°C, com circulação de ar até peso constante com aproximadamente 7%–8% de umidade, sendo moídos em moinho de martelos Laboratory Mill 3600. As farinhas pré-cozidas foram submetidas às análises descritas a seguir, nas quais a farinha de trigo crua, e a farinha mista crua de trigo e soja (90:10), foram usadas como controle.

A granulometria das farinhas foi determinada em agitador de peneiras RO-TAP, modelo RX-29-10, peneirando-se 60 g de farinha, durante 15 minutos no conjunto de sete peneiras arredondadas, com aberturas das malhas com variação de 20 mesh (850 µm) a 200 mesh (75 µm). As quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e expressas em porcentagens.

As propriedades de pasta foram determinadas no viscoanalisador rápido (RVA) Newport Scientific, modelo RVA 4D, de acordo com o método descrito por Batey et al. (1997). Quatro gramas de farinha foram suspensas em 25 mL de água destilada (volume corrigido para a base de 14% de umidade, na amostra). A mistura foi agitada a 960 rpm por 10 segundos e, a seguir, a 160 rpm por 5 segundos. O perfil de temperatura padrão consistiu de uma temperatura inicial de 25°C, mantida por 2 minutos sendo aumentada gradualmente em 14°C min⁻¹ por 5 minutos até à temperatura de 95°C, permanecendo constante por 3 minutos. O resfriamento foi também gradual, com a diminuição da temperatura em 14°C min⁻¹, até atingir a temperatura final de 25°C. Foram medidos os parâmetros viscosidade a frio (25°C),

viscosidade de pico (95°C), viscosidade de manutenção (95°C), viscosidade final (25°C), viscosidade de quebra e retrogradação.

A absorção de água foi determinada segundo o método descrito por Sosulski (1962). Pesou-se 5 g de amostra num tubo de centrífuga de 50 mL e adicionou-se 30 mL de água destilada. Agitou-se a amostra por 30 segundos com uma baqueta de vidro. O conteúdo foi deixado em repouso por 10 minutos e, em seguida, centrifugou-se a amostra a 2.300 rpm por 25 minutos. Decantou-se e esgotou-se o sobrenadante. O tubo foi colocado inclinado para baixo (ângulo de 15° a 20°), numa estufa a 50°C com circulação de ar, durante 25 minutos. Esfriou-se o tubo em dessecador e pesou-se. A absorção de água foi calculada em relação a 100 g de amostra.

Para o preparo da massa de pizza, os ingredientes utilizados foram farinha (100 g), sal (2 g), gordura vegetal hidrogenada (3 g), açúcar (1 g), fermento biológico (2 g) e quantidade suficiente de água (em torno de 60 mL) para amassar. A massa foi preparada misturando-se os ingredientes até que um bom aglomerado fosse obtido. A seguir, a bola de massa foi coberta por um saco de polietileno e deixada em repouso à temperatura ambiente, por 40 minutos. Após o repouso, a massa foi achatada e laminada com auxílio de um rolo de madeira, até obter-se a espessura de aproximadamente 0,5 cm, e foi colocada em forma de pizza de 24 cm de diâmetro. As massas de pizza foram assadas em forno doméstico durante diferentes períodos, em experimento preliminar. Foram estabelecidos os seguintes períodos ótimos de assadura: 11 minutos para TB de 60°C e 70°C e 10 minutos para TB de 80°C e 90°C. Para as farinhas controles de trigo crua e farinha mista crua, o período ótimo foi de 14 minutos. As massas de pizza assadas nos períodos ótimos, definidos em experimento preliminar, foram resfriadas à temperatura ambiente por 40 minutos e guardadas em sacos de polietileno para posterior análise sensorial.

Os provadores foram selecionados e treinados, previamente, conforme o método de Fernandes et al. (2002). Foi avaliada a impressão global para as massas prontas de pizza, obtidas com farinhas mistas pré-cozidas, submetidas anteriormente a diferentes TB em cada nível de umidade. Foi utilizada a Escala Estruturada de 9 pontos (1: extremamente ruim; 9: excelente) e uma equipe de 10 provadores treinados. Para cada nível de umidade, foi selecionada apenas uma TB na qual a amostra apresentasse a melhor impressão global.

