

Efeito do teor de amido danificado na produção de biscoitos tipo semi-duros

Effect of damaged starch in the production of sugar-snap cookie type

Luiz Carlos GUTKOSKI^{1*}, Fernanda Arnhold PAGNUSSATT², Franciela SPIER², Ivone PEDÓ³

Resumo

O trabalho objetivou estudar a danificação do amido de farinha de trigo por moagem e o seu efeito na produção de biscoitos tipo semi-duros. Amostras de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi, com características diferentes quanto à dureza foram moídas em moinho de rolos através de uma passagem pelo conjunto de quebra; quebra mais três reduções na umidade 16% e quebra mais três reduções na umidade 12%. Neste tratamento, a moagem foi complementada pelo emprego de moinho de bolas. Nas farinhas, foram realizadas análises físicas, químicas, reológicas e funcionais, utilizando delineamento casualizado em planejamento fatorial completo 3 x 3, totalizando nove tratamentos. Os resultados foram analisados estatisticamente e, nos modelos significativos, as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os resultados rendimento de quebra, proteína bruta, amido danificado, força geral do glúten ($W \times 10^{-4}J$) e relação tenacidade/extensibilidade (P/L) indicam que a farinha do cultivar BRS Angico apresentou melhores características para a produção de biscoitos seguido de BR 23 e Rubi. O teor de amido danificado produzido durante a moagem dos trigos influencia nas propriedades funcionais dos biscoitos apresentando melhor resultado aqueles obtidos a partir de uma passagem pelo conjunto de quebra.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L.; moagem; farinha; alfa-amilase.

Abstract

The objective of this research was to study the damage starch of wheat flour which occurred in the milling process and its effect in the production of sugar-snap cookie type. Samples of the wheat by cultivars BR 23, BRS Angico and Rubi, with different hardness were milled in a roller-mill through a passage for the break system; a break and three reductions in the 16% of moisture, a break and three reductions in the 12% of moisture. In this treatment, the milling was complemented using a ball-mill. The flours were analyzed with respect to physical, chemistry, rheology and functional characteristics, using a 3 x 3 factorial design totalizing nine treatments. The results were analyzed using an analysis of variance and the averages of the significant models were compared by the Tukey test at 5% of probability. The results of break yield, protein, damaged starch, work input ($W \times 10^{-4}J$) and relation extensibility/tenacity (P/L) indicate that the flour by cultivar BRS Angico presented better characteristics for the produce of cookies, followed by BR 23 and Ruby. The damaged starch produced during the milling of the wheat influenced the functional properties of cookies showing better results than those obtained using one passage by the break system.

Keywords: *Triticum aestivum*; milling; flour; alpha-amylase.

1 Introdução

Os biscoitos, embora não constituam um alimento básico como o pão, são aceitos e consumidos por pessoas de qualquer idade. Sua longa vida de prateleira permite que sejam produzidos em grande quantidade e largamente distribuídos^{7,9}. Biscoitos são produtos obtidos pela mistura de farinha, amido e ou fécula com outros ingredientes submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, podendo apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos⁶. A farinha de trigo constitui o principal ingrediente das formulações de biscoitos, pois fornece a matriz em torno da qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa¹¹, devendo apresentar taxa de extração entre 70 e 75%, teor de proteínas entre 8 e 11% e glúten extensível¹⁷.

A qualidade de grãos e farinhas para a produção de biscoitos é determinada por uma variedade de características que assumem diferentes significados dependendo do tipo de produto. Estas características podem ser classificadas em físicas, químicas, reológicas e funcionais^{17,22}. Segundo RAO e RAO²¹,

a avaliação reológica da farinha é de vital importância para a indústria de biscoitos, ajudando a prever as características de processamento da massa e a qualidade final dos produtos. A reologia também desempenha importante papel no controle de qualidade e na definição da especificação de ingredientes dos produtos elaborados.

À medida que o endosperma é reduzido em partículas menores durante a moagem do grão de trigo, alguns grânulos de amido são danificados mecanicamente, influenciando nas características da farinha. Os danos nos grânulos de amido se correlacionam com as variáveis absorção de água, velocidade de fermentação, cor, volume e vida de prateleira. Na produção de biscoitos, uma das principais exigências de qualidade da farinha é o baixo teor de amido danificado^{16,19}.

