

Efeitos da Redução do pH na Água de Encharcamento e do Tempo de Armazenamento na Cor e Propriedades de Cocção de Arroz Parboilizado Polido

92

Jorge Tiago Schwanz Göebel¹, Lucas Ávila do Nascimento¹, Juliani Buchveitz Pires¹, Maurício de Oliveira¹, Nathan Levien Vanier¹, Moacir Cardoso Elias¹

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos do uso de bissulfito de sódio e da redução de pH na água de encharcamento e do tempo de armazenamento dos grãos de arroz parboilizado polido sobre parâmetros de cor e propriedades de cocção. Os grãos foram submetidos a etapa de encharcamento em soluções com pH ajustado para pH 6 (controle), pH 3 e pH 1, com e sem adição de bissulfito de sódio 0,2%. Posteriormente, os grãos foram autoclavados e secos até umidade de 13%. Os grãos parboilizados foram armazenados por seis meses. A redução do pH proporcionou aumento da luminosidade e menor amarelecimento dos grãos, principalmente, naqueles encharcados com bissulfito de sódio 0,2%. Além do mais, a redução do pH provocou redução no tempo de cocção e dureza dos grãos, exceto para aqueles encharcados em bissulfito de sódio 0,2% (pH 3 e 1). A redução no pH na água de encharcamento, combinado ou não com bissulfito de sódio, pode ser uma alternativa para redução do amarelecimento em grãos de arroz parboilizados polidos.

Palavras-chaves: Arroz, Bissulfito de Sódio, Coloração, Parboilização.

¹Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário S/N, 96160-000, Capão do Leão, RS. E-mail: jorge.goebel@gmail.com; lucas_an13@hotmail.com; mauricio@labgraos.com.br; nathanvanier@hotmail.com; eliasmc@uol.com.br

INTRODUÇÃO

O arroz é um alimento básico para mais da metade da população mundial, principalmente dos países em desenvolvimento. É considerado uma importante fonte de energia no mundo, tanto na forma de arroz branco, arroz parboilizado polido, parboilizado integral e integral, devido a sua alta concentração de amido, proteínas, minerais e vitaminas principalmente do complexo B (HEINEMANN et al., 2005).

O arroz parboilizado apresenta características distintas em relação em relação aos outros grupos de arroz, como por exemplo, boa solubilidade textura mais firme, bom rendimento de panela e maior período de conservação. No entanto, a coloração amarelada é uma característica indesejada pelos consumidores (LAMBERTS et al., 2006).

A coloração amarela dos grãos de arroz parboilizado é atribuída a fenômenos como: difusão de pigmentos da casca e do pericarpo para a cariopse, escurecimento não-enzimático do tipo Maillard, e alterações enzimáticas durante a etapa de encharcamento (LAMBERTS et al., 2006).

A utilização de agentes branqueadores durante a etapa de encharcamento é uma alternativa para evitar o escurecimento dos grãos parboilizados. Vários compostos contendo grupos tiol, tais como cisteína, glutathione 16 reduzida (GSH), mercaptoetanol e tioureia têm sido investigados como inibidores de escurecimento enzimático (DUDLEY e HOTCHKISS, 1989). Recentemente, Vanier et al. (2015) estudaram os efeitos da adição de diferentes concentrações de bissulfito de sódio à água de encharcamento durante o processo de parboilização, e observaram que a menor concentração (0,2%) foi suficiente para evitar o escurecimento dos grãos e propiciar alto grau de brancura. No entanto, outros estudos buscando melhorar ainda mais as características de coloração e sensoriais dos grãos ainda se fazem necessário.

Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar os efeitos do uso de bissulfito de sódio e da redução de pH na etapa de encharcamento em grãos de arroz parboilizado polido armazenados por seis meses sobre parâmetros de cor e de cocção dos grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) longo-fino com alto teor de amilose (26%) cultivados em sistema irrigado no estado do Rio Grande do Sul/Brasil. Os grãos foram colhidos mecanicamente e secos até a umidade de 13%. Em seguida foram transportados para o LABGRÃOS para o início do experimento.

As amostras de arroz em casca foram colocadas em sacos de tule e dispostas em béquer de vidro com capacidade para um litro. Seis soluções foram preparadas

para serem utilizadas como água de encharcamento, sendo elas: água destilada (pH 6), solução de ácido cítrico com pH 3, solução de ácido cítrico com pH 1, bissulfito de sódio 0,2% com pH 6, bissulfito de sódio 0,2% com pH 3, bissulfito de sódio 0,2% com pH 1

As soluções foram adicionadas na proporção 1:2 (peso de arroz: volume da solução). O material foi mantido em banho maria à temperatura de 65°C durante por 300 minutos. Posteriormente, as soluções foram drenadas e os grãos autoclavados a 110°C por 10 min. As amostras permaneceram em repouso overnight e após foram secos em estufa com circulação forçada de ar a 38°C, até os grãos atingirem 13% de umidade em base úmida. Em seguida foi realizado o descascamento e polimento dos grãos para em seguida serem acondicionados em embalagens de polietileno e armazenados em BOD a 25°C por 6 meses. As análises foram realizadas logo após a secagem e aos seis meses de armazenamento.