As massas prontas de pizza, preparadas com farinhas mistas pré-cozidas selecionadas anteriormente, foram submetidas ao teste sensorial de qualidade (aparência, textura e sabor), utilizando-se a Escala Estruturada de 9 pontos (1: extremamente ruim; 9: excelente) e uma equipe de 10 provadores treinados. Foi assim selecionado o melhor nível de umidade, que produziu melhor qualidade sensorial.

A farinha mista pré-cozida selecionada, a farinha mista crua e a farinha de trigo crua foram usadas como bases para preparar as respectivas massas de pizza, tendo cobertura de mussarela com orégano e azeite. As pizzas prontas foram, posteriormente, submetidas ao 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.

Nas análises físicas e químicas, foi usado o delineamento inteiramente casualizado e os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No teste sensorial de impressão global em 4 amostras, foi usado o delineamento de blocos incompletos com 3 repetições. Nos testes sensoriais de qualidade (aparência, sabor e textura) e de preferência, foi usado o delineamento de blocos casualizados em 3 amostras, com 6 repetições. As diferenças estatísticas entre as amostras foram verificadas pela análise de variância, e a comparação entre as médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas conforme os métodos descritos por Cochran & Cox (1957) e Pimentel-Gomes (1991).

Resultados e Discussão

A composição centesimal aproximada, obtida da farinha de trigo (Tabela 1), foi semelhante à encontrada por Leitão et al. (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. A soja apresentou maiores teores de proteína bruta, extrato etéreo, cinzas e fibra bruta, do que quando comparada à 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 maioria das partículas das farinhas pré-cozidas de trigo e soja (90:10), extrusadas em diferentes níveis de umidade e temperaturas de barril (TB), foram retidas nas peneiras de 20 mesh (850 μm) a 60 mesh (250 μm), enquanto a farinha de trigo crua e a farinha mista crua com 10% de soja apresentaram a maioria de suas partículas retidas nas peneiras de 150 mesh (105 μm) e 200 mesh (75 μm) (Tabela 2). Este fato sugere que o processo de extrusão aumenta o tamanho de partículas das farinhas, por permitir a interação entre os componentes das mesmas.

A viscosidade a frio, a 25°C, das farinhas de trigo e soja (90:10) pré-cozidas, aumentou com o aumento da TB, e a elevação da umidade resultou, também, em aumento da viscosidade a frio das mesmas (Tabela 3). Conforme Shuey & Tipples (1980), os grânulos de amido cru são insolúveis em água fria. Entretanto, quando es-

ses grânulos são submetidos a tratamento térmico, ocorre um rompimento nas pontes de hidrogênio que ligam as moléculas em rede micelar e isso favorece a capacidade de hidratação, resultando num processo de intumescimento irreversível. Acredita-se, portanto que o amido cru não apresente viscosidade a frio, por ser insolúvel, ao passo que o amido termicamente tratado apresente certo valor de viscosidade a frio, em virtude do intumescimento irreversível, que irá refletir no seu grau de pré-gelatinização.

As viscosidades – de pico, de manutenção a 95°C, final a 25°C e de quebra – e a retrogradação das farinhas de trigo e soja pré-cozidas, contendo 10% de soja, aumentaram (Tabela 3) com o incremento da TB, e o nível intermediário de umidade (26%) resultou em maiores valores.

De acordo com Deshpande et al. (1983), a altura do pico de viscosidade pode refletir a habilidade dos grânulos de amido de se intumescerem, livremente, antes de suas quebras físicas. Os amidos que intumescem em maior grau são menos resistentes às quebras no cozimento e, portanto, a viscosidade pode diminuir significativamente após ter atingido o valor máximo. Assim, justificam-se os maiores valores de viscosidade de quebra, encontrados no presente trabalho, para aquelas farinhas mistas pré-cozidas, com maiores alturas do pico de viscosidade.