Durante a moagem do trigo, uma pequena proporção (5-8%) de grânulos de amido da farinha é fisicamente danificada. Grânulos fragmentados produzidos durante a moagem não apresentam birrefringência e a porcentagem de danificação varia com a sensibilidade de moagem e a dureza do grão de trigo. A absorção de água durante o amassamento e a degradação enzimática do amido aumentam com a intensidade de danificação. Na farinha usada para a produção de biscoitos, a absorção de água deve ser baixa e a suscetibilidade das enzimas alfa-amilase não interfere, sendo desejável o mínimo de amido danificado^{18,19}.

Recebido para publicação em 22/3/2006

Aceito para publicação em 24/1/2007 (001703)

¹ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo – UPF, CP 611, CEP 99001-970, Km 171, BR 285, São José, Passo Fundo – RS, Brasil, E-mail: gutkoski@upf.br

² Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia e Arquitetura – FEAR, Universidade de Passo Fundo – UPF

³ Nutrição, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Passo Fundo – UPF

*A quem a correspondência deve ser enviada

LABUSCHAGNE, CLAASSEN e DEVENTER¹⁶, estudando a produção de biscoitos a partir de trigos de diferentes durezas de grãos, verificaram que a presença do gene mole teve um efeito significativo nas características analisadas. Os autores constataram uma diminuição na força geral do glúten, tenacidade, extração da farinha e teor de proteínas e aumento na extensibilidade, diâmetro dos biscoitos e rendimento de farinha de quebra. O principal critério de avaliação funcional de biscoitos é o aumento do diâmetro que está associado com textura mole do grão, baixo teor de proteínas, altos teores de farinha de quebra e de partículas finas.

YAMAMOTO et al.²⁵ verificaram que a diminuição do tamanho de partículas da farinha foi o parâmetro mais importante relacionado com a qualidade dos biscoitos, juntamente com o baixo teor de amido danificado. O diâmetro dos biscoitos tipo semi-duros se correlacionou positivamente com extensibilidade alveográfica e negativamente com tamanho de partículas, amido danificado, relação P/L e absorção de água. Na produção de biscoito, o desejável é um produto final seco, necessitando que a farinha utilizada apresente baixo teor de amido danificado, pois a quantidade de água utilizada para o preparo da massa deve ser mínima¹⁹.

O presente trabalho objetivou estudar o efeito da danificação mecânica do amido por moagem realizada em moinho de rolos de amostras de grãos de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi na produção de biscoitos tipo semi-duros.

2 Material e métodos

2.1 Material

Amostras de grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) da safra agrícola 2004 foram fornecidas pela Embrapa Trigo e OR Melhoramento de Sementes Ltda., ambas localizadas em Passo Fundo, RS. Os reagentes empregados na determinação de amido danificado foram todos para análise (P. A.). Os ingredientes utilizados na formulação dos biscoitos foram adquiridos no comércio local.

O trabalho foi realizado nos laboratórios de Cereais e de Panificação do Centro de Pesquisa em Alimentação da Universidade de Passo Fundo em delineamento inteiramente casualizado e empregado o planejamento fatorial completo 3 x 3 (cultivares x moagem), totalizando nove tratamentos. Foram utilizadas amostras de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi. A moagem do trigo foi realizada em moinho de rolos através de uma passagem pelo conjunto de quebra na umidade de 16%; quebra mais três reduções na umidade de 16%; quebra mais três reduções na umidade de 12%. Nesse tratamento, a moagem foi complementada pelo emprego do moinho de bolas de porcelana marca Elgin-Gerbing por 60 minutos. As farinhas foram identificadas, colocadas em embalagem de polietileno e após 10 dias de armazenamento realizadas as análises.

2.2 Análises

Peso de mil grãos (PMG)

O peso de mil grãos foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análise de Sementes³ pela

contagem de 50 grãos em quadruplicada e expresso o peso em gramas.

