

PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE GENÓTIPOS DE ARROZ HÍBRIDO SUBMETIDOS À PARBOILIZAÇÃO EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE AUTOCLAVAGEM

THAYNÁ CORPES PEREIRA¹; FRANCIENE ALMEIDA VILLANOVA²; NATHAN
LEVIEN VANIER³; MAURÍCIO DE OLIVEIRA⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – thaynacorpes@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – francienevillanova@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – nathanvanier@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – mauricio@labgraos.com.br

1. INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais cultivados e consumidos devido à alta concentração de amido, proteínas, minerais e vitaminas. Tendo em vista a alta demanda do produto, cultivares híbridas que apresentam maior tamanho de panícula, bem como maior produção de biomassa, têm sido desenvolvidas através do melhoramento genético, visando maior produtividade em relação às cultivares não híbridas (WANG e DENG, 2018). Entretanto, o maior tamanho das panículas ocasiona aumento na desuniformidade de maturação dos grãos, o que eleva a incidência de grãos gessados e espiguetas estéreis (DONG et al., 2012).

O arroz parboilizado, que corresponde a aproximadamente 20% da produção total de arroz no mundo, é produzido através da adição das etapas de encharcamento, autoclavagem e secagem ao processo convencional de industrialização de arroz. O processo de parboilização proporciona melhorias na qualidade dos grãos através do aumento do rendimento de grãos inteiros, obtenção de grãos mais translúcidos, maior estabilidade ao armazenamento e melhor textura após cocção. Essas alterações advindas da parboilização são altamente dependentes das condições de processamento. Desta forma, as condições de temperatura, pressão e tempo de exposição aplicadas no processo têm sido amplamente investigadas (ROCKEMBACH et al., 2019; LEETHANAPANICH et al., 2016; LAMBERTS et al., 2008).

Dependendo da intensidade da parboilização, os grãos podem apresentar diferenças na qualidade tecnológica, físico-química e sensorial. Estudos relatam que o uso de altas temperaturas e condições de alta pressão podem favorecer a ocorrência de reações de escurecimento não enzimático do tipo Maillard, e assim contribuir na intensificação da coloração amarelada dos grãos (BHATTACHARYA e SUBBA RAO, 1996). Além disso, as variáveis pressão e tempo de exposição influenciam no rendimento de grãos inteiros e na firmeza dos grãos, os quais podem ser reduzidos em condições de alta pressão associada a tempos longos de exposição à autoclavagem (PATINDOL et al., 2008).

Neste contexto, objetivou-se, com o presente estudo, avaliar efeitos da pressão de autoclavagem sobre a brancura, o percentual de grãos quebrados, o tempo de cocção e a dureza de arroz parboilizado obtido a partir de cultivares híbridas.

2. METODOLOGIA

Foram utilizados os genótipos híbridos de arroz Lexus CL e Inov CL, os quais foram cultivados no município de Pelotas, Rio Grande do Sul. Para a etapa de encharcamento, os grãos em casca (300 g) foram colocados em béqueres de 1L e água destilada foi adicionada às amostras no volume de 0,9 L. O material foi mantido em banho-maria com temperatura controlada de 65 °C durante 6 h, sendo posteriormente autoclavados durante 10 min sob três diferentes pressões: 0,25 kgf.cm⁻², 0,50 kgf.cm⁻² e 0,75 kgf.cm⁻². Ao término da autoclavagem, as amostras foram mantidas à temperatura ambiente durante aproximadamente 12 h, e na sequência os grãos foram secos em estufa a 38 °C até atingir 12% de umidade. Para obter os grãos polidos, o arroz em casca (100 g) foi descascado e polido em engenho de provas Zaccaria (Tipo PAZ-1-DTA, Zaccaria, Brasil), com percentual de remoção de farelo entre 6 e 7%.

A brancura total dos grãos polidos foi avaliada com o auxílio do analisador estatístico de grãos Modelo S21 (S21 Solutions), baseado na análise de imagens digitais de cada amostra. A determinação dos grãos quebrados foi realizada previamente com uso de trieur (cilindro alveolado) do engenho de provas Zaccaria durante um minuto e, posteriormente, o comprimento dos grãos quebrados foi medido com paquímetro digital (Mitutoyo, Santo Amaro, SP, Brasil), considerando quebrados os grãos com comprimento inferior à 4,5 mm, conforme as normas brasileiras de classificação do arroz (BRASIL, 2009).

O tempo de cocção foi determinado pelo teste de Ranghino, conforme descrito por Mohapatra e Bal (2006). A dureza do arroz cozido foi determinada através de um texturômetro, conforme descrito por Paiva et al. (2016), utilizando-se sistema equipado com uma célula de carga de 5 kg com compressão de dois ciclos para comprimir até 90% da espessura original dos grãos, probe cilíndrico de 4,5 cm de diâmetro, velocidade de teste de 1mm.s⁻¹ e tempo entre compressões de 3 segundos. Foram analisados 3 grãos em cada determinação, totalizando dez determinações por tratamento.

Os dados foram analisados por análise de variância (ANOVA, $P \leq 0,05$) e, no caso de significância, os efeitos das pressões de autoclavagem foram comparados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$) e a comparação entre cultivares em uma mesma pressão de autoclavagem foi avaliada pelo teste t de Student ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os valores de brancura total dos grãos parboilizados sob diferentes pressões de autoclavagem.