A viscosidade de pasta é um indicativo do grau de gelatinização. Além da temperatura, o nível de umidade

Tabela 1. Composição centesimal aproximada (porcentagem de 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	13,06	42,04	45,90	16,08
Extrato etéreo	1,25	18,63	20,62	3,19
Cinzas	0,59	4,60	4,52	0,98
Fibra bruta	0,65	6,56	4,48	1,05
Carboidratos ⁽¹⁾	84,45	28,17	24,48	78,70

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

Tabela 2. Distribuição (%), de acordo com o tamanho de partículas da farinha de trigo crua, da farinha mista crua de trigo e soja (90:10), e das farinhas de trigo e soja (90:10), pré-cozidas por extrusão, em diferentes combinações de umidade (23%, 26% e 29%) e temperaturas de barril (60°C, 70°C, 80°C e 90°C), nas zonas 2 e 3⁽¹⁾.

Identificação da farinha	Abertura de malha (μm)							
	850	425	250	180	150	105	75	Fundo (<75)
Farinha de trigo crua	0,0	0,6	1,0	9,4	7,4	26,4	54,8	0,4
Farinha mista crua	0,0	1,0	5,7	12,6	6,1	23,5	50,9	0,2
23%–60°C	9,0	63,9	13,0	2,9	1,3	1,7	7,5	0,7
23%–70°C	4,7	56,7	18,9	5,2	1,7	2,5	10,1	0,2
23%–80°C	3,9	49,7	22,6	8,0	1,9	3,7	10,0	0,2
23%–90°C	4,7	49,6	22,2	8,3	1,7	3,6	9,7	0,2
26%–60°C	5,2	62,6	19,2	4,2	1,8	2,0	4,4	0,6
26%–70°C	4,7	62,4	18,7	4,4	1,7	2,1	5,6	0,4
26%–80°C	17,3	58,9	10,1	2,9	1,4	2,1	7,0	0,3
26%–90°C	24,8	54,3	11,3	3,5	1,3	1,7	3,4	0,2
29%–60°C	21,2	58,6	10,5	2,7	1,4	1,5	3,7	0,4
29%–70°C	5,6	46,3	19,9	4,3	1,5	2,0	5,2	0,2
29%–80°C	8,4	62,4	15,3	3,6	1,3	2,3	6,3	0,4
29%–90°C	12,0	62,5	13,1	3,3	1,5	2,1	4,3	0,2

⁽¹⁾Temperatura do extrusor na zona 1: 50°C (constante).

Tabela 3. Propriedades de pasta e absorção de água da farinha de trigo crua, da farinha mista crua de trigo e soja (90:10), e das farinhas de trigo e soja (90:10) pré-cozidas por extrusão, em diferentes combinações de umidade (23%, 26% e 29%) e temperaturas de barril (60°C, 70°C, 80°C e 90°C), nas zonas 2 e 3⁽¹⁾.

Identificação da farinha	Viscosidade a frio a 25°C (RVU) ⁽²⁾	Viscosidade de pico a 95°C (RVU)	Viscosidade de manutenção a 95°C (RVU)	Viscosidade final a 25°C (RVU)	Viscosidade de quebra (RVU)	Retro-graduação (RVU)	Absorção de água ⁽³⁾ (%)
Farinha de trigo crua	2,75	88	55	199	33	144	56,56k
Farinha mista crua	1,33	39	30	131	9	102	65,39j
23%-60°C	1,75	44	28	138	16	110	67,09ij
23%-70°C	1,92	64	44	171	20	127	69,80hi
23%-80°C	3,25	135	101	359	34	258	72,44h
23%-90°C	3,83	249	166	511	83	345	83,22g
26%-60°C	2,55	46	31	151	15	120	90,80f
26%-70°C	2,92	170	103	421	67	318	99,82e
26%-80°C	3,67	212	136	459	76	323	112,56d
26%-90°C	5,08	255	167	535	88	368	129,71b
29%-60°C	3,08	29	19	134	10	115	101,32e
29%-70°C	3,42	145	100	401	45	301	111,68d
29%-80°C	5,00	178	132	439	46	307	124,29c
29%-90°C	5,75	184	138	466	46	328	187,91a