Peso do hectolitro (PH)

O peso do hectolitro foi determinado em aparelho marca Dalle Molle (Balanças Dalle Molle Ltda, Caxias do Sul, Brasil), realizado de acordo com a metodologia descrita por Regras de Análise de Sementes³, em triplicata e os resultados expressos em kg.hL⁻¹

Composição química

Os conteúdos de umidade das amostras de trigo e da farinha foram determinados de acordo com a metodologia proposta pela AACCC¹, método n° 44-15A, pelo emprego da temperatura de 130 °C por uma hora e realizado em duplicata. O trigo foi previamente moído em moinho tipo rotor, marca Tecnal, modelo TE 651. Os teores de cinzas e proteína bruta da farinha de trigo foram determinados pelo emprego do aparelho de espectroscopia de refletância no infravermelho proximal (Nir), utilizando a curva de calibração Fartam. Os resultados foram obtidos em duplicata e expressos em porcentagem e em base seca.

Moagem

As amostras de grãos de trigo foram limpas no separador de impurezas modelo Sintel, marca Intecnial. A umidade foi determinada em aparelho de condutividade dielétrica, marca Gehaka, modelo G 600. As amostras foram condicionadas para as umidades de 12 e 16% e, após 24 horas, foi realizada a moagem em moinho de laboratório marca Chopin, modelo CD1 (Villeneuve-la-Garenne Cedex, França), de acordo com as instruções do manual do fabricante¹⁰. As frações farinha de quebra, farinha de redução, farelo e farelinho obtidas pelas passagens nos sistemas de quebra e de redução do moinho foram pesadas individualmente, sendo determinado o rendimento de farinha de quebra e de extração de farinha.

Número de queda

O número de queda foi determinado no trigo e na farinha através do uso do aparelho *Falling Number*, modelo 1500 *Fungal* (Perten Instruments, Suíça) de acordo com o método n° 56-81B da AACCC¹, utilizando sete gramas de amostra, corrigido para 14% de umidade, em triplicata e os resultados expressos em segundos.

Alveografia

As características viscoelásticas das amostras de farinha de trigo foram determinadas no alveógrafo Chopin, modelo NG (Villeneuve-la-Garenne Cedex, França) utilizando o método n° 54-30 da AACCC¹. Os parâmetros obtidos nos alveogramas são tenacidade (P), que mede a sobrepressão máxima exercida na expansão da massa (mm); extensibilidade (L), que mede o comprimento da curva (mm) e energia de deformação da massa ou força geral do glúten (W), que corresponde ao trabalho

mecânico necessário para expandir a bolha até a ruptura, expressa em 10^{-4} J.

Amido danificado

A determinação foi realizada de acordo com o procedimento n° 76-30A da AACCC¹, em que grânulos de amido danificado de amostras de farinha de trigo são hidratados, seguida de hidrólise enzimática por alfa-amilase. Para a determinação dos açúcares redutores foi utilizado o método n° 60-80 da AACCC¹ e o teor de amido danificado expresso em gramas de amido hidrolisado por 100 g de amostra na base de 14% de umidade, em duplicata.

2.3 Formulação de biscoitos tipo semi-duros

Para a produção de biscoitos, foram utilizadas as condições propostas por GUTKOSKI et al.¹³. A formulação padrão foi elaborada tendo como referência o método n° 10-50D da AACCC¹ utilizando 225,5 g de farinha de trigo, 64 g de gordura hydrogenada, 130 g de açúcar cristal com granulometria inferior a 28 mesh, 2,1 g de sal, 2,5 g de bicarbonato de sódio, 32,8 mL de solução de dextrose e 15,5 mL de água destilada. A solução de dextrose foi preparada em balão volumétrico com a adição de 8,9 g de dextrose em 150 mL de água destilada. A quantidade total de farinha e de água utilizada em cada formulação dependeu do teor de umidade da farinha de trigo e do ajuste conforme Tabela 1 da AACCC¹, método n° 10-50D.