O perfil colorimétrico foi avaliado em um colorímetro (Minolta, modelo CR-310, Osaka, Japão) utilizando os parâmetros de cor CIELAB (valor L, valor a* e valor b*). Os valores de L (luminosidade) variam de zero a 100 (cem), sendo zero o preto e cem o branco, e as coordenadas podem variar de -a* (azul) a +a* (vermelho) e -b* (verde) a +b* (amarelo).

O tempo de cocção foi realizado de acordo com o teste Ranghino (Juliano & Bechtel, 1985).

O perfil texturométrico dos grãos cozidos foi determinado utilizando o equipamento marca Stable Micro Systems Texture Analysers, modelo TA.XTplus, com uma célula de carga de 5 kg com uma compressão de dois ciclos (PARK et al., 2012), sendo avaliado o parâmetro dureza (N).

Após a realização das avaliações, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, comparados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados do perfil colorimétrico para o arroz parboilizado em diferentes pH e armazenados por seis meses. A redução do pH resultou em um aumento da luminosidade, valores ainda mais acentuados foram obtidos quando o tratamento foi combinado com bissulfito de sódio (Tabela 1). Para o valor a* não houve alteração em função do pH. Para o valor b*, os grãos tratados com bissulfito de sódio com pH 6, pH 3 e pH 1 apresentaram redução do valor b*, o que indica redução no amarelecimento dos grãos. Não houve mudanças no perfil colorimétrico após seis meses de armazenamento.

TABELA 1. Perfil colorimétrico dos grãos de arroz parboilizados em diferentes pH e armazenados por 6 meses

Solução de encharcamento	Tempo de armazenamento (meses)					
	L		a		b	
	0	6	0	6	0	6
Controle (pH6)	59,3±3,9aC	58,4±2,9aC	2,0±1,1aA	1,8±0,8aA	23,1±1,4aA	23,5±1,2aAB
Ácido cítrico pH3	61,9±2,3aBC	61,9±2,4aBC	0,5±0,8aB	0,8±0,9aAB	21,9±2,5aAB	23,1±2,4aB
Ácido cítrico pH1	61,3±2,6aBC	60,8±3,8aBC	1,5±1,2aA	1,9±1,6aA	23,5±2,3bA	26,3±3,3aA
Bissulfito de sódio (pH6)	63,5±3,0aB	63,4±1,8aB	0,2±0,8aB	0,3±0,8aBC	19,9±2,9aBC	21,3±3,2aBC
Bissulfito de sódio (pH3)	64,0±3,1aB	63,2±1,8aB	0,3±0,4aB	0,5±0,3aCD	19,3±1,4aBC	18,4±1,3aCD
Bissulfito de sódio (pH1)	72,3±3,0aA	70,5±3,2aA	1,6±0,4aA	1,4±0,4aD	17,5±2,6aC	16,7±2,1aD

Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e letras minúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$).

O aumento da luminosidade e redução do valor b^* ocorreu por que o pH e o bissulfito de sódio atuam impedindo que a reação de Maillard seja completada, em virtude da afinidade com produtos intermediários que são incolores (MORALES e VAN BOEKEL, 1997). Além do mais, o ácido cítrico é um potente antioxidante e atua retardando a velocidade das reações que formam os pigmentos escuros (COUTO, BRAZACA, 2010).

Na tabela 2 estão apresentados os resultados do tempo de cocção de arroz parboilizado em diferentes pH e armazenados por 6 meses.

TABELA 2. Tempo de cocção (min) dos grãos de arroz parbolizados em diferentes pH e armazenados por 6 meses

Amostras	Tempo de armazenamento	
	Inicial	6 meses
Controle (pH6)	22,2±0,8 aA	23,5±0,7 aA
pH3	19,9±0,1 bB	21,2±0,3 aB
pH1	16,2±0,3 aC	15,5±0,7 aC
Bissulfito de sódio (controle pH6)	20,5±0,7 aAB	21,2±0,3 aB
Bissulfito de sódio (pH3)	19,6±0,0 aB	19,5±0,7 aB
Bissulfito de sódio (pH1)	15,5±0,3 aC	15,2±0,3 aC

Médias aritméticas simples de três repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e letras minúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$).