⁽¹⁾Temperatura do extrusor na zona 1: 50°C (constante). ⁽²⁾Unidades do "Rapid Visco-Analyser" (RVA). ⁽³⁾As médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; DMS: 3,01; CV: 0,77(%).

e a interação entre estes afetam, significativamente, a gelatinização de amido durante o processo de extrusão. Segundo Chiang & Johnson (1977), a gelatinização do amido aumentou com o incremento da umidade (18% a 27%), quando 95°C a 110°C foram empregados. Porém, quando o nível de umidade foi de 18% ou 21%, verificou-se um aumento gradual de gelatinização do amido, com a elevação das temperaturas (65°C a 110°C). Ilo et al. (1996) constataram que o grau de gelatinização diminuiu com o aumento do nível de umidade (13% a 17%), porém aumentou com a elevação das temperaturas (150°C a 160°C), pois a água atuou como plasticizante sobre o material amiláceo, reduzindo sua viscosidade. Justifica-se, portanto, que o nível intermediário de umidade (26%) tenha resultado em maiores valores de propriedades de pasta, no presente trabalho.

Maior absorção de água das farinhas de trigo e soja (90:10) pré-cozidas ocorria, à medida em que aumentavam a TB e o nível de umidade (Tabela 3). O aumento da absorção de água, em função da elevação da TB, foi semelhante ao encontrado por González et al. (1986) e Gutiérrez & Gómez (1987), que constataram que a absorção de água está relacionada com a capacidade de intumescimento dos grânulos de amido, enquanto se mantém a sua morfologia. Segundo os autores acima citados, a absorção de água do amido, nos níveis de umidade entre 25% e 35%, aumentou com a elevação da temperatura do extrusor até 140°C, além da qual passou a diminuir, por causa da alteração da integridade dos grânulos.

De acordo com Gomez & Aguilera (1983), as modificações que ocorrem com a absorção de água, no processo de extrusão, podem depender não só da disponibilidade de grupos hidrofílicos, que ligam as moléculas de água, mas também da capacidade formadora de gel de macromoléculas, como a farinha de milho gelatinizada ou dextrinizada.

Neste presente trabalho, o aumento da TB e do nível de umidade pode ter contribuído para o aumento do intumescimento dos grânulos de amido, sem causar rompimento dos mesmos, justificando-se, conseqüentemente, a elevação de absorção de água encontrada.

A análise sensorial constitui um fator crítico para aceitação ou rejeição de produtos novos, como a massa de pizza, preparada com farinha de trigo e soja (90:10), pré-cozida por extrusão. Boas características sensoriais da massa são consideradas requisitos importantes em sua elaboração e aceitação.

As massas de pizza preparadas com farinhas de trigo e soja (90:10) pré-cozidas mostraram melhores impressões globais, quando foram submetidas à TB de 80°C, no nível de 23% de umidade, e às TB de 70°C e 80°C, no nível de 26% de umidade (Tabela 4). Entretanto, no nível de 29% de umidade, a melhor impressão global foi obtida na TB de 70°C. A redução da TB, com o aumento do nível de umidade, na obtenção de massa de pizza com melhor impressão global pode ser atribuída ao acréscimo de água, que aumentou a intensidade de cozimento e favoreceu a gelatinização do amido e a desnaturação da proteína, no processo de extrusão.