A massa foi processada em batedeira elétrica Kitchen Aid, modelo K5SS. A gordura hydrogenada, o açúcar, o sal e o bicarbonato de sódio foram misturados por três minutos em baixa velocidade com pausas a cada minuto para raspagem das paredes do recipiente. A seguir, foram adicionadas a solução de dextrose e a água destilada e misturou-se a massa por um minuto na velocidade dois e um minuto na velocidade quatro. Após a adição de toda a farinha, a massa foi misturada por dois minutos na velocidade quatro com pausas a cada 30 segundos para raspagem das paredes do recipiente. Após a mistura, a massa foi dividida em porções, laminada na espessura de 13 mm e cortada em matriz de aço inoxidável de 60 mm de diâmetro. Os discos de circunferência uniforme foram pesados e assados a 204 °C por 10 minutos. Para cada amostra foram produzidas seis unidades de biscoitos. Após uma hora, os biscoitos foram novamente pesados, acondicionados em recipientes e fechados hermeticamente.

2.4 Caracterização dos biscoitos tipo semi-duros

A perda de peso dos biscoitos foi determinada pela variação de peso antes e após o assamento. O diâmetro dos biscoitos foi determinado com régua de escala milimetrada e a espessura com paquímetro. O fator de expansão foi obtido pela razão entre os valores de diâmetro e altura de seis biscoitos, corrigindo-se pela altitude e pressão barométrica ao nível do mar, conforme tabela da AACCC¹, método n° 10-50D. O volume foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço e o volume específico calculado pela relação entre o volume do biscoito assado e o seu peso (mL.g^{-1}), realizado em triplicata.

A cor dos biscoitos foi determinada pelo uso do espectrofotômetro de reflectância difusa, modelo ColorQuest II Sphere (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, EUA), com sensor óptico geométrico de esfera. O aparelho foi calibrado com cerâmica, realizando-se a leitura por reflexão e utilizado ângulo de observação de 2°, iluminante principal D75, iluminante secundário flu-branca fria e reflexão especular incluída (RSIN). No sistema Hunter de cor, corrigido pela CIELab, os valores L (luminosidade) flutuam entre zero (preto) e 100 (branco), os valores de a e b (coordenadas de cromaticidade) variam de -a (verde) até +a (vermelho), e -b (azul) até +b (amarelo). As amostras foram colocadas sobre o sensor óptico de 2,54 mm, realizando-se três leituras em posições diferentes conforme o manual do aparelho¹⁴.

2.5 Análise estatística

Os resultados das características estudadas nos nove tratamentos foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) e verificada a significância dos modelos pelo teste F²⁴. Nos modelos significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3 Resultados e discussão

3.1 Propriedades físicas e químicas dos grãos e das farinhas de trigo

A Tabela 1 apresenta parâmetros de qualidade de grãos das amostras dos cultivares de trigo analisados. A dureza é um termo descritivo, definida como a dificuldade de desintegração do grão quando sobre ele é exercida uma pressão, sendo caracterizado como duro, semi-duro ou mole e controlada basicamente por fatores genéticos²⁰. Fatores ambientais como solo, capacidade de retenção de água e época de cultivo também podem interferir na dureza dos grãos². Nos trigos analisados, a dureza variou de duro para o Rubi a mole para os demais cultivares²³. A dureza é um dos parâmetros que mais afeta o tempo de condicionamento do grão antes da moagem e influencia no padrão de quebra do endosperma, na facilidade de separação entre endosperma e farelo, no tamanho das partículas da farinha, na liberação da farinha de quebra e no consumo energético durante a moagem¹¹. De fato, a dureza é uma característica importante na caracterização de cultivares de trigo para a produção de biscoitos¹⁶. No presente trabalho, os cultivares de trigo BR 23 e BRS Angico podem ser utilizados para a produção de biscoitos com base na dureza do grão.

Em relação ao peso do hectolitro (PH), observa-se que os valores encontrados foram muito similares entre os cultivares estudados, variando entre 82,02 e 83,88 kg.hL^{-1} . O peso do hectolitro é um critério simples e amplamente utilizado na avaliação da qualidade de trigo. Com o aumento do PH do trigo, mais elevado é o percentual de endosperma do grão e, em geral, maior a extração de farinha. Segundo GUARIENTI¹², um trigo pode ser considerado muito pesado quando apresenta valores entre 80 e 83 kg.hL^{-1} e pesado para valores de 76 a 79 kg.hL^{-1} . De acordo com a norma de identidade e qualidade do trigo⁴ o PH é utilizado para a classificação em tipos, necessitando

no mínimo 78 kg.hL⁻¹ para ser considerado tipo 1. Os trigos analisados apresentaram PH acima de 78 kg.hL⁻¹, sendo esses classificados como tipo 1, com base no peso do hectolitro.