O tempo de cocção do arroz é uma das características alteradas com a parboilização, juntamente com a cor, resistência a fricção e composição nutricional (BHATTACHARYA, 1996). Como apresentado na tabela 2, o tempo de cocção foi reduzido com adiminuição do pH, combinado ou não com bissulfito de sódio. Quando encharcados em pH, com ou sem bissulfito de sódio, há redução de até 5 minutos em relação ao controle (pH 6). A redução do tempo de cocção se deve a uma maior desestruturação celular e desnaturação das proteínas, decorrentes da adição dos ácidos, o que reduz o pH da água, facilitando a absorção de água pelo grão no momento da cocção (GHASEMI et al., 2008). Não houve alteração para o tempo de cocção após seis meses de armazenamento (Tabela 2).

A dureza dos grãos de arroz é reduzida conforme a redução do pH (Tabela 3). Essa redução pode ser devido ao enfraquecimento na estrutura do complexo amido-proteína. Na presença do bissulfito de sódio houve um acréscimo na dureza dos grãos, possivelmente relacionado à característica da proteína do arroz, orizenina, que é de alta hidrofobicidade e baixo poder de inchamento em meio neutro (LUMBUDWONG e SEIB, 2000). Já após o armazenamento pode-se verificar que o arroz não apresentou diferença ($p < 0,05$) na dureza, exceto para o tratamento com bissulfito de sódio em pH1. Esse aumento na dureza é devido à diminuição na capacidade de hidratação dos grânulos de amido (ZHOU et al., 2007).

TABELA 3. Dureza dos grãos de arroz parbolizados em diferentes pH e armazenados por 6 meses

Amostras	Tempo de armazenamento	
	Inicial	6 meses
Controle (pH6)	52,9±7,3 bB	74,6±6,8 aA
pH3	51,1±7,4 bB	68,9±9,1 aA
pH1	48,4±6,6 bB	75,1±7,0 aA
Bissulfito de sódio (controle pH6)	70,1±7,3 aA	67,0±9,8 aA
Bissulfito de sódio (pH3)	72,4±6,9 aA	68,4±8,4 aA
Bissulfito de sódio (pH1)	53,8±6,8 aB	55,8±5,2 aB

Médias aritméticas simples de três repetições \pm desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e letras minúsculas na mesma linha, diferem entre si pelo teste LSD ($P < 0,05$).

A redução no pH na água de encharcamento, combinada ou não com bissulfito de sódio 0,2% pode ser uma alternativa para redução do amarelecimento em grãos de arroz parboilizados polidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62-66, 1978

GHASEMI, E.; HAMED MOSAVIAN, M. T.; HADDAD KHODAPARAST, M. H. The effect of acetic and lactic acid on the oil uptake, texture and color of rice (*Sang tarom*) during

cooking. **World Applied Sciences Journal**, v. 4, p. 183-187, 2008.

HEINEMANN, R. J. B.; FAGUNDES, P. L.; PINTO, E. A.; PENTEADO, M. V. C.; LANFER-MARQUEZ, U. M. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, p. 287-296, 2005.

JULIANO, B. O.; BECHTEL, D. B. **The rice grain and its gross composition**. In: Rice: Chemistry and Technology (edited by E.T. Champagne). p. 17–57. New Orleans, MN, USA: American Association of Cereal Chemists. Chapter 2, 1985.

LAMBERTS, L.; BRIJS, K.; MOHAMED, R.; VERHELST, N.; DELCOUR, J. A. Impact of browning reactions and bran pigments on color of parboiled rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 9924–9929, 2006.

LAMBERTS, L.; ROMBOUTS, I.; BRIJS, K.; GEBRUERS, K.; DELCOUR, J. A. Impact of parboiling conditions on Maillard precursors and indicators in long-grain rice cultivars. **Food Chemistry**, v. 110, p. 916–922, 2008.

LUMBDUBWONG, N.; SEIB, P. A. Rice starch isolation by alkaline protease digestion of wet-milled rice flour. **Journal of Cereal Science**, v. 31, n. 1, p. 63-74, 2000.

MORALES, F. J.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. A. Study on advanced Maillard reaction in heated casein/sugar solutions: fluorescence accumulation. **International Dairy Journal**, v. 7, p. 675–683, 1997.

PARK, C.; KIM, Y.; PARK, K.; KIM, B. Changes in physicochemical characteristics of rice during storage at different temperatures. **Journal of Stored Products Research**. v. 48, p. 25-29, 2012.

SELLAPAN, K.; DATTA, K.; PARKHI, S.K.; DATTA, S.K. Rice caryopsis structure in relation to distribution of micronutrients (iron, zinc, β -carotene) of rice cultivars including transgenic indica rice. **Plant Science**, v. 177, p. 557-562, 2009.

VANIER, N. L.; PARAGINSKI, R. T.; BERRIOS, J. J.; OLIVEIRA, L. C., ELIAS, M. C. Thiamine content and technological quality properties of parboiled rice treated with sodium bisulfite: Benefits and food safety risk. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41, p. 98-103, 2015.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Effect of storage temperature on cooking behavior of rice. **Food Chemistry**, v. 105, p. 491-497, 2007.