As características sensoriais (aparência, textura e sabor) da massa de pizza obtida com a farinha de trigo e soja (90:10) pré-cozida por extrusão em 23% de umidade e 80°C, foram superiores às das interações 26%–70°C e 29%–70°C, na extrusão de farinha (Tabela 5). Considerando-se os escores obtidos na avaliação sensorial, observa-se, também, que a diferença de textura entre as

amostras foi mais notável do que as diferenças de aparência e sabor. Acredita-se que, no processo de extrusão, o fator de umidade da mistura tenha sido mais importante do que o fator TB, na modificação de textura. Um excesso de umidade pode intensificar o cozimento na extrusão, resultar numa alteração indesejável da estrutura de glúten e prejudicar, conseqüentemente, a textura da massa formada.

A pizza preparada com a farinha de trigo e soja (90:10), pré-cozida por extrusão em 23% de umidade e 80°C foi a preferida (Tabela 6), ao ser comparada com aquelas elaboradas com a farinha de trigo crua e a farinha mista crua de trigo e soja (90:10); as últimas duas foram igualmente preferidas pela equipe de provadores. Esse fato mostrou que o processo de extrusão foi bastante eficiente, pois melhorou as características sensoriais (aparência, textura e sabor) da massa de pizza, provavelmente por modificações estruturais de amido e proteínas, especialmente o glúten (Cheftel et al., 1989; Chen et al., 1991).

Tabela 4. Escores da avaliação sensorial de impressão global, das massas de pizza preparadas com farinhas de trigo e soja (90:10), pré-cozidas por extrusão, em diferentes níveis de umidade e temperaturas de barril, nas zonas 2 e 3⁽¹⁾, e assadas durante períodos ótimos, previamente determinados.

Umidade (%)	Impressão global ⁽²⁾ em diferentes temperaturas de barril				DMS	CV (%)
	60°C	70°C	80°C	90°C		
23	3,90d	5,60c	7,70a	6,73b	0,41	1,74
26	5,90b	7,27a	6,90a	5,63b	0,41	1,62
29	5,87b	7,10a	6,00b	4,30c	0,25	1,11

⁽¹⁾Temperatura do extrusor na zona 1: 50°C (constante). ⁽²⁾As médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; as médias representam escores de impressão global de 1 (extremamente ruim) a 9 (excelente).

Tabela 5. Escores da avaliação sensorial de aparência, textura e sabor para massas de pizza preparadas com farinhas de trigo e soja (90:10), pré-cozidas por extrusão, em diferentes níveis de umidade e suas respectivas temperaturas ótimas de barril, nas zonas 2 e 3⁽¹⁾, assadas durante períodos ótimos, previamente determinados.

Identificação da massa	Escore de avaliação ⁽²⁾		
	Aparência	Textura	Sabor
23%–80°C	7,8a	7,6a	7,4a
26%–70°C	7,2b	6,8b	7,0b
29%–70°C	7,0c	6,5c	6,9c
DMS	0,25	0,17	0,07
CV (%)	2,17	1,53	0,63

⁽¹⁾Temperatura do extrusor na zona 1: 50°C (constante). ⁽²⁾As médias, na mesma coluna, seguidas de letras diferentes, diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; as médias representam escores de avaliação de 1 (extremamente ruim) a 9 (excelente).

Tabela 6. Preferência pelas pizzas preparadas com a farinha de trigo crua, com a farinha mista crua de trigo e soja (90:10) e com a farinha de trigo e soja (90:10) pré-cozida por extrusão em 23% de umidade e 80°C de temperatura de barril, nas zonas 2 e 3⁽¹⁾, assadas durante períodos ótimos previamente determinados.

Identificação da massa	Preferência ⁽²⁾
Farinha de trigo crua	7,73b
Farinha mista crua	7,83b
23%–80°C	8,07a
DMS	0,20
CV (%)	8,32

⁽¹⁾Temperatura do extrusor na zona 1: 50°C (constante). ⁽²⁾As médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; as médias representam escores de preferência de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo).

Conclusões

1. A elevação da temperatura de barril provoca aumento nas propriedades de pasta das farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão.

2. A absorção de água aumenta, com a elevação da temperatura de barril e da umidade.

3. A pizza preparada com farinha de trigo e soja (90:10) pré-cozida por extrusão em 23% de umidade e 80°C de temperatura de barril é a preferida pela equipe de provadores, em comparação com as pizzas preparadas com farinha de trigo crua e farinha mista crua de trigo e soja (90:10).