O peso de mil grãos (PMG) variou entre 29,21 e 41,77 gramas, sendo verificado maior valor no cultivar BR 23, seguido de BRS Angico e Rubi. O peso de mil grãos permite definir a melhor densidade de sementes no plantio do trigo e também indica qualidade pelo fato de expressar o enchimento de grãos²³.

Tabela 1. Umidade, dureza, peso do hectolitro (PH), peso de mil grãos (PMG) e número de queda (NQ) em grãos de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi.

Amostra de trigo	Umidade (%)	Dureza	PH (Kg hL ⁻¹)	PMG (g)	NQ (s)
BR 23	12,34 ± 0,11 ¹	Mole	82,02 ± 0,09	41,77 ± 0,23	369 ± 2,04
BRS Angico	12,36 ± 0,03	Mole	83,88 ± 0,29	32,54 ± 0,18	373 ± 5,50
Rubi	11,45 ± 0,21	Duro	83,63 ± 0,21	29,21 ± 0,19	343 ± 1,00

¹Os valores representam a média das determinações ± desvio padrão.

Os resultados de parâmetros de qualidade das farinhas estão apresentados na Tabela 2. O rendimento de farinha de quebra dos trigos analisados variou entre 14,21% e 35,78 %, expressando uma relação direta com a qualidade da farinha para a produção de biscoitos¹⁶. Entre as amostras de trigos analisados, os maiores rendimentos de farinha de quebra foram verificados nos tratamentos BR 23 16%, BR 23 Q16%, BRS Angico 16% e BRS Angico Q16%, ou seja, nos trigos moles e condicionados para 16% de umidade. O menor rendimento de farinha de quebra ocorreu na amostra de trigo Rubi condicionado a 12% de umidade, classificado como duro (Tabela 1), comprovando a existência de relação entre rendimento de farinha de quebra e dureza dos grãos de trigo. Observações similares foram realizadas por LABUSCHAGNE, CLAASSEN e DEVENTER¹⁶.

O teor de cinzas fornece indicações sobre o grau de extração de farinha de trigo²². Na legislação brasileira, o teor de cinzas é usado para classificar a farinha quanto ao uso em integral, tipo II e tipo I. Para a farinha ser classificada como tipo I, o teor de cinzas deve ser inferior a 0,80% (expresso em base seca)⁴.

De acordo com os dados da Tabela 2, o teor de cinzas das farinhas variou entre 0,14 e 0,55%. O maior teor foi verificado no cultivar Rubi Q16%, não diferindo significativamente do cultivar BR 23 16% e Rubi 12%. Farinhas com altos teores de cinzas apresentam normalmente coloração mais escura, podendo-se presumir que contenham maiores quantidades de partículas finas de farelo e das porções adjacentes¹¹.

Os menores teores de proteína bruta foram observados nas farinhas de trigo dos cultivares BR 23 Q16% e BRS Angico Q16%. Farinhas de trigo de baixo teor protéico são recomendadas para a elaboração de biscoitos 15, enquanto farinhas com proteínas na faixa de 12 a 15% são utilizadas na elaboração de pães e massas alimentícias¹¹.

A determinação do número de queda em trigo tem por finalidade verificar a atividade das enzimas amilolíticas no grão, avaliando o grau de germinação na espiga²⁰. Para biscoitos é sugerido que o número de queda seja superior a 150 segundos¹². Neste trabalho, em todos os cultivares, os valores ficaram acima do valor mínimo sugerido por Rasper²², que é de 250 segundos.

O teor de amido danificado é uma característica física de fundamental importância e a informação da quantidade presente ajuda a definir o uso da farinha em estudo¹⁶. O trigo Rubi apresentou os maiores teores de amido danificado, sendo significativamente superior no tratamento 12%, seguido de 16% e Q16%. Os maiores valores obtidos para este cultivar se devem à dureza do grão e ao alto teor de proteína bruta. Entre os cultivares de trigo mole analisados, os menores teores de amido danificado foram observados no BRS Angico, exceto para o tratamento BRS Angico 12%, o que explica sua aptidão para o uso em produtos de panificação não fermentados como a produção de biscoitos tipo semi-duros.