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9th ed. St. Paul: AACC, 1995. 2v.
- BATEY, I.L.; CURTIN, B.M.; MOORE, S.A. Optimization of rapid-visco analyser test conditions for predicting Asian noodle quality. **Cereal Chemistry**, v.74, p.497-501, 1997.
- 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.
- CHEN, J.; SERAFIN, F.L.; PANDYA, R.N.; DAUN, H. Effects of extrusion conditions on sensory properties of corn meal extrudates. **Journal of Food Science**, v.56, p.84-89, 1991.
- CHIANG, B.Y.; JOHNSON, J.A. Gelatinization of starch in extruded products. **Cereal Chemistry**, v.54, p.436-443, 1977.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2nd ed. New York: John Wiley, 1957. 611p.
- DESHPANDE, S.S.; RANGNEKAR, P.D.; SATHE, S.K.; SALUNKHE, D.K. Functional properties of wheat-bean composite flours. **Journal of Food Science**, v.48, p.1659-1662, 1983.
- FERNANDES, M.S.; WANG, S.H.; ASCHERI, J.L.R.; OLIVEIRA, M.F.; COSTA, S.A.J. Produtos extrusados expandidos de misturas de canjiquinha e soja para uso como petiscos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1495-1501, 2002.
- GOMEZ, M.H.; AGUILERA, J.M. Changes in the starch fraction during extrusion-cooking of corn. **Journal of Food Science**, v.48, p.378-381, 1983.
- GONZÁLEZ, R.J.; TORRES, R.L.; DE GREEF, D.M.; GORDO, N.A. Evaluación de almidón de maíz precocido por extrusión-cocción. **Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.26, p.552-564, 1986.
- GUTIÉRREZ, M.V.G. de; GÓMEZ, M.H. Modelo para la extrusión de mezclas maíz:soja (70:30). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.37, p.494-502, 1987.
- GUZMAM, G.J.; MURPHY, P.A.; JOHNSON, L.A. Properties of soybean-corn mixtures processed by low-cost extrusion. **Journal of Food Science**, v.54, p.1590-1593, 1989.
- ILO, S.; TOMSCHIK, U.; BERGHOFER, E.; MUNDIGLER, N. The effect of extrusion operating conditions on the apparent viscosity and the properties of extrudates in twin-screw extrusion cooking of maize grits. **Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie**, v.29, p.593-598, 1996.
- KAMER, J.H. van de; GINKEL, L. van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, v.29, p.239-251, 1952.
- LARSEN, D.M.; SETSER, C.S.; FAUBION, J.M. Effects of flour type and dough retardation time on the sensory characteristics of pizza crust. **Cereal Chemistry**, v.70, p.647-650, 1993.
- LEITÃO, R.F.F.; GONÇALVES, J.R.; VITTI, P. Utilização da alta temperatura na secagem de macarrão. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.19, p.186-195, 1989.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 1991. 468p.
- SHUEY, W.C.; TIPPLES, K.H. **The amylograph handbook**. St. Paul: AACC, 1980. 37p.
- SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, v.39, p.344-350, 1962.
- WANG, S.H.; BORGES, G.G.; CABRAL, L.C.; ARAÚJO, F.B. Efeito da proporção canjiquinha/soja na solubilidade, dispersibilidade e propriedades emulsificantes de mingaus desidratados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, p.357-362, 2001.
- WANG, S.H.; TOLEDO, M.C.F. Inactivation of soybean lipoxigenase by moisture content and exposure time. **Journal of Food Science**, v.52, p.1344-1347, 1987.
- ZHU, S.; RIAZ, M.N.; LUSAS, E.W. Effect of different extrusion temperatures and moisture content on lipoxigenase inactivation and protein solubility in soybeans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.3315-3318, 1996.

Recebido em 14 de julho de 2004 e aprovado em 22 de novembro de 2004