A força geral do glúten (W) variou entre 92 e 368 x 10⁻⁴J (Tabela 2). O menor valor de W foi verificado na amostra de farinha do cultivar BR 23 Q16%. Segundo a COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO²³, as farinhas para biscoitos devem apresentar uma força geral do glúten entre 50 e 150 x 10⁻⁴J, sendo que os valores encontrados nos três tratamentos do cultivar BR 23 ficaram dentro do esperado. Já nos tratamentos do cultivar BRS Angico, os valores de W ficaram acima do recomendado para a produção de biscoitos, porém

Tabela 2. Rendimento de quebra (RQ), cinzas, proteínas, número de queda (NQ), amido danificado (AD) e alveografia de farinhas de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi.

Amostra de farinha ¹	RQ (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	NQ (s)	AD (%)	Alveografia	
						(w)	(P/L)
BR 23 12%	27,83 ^c	0,49 ^{bc}	9,38 ^g	391,33 ^c	7,67 ^d	124	0,75
BR 23 Q16%	35,42 ^a	0,33 ^d	8,63 ⁱ	365,33 ^d	3,37 ^f	92	0,45
BR 23 16%	35,78 ^a	0,53 ^{ab}	9,61 ^f	392,33 ^c	5,70 ^{de}	127	0,91
BRS Angico 12%	29,08 ^b	0,27 ^e	9,85 ^e	351,33 ^d	7,92 ^{cd}	157	0,36
BRS Angico Q16%	34,78 ^a	0,14 ^f	8,89 ^h	366,33 ^d	3,24 ^f	172	0,30
BRS Angico 16%	34,95 ^a	0,33 ^d	9,97 ^d	365,33 ^d	3,61 ^{ef}	215	0,41
Rubi 12%	14,21 ^e	0,52 ^{ab}	11,08 ^b	587,67 ^a	14,27 ^a	336	0,95
Rubi Q16%	17,16 ^d	0,55 ^a	12,03 ^a	529,00 ^b	10,09 ^{bc}	368	1,22
Rubi 16%	16,46 ^d	0,46 ^c	10,66 ^c	545,33 ^b	12,71 ^{ab}	316	1,52

¹Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

com uma relação P/L adequada, e o cultivar Rubi apresentou valores elevados de W e relação P/L desfavorável, indicando ser um material para mesclas e produtos de panificação de alta exigência em força de glúten²³.

3.2 Propriedades físicas dos biscoitos

Na Tabela 3, estão apresentados os resultados das características físicas dos biscoitos tipo semi-duros elaborados com farinhas de trigo dos cultivares analisados. O peso dos biscoitos antes e depois do assamento variou significativamente ($p \leq 0,05$), sendo observado maior valor no cultivar Rubi 16% e menor no BRS Angico 12%. A variação de peso dos biscoitos antes e depois do assamento foi provavelmente devido às diferenças na capacidade de absorção de água pelos constituintes da farinha como proteínas, amido danificado e pentosanas²⁵.

O volume específico é afetado por vários fatores como a qualidade dos ingredientes usados na formulação da massa, especialmente a farinha e os tratamentos usados durante o processamento¹¹. Neste trabalho, o maior volume específico foi verificado no tratamento BR 23 16% e o menor valor no cultivar Rubi Q16%.

Os principais critérios na avaliação de farinhas de trigo para a produção de biscoitos são diâmetro, espessura e as características superficiais dos biscoitos¹⁵. Geralmente o maior diâmetro dos biscoitos está associado a trigos de dureza mole, de baixo teor de proteínas e que produzem farinha de quebra em maior quantidade e com pequeno tamanho de partículas. Para YAMAMOTO et al.²⁵, o fator de expansão é o que prediz melhor a qualidade de uso final da farinha de trigo para a produção de biscoitos.

Em relação ao diâmetro dos biscoitos, se observou o maior valor para o tratamento BRS Angico Q16% sem diferir estatisticamente de BR 23 Q16%, e os menores valores foram observados nos tratamentos do cultivar Rubi. Quanto menor a espessura do biscoito, melhor é a característica da farinha de trigo utilizada. Os biscoitos produzidos com a farinha de trigo do cultivar Rubi apresentaram espessuras elevadas, provando que este material não é adequado para a elaboração deste tipo de produto. Em relação ao fator de expansão, o maior valor foi observado no tratamento BRS Angico Q16%, seguido de BR 23 Q16%.

Na Tabela 4, estão apresentados os resultados de cor, avaliada de forma objetiva pelo espectrofotômetro Hunter Lab. Para os valores da dimensão vermelho-verde (a), ocorreu variação significativa, e quanto à dimensão amarelo-azul (b) e luminosidade (L) os valores não variaram significativamente.

A variação significativa de cor dos biscoitos na dimensão vermelho-verde pode ser devido ao tempo de assamento, associado à sensibilidade do equipamento utilizado para a realização dos ensaios de cor. De acordo com CHAVES⁸, a relação entre absorção e reflexão, sem considerar comprimentos de onda específicos, é chamada de clareza ou valor e fisicamente de luminosidade ou reflectância. Entretanto, se a energia radiante for absorvida em certos comprimentos de onda mais que em outros, o observador vê o que ele chama de cor e que fisicamente é o comprimento de onda dominante.

4 Conclusões

O cultivar mais indicado para a produção de biscoitos tipo semi-duros foi o BRS Angico, seguido de BR 23 e Rubi.

Tabela 3. Peso antes do forno, peso após forno, volume específico, diâmetro, espessura e fator de expansão de biscoitos tipo semi-duros elaborados com farinha de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi.

Amostra de biscoito ¹	Peso antes forno (g)	Peso após forno (g)	Vol. esp. (cm ³ .g ⁻¹)	Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	Fator exp.
BR 23 12%	30,58 ^{ab}	28,52 ^{ab}	1,24 ^{bc}	82,33 ^b	7,94 ^{cde}	10,37 ^b
BR 23 Q16%	30,30 ^{ab}	26,33 ^b	1,38 ^{ab}	89,43 ^a	7,65 ^{de}	11,68 ^a
BR 23 16%	30,12 ^{ab}	26,85 ^b	1,41 ^a	77,87 ^c	9,06 ^b	8,59 ^d
BRS Angico 12%	29,55 ^b	27,18 ^b	1,21 ^c	78,57 ^c	8,83 ^{bc}	8,93 ^{cd}
BRS Angico Q16%	30,39 ^{ab}	27,43 ^{ab}	1,23 ^{bc}	90,62 ^a	7,39 ^e	12,28 ^a
BRS Angico 16%	30,22 ^{ab}	27,58 ^{ab}	1,17 ^c	82,37 ^b	8,39 ^{bcd}	9,82 ^{bc}
Rubi 12%	29,73 ^b	27,27 ^b	1,23 ^{bc}	69,22 ^c	10,38 ^a	6,67 ^c
Rubi Q16%	30,83 ^{ab}	29,40 ^{ab}	1,15 ^c	72,20 ^d	10,49 ^a	6,88 ^c
Rubi 16%	32,13 ^a	29,61 ^a	1,21 ^c	72,80 ^d	10,61 ^a	6,86 ^c

¹ Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 4. Determinação de cor pelo sistema CIELab dos biscoitos elaborados com farinha de trigo dos cultivares BR 23, BRS Angico e Rubi.

Amostra ¹	L* (luminosidade)	-a* (vermelho)	+b* (amarelo)
BR 23 12%	71,33 ^d	-0,84 ^c	26,11 ^a
BR 23 Q16%	72,56 ^{cd}	-0,93 ^{cd}	26,71 ^a
BR 23 16%	74,24 ^{bc}	-1,06 ^{cd}	26,66 ^a
BRS Angico 12%	73,72 ^c	0,48 ^a	27,80 ^a
BRS Angico Q16%	73,87 ^c	-0,89 ^c	27,35 ^a
BRS Angico 16%	73,73 ^c	-0,19 ^d	28,62 ^a
Rubi 12%	73,90 ^c	0,67 ^a	26,31 ^a
Rubi Q16%	76,21 ^{ab}	0,43 ^a	26,77 ^a
Rubi 16%	77,64 ^a	-1,17 ^d	27,51 ^a

¹ Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Entre os tratamentos de moagem estudados, o mais apropriado para a produção de biscoito foi a farinha obtida a partir do condicionamento a 16% de umidade e uma passagem pelo sistema de quebra.

A análise das propriedades funcionais comprovou que a farinha mais indicada foi a obtida a partir da moagem do trigo BRS Angico (Q16%), devido ao maior diâmetro e menor espessura dos biscoitos e menor rendimento de farinha de quebra e teor de amido danificado.

Agradecimentos

Ao programa Bic/CNPq pela bolsa de iniciação científica. Às empresas Embrapa Trigo e OR Melhoramento de Sementes pelo fornecimento do material experimental.

Referências bibliográficas

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9^o. ed., Saint Paul: AACC, 1995. v. 2
2. ANJUM, F. M.; WALKER, C. E. Review on the significance of starch and protein to wheat kernel hardness. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 56, n. 1, p. 1-13, 1991.
3. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 1992. 365 p.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa - SARC n° 7 de 15 de agosto de 2001. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 21 de agosto de 2001.
5. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 8 de 2 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 de junho de 2005.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de setembro de 2005.
7. BRUNO, M. E. C.; CAMARGO, C. R. O. Enzimas proteolíticas no processamento de biscoitos e pães. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 170-178, 1995.
8. CHAVES, J. B. P. **Controle de qualidade para indústria de alimentos**. Viçosa: UFV, 1980. p. 18-30,
9. CHEVALLIER, S. et al. Contribution of major ingredients during baking of biscuit dough systems. **Journal of Cereal Science**, v. 31, n. 2, p. 241-252, 2000.
10. CHOPIN. **Instruction manual laboratory mill CD1**. Villeneuve-la-Garenne: Chopin, 1998. 16 p.
11. EL DASH, A. A.; CAMARGO C. R. O. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1982. 400 p.
12. GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2^o.ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1996. 27 p.
13. GUTKOSKI, L. C.; NODARI, M. L.; NETO, R. J. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23 (Supl.), p. 91-97, 2003.
14. HUNTERLAB. **User's manual with Universal software version 3.5**. Reston: HunterLab, 1998.
15. KULP, K.; OLEWNIK, M. C. Functionality of protein components of soft wheat flour in cookie applications. In: PHILLIPS, R. D.; FINLEY, J. W. (Ed). **Protein quality and the effects of processing**. New York: Food Science and Technology, 1989. p. 371-388.
16. LABUSCHAGNE, M. T.; CLAASSEN, A.; DEVENTER, C. S. Biscuit-making quality of backcross derivatives of wheat differing in kernel hardness. **Euphytica**, v. 96, n. 2, p. 263-266, 1997.
17. MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos**. São Paulo: Varela, 1999.
18. MORGAN, J. E.; WILLIAMS, P. C. Starch damage in wheat flours: a comparison of enzymatic, iodometric, and near-infrared reflectance techniques. **Cereal Chemistry**, v. 72, n. 2, p. 200-212, 1995.
19. MORRISON, W. R.; TESTER, R. F. Properties of damage starch granules. II. Crystallinity, molecular order and gelatinisation of ball-milled starches. **Journal of Cereal Science**, v. 19, n. 2, p. 209-217, 1994.
20. POMERANZ, Y. **Modern cereal science and technology**. New York: VHC Publishers, 1987. 486 p.
21. RAO G. V.; RAO P. H. Methods for determining rheological characteristics of dough: a critical evaluation. **Journal of Food Science Technology**, v. 30, n. 2, p. 77-87, 1993.
22. RASPER, V. F. Quality evaluation of cereal and cereal products. In: LORENZ, K. J. and KULP K. (ed.) **Handbook of cereal science and technology**, New York: Marcel Dekker, 1991. p 595-638.
23. RECOMENDAÇÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO. **Reunião da Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo**. Cruz Alta: Fundacep, 2005.
24. **SAS User's procedures guide**. 5^o ed. Cary: SAS Institute, 1985. 956 p.
25. YAMAMOTO, H. et al. Rheological properties and baking qualities of selected soft wheat grown in the United States. **Cereal Chemistry**, v. 73, n. 2, p. 215-221, 1996.