Tabela 1 - Brancura total⁽¹⁾ de arroz parboilizado autoclavado a diferentes pressões de autoclavagem.

Genótipo	Pressão de autoclavagem (kgf.cm ⁻²)		
	0,25	0,50	0,75
Lexus CL	121,52±0,13 ^{Aa}	117,13±1,10 ^{Ab}	117,32±0,89 ^{Ab}
Inov CL	119,27±0,99 ^{Aa}	117,59±0,72 ^{Aa}	114,61±0,10 ^{Ab}

Média aritmética de duas determinações ± desvio padrão. Valores seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$), ⁽¹⁾ Unidade de escala do S21.

Observou-se para a cultivar Lexus CL que a utilização de pressões mais elevadas (0,50 e 0,75) ocasionou a diminuição da brancura dos grãos, enquanto que para o genótipo Inov CL a redução da brancura dos grãos ocorreu somente

na condição mais drástica de autoclavagem ($0,75 \text{ kgf.cm}^{-2}$). As alterações na coloração dos grãos parboilizados influenciam na aceitabilidade do produto no mercado e podem estar relacionadas a fatores como escurecimento não enzimático do tipo Maillard, reações de escurecimento enzimático e também a migração de pigmentos presentes na casca para o interior dos grãos (ALI e BHATTACHARYA, 1980; BHATTACHARYA e RAO, 1966; LAMBERTS et al., 2006). Desta forma, acredita-se que o aumento da pressão promoveu a intensificação do escurecimento dos grãos devido ao aumento da temperatura de processo, o que favorece as reações de escurecimento e facilita a solubilização e difusão de pigmentos hidrossolúveis para o interior do endosperma dos grãos.

Na tabela 2 estão apresentados o teor de grãos quebrados, o tempo de cocção e a dureza de grãos parboilizados das cultivares Lexus CL e Inov CL submetidas a diferentes pressões de autoclavagem.

Tabela 2 - Grãos quebrados, tempo de cocção e dureza de arroz parboilizado sob diferentes pressões de autoclavagem ($0,25$, $0,50$ e $0,75 \text{ kgf.cm}^{-2}$).

Genótipo	Pressão de autoclavagem (kgf.cm^{-2})		
	0,25	0,50	0,75
	Grãos quebrados (%)		
Lexus CL	$7,46 \pm 0,58^{Aa}$	$3,12 \pm 0,20^{Bb}$	$3,02 \pm 0,57^{Ab}$
Inov CL	$6,62 \pm 1,43^{Aa}$	$4,72 \pm 0,01^{Aab}$	$2,17 \pm 0,37^{Ab}$
	Tempo de cocção (min)		
Lexus CL	$17,88 \pm 0,53^{Aa}$	$17,75 \pm 0,35^{Aa}$	$17,52 \pm 0,30^{Aa}$
Inov CL	$17,49 \pm 0,01^{Aa}$	$17,83 \pm 0,11^{Aa}$	$17,83 \pm 0,24^{Aa}$
	Dureza (g)		
Lexus CL	$4940,39 \pm 376,65^{Ab}$	$5858,59 \pm 518,01^{Aa}$	$5604,50 \pm 429,76^{Ba}$
Inov CL	$4933,13 \pm 562,33^{Ac}$	$6215,25 \pm 370,01^{Ab}$	$7234,54 \pm 764,45^{Aa}$

Os resultados são a média \pm desvio padrão. Valores seguidos por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P \leq 0,05$).

O genótipo Lexus CL apresentou redução no percentual de grãos quebrados quando a pressão foi elevada para $0,50 \text{ kgf.cm}^{-2}$, no entanto, o percentual de quebrados desta condição foi estatisticamente semelhante ao obtido na pressão de $0,75 \text{ kgf.cm}^{-2}$. Para a cultivar Inov CL, a redução dos grãos quebrados foi observada na autoclavagem com pressão mais drástica ($0,75 \text{ kgf.cm}^{-2}$). Durante o processo de parboilização, o uso de pressões mais elevadas proporciona a intensificação do processo de gelatinização do amido, que por sua vez, favorece a reorganização das moléculas de amiose e amilopectina no processo seguinte de retrogradação, aumentando a rigidez e a dureza dos grãos e elevando o percentual de grãos inteiros (BUGGENHOUT et al., 2013).

Quanto à dureza, observou-se aumento significativo para ambas as cultivares com o aumento da pressão utilizada. Os grãos da cultivar Lexus CL exibiram aumento da dureza nas condições de $0,50$ e $0,75 \text{ kgf.cm}^{-2}$, não diferindo-se entre essas condições. Para o genótipo Inov CL, observou-se uma correlação positiva entre a dureza e as pressões estudadas, havendo um aumento gradativo dos valores de dureza conforme o aumento da pressão aplicada. Além disso, a dureza diferiu entre os genótipos na condição mais drástica de autoclavagem, sendo maior para o genótipo Inov CL. Segundo Leethanapanich et al. (2016), o aumento da dureza de grãos parboilizados pode ser resultante do processo de gelatinização do amido, o qual se intensifica em condições mais drásticas de autoclavagem. Além disso, o aumento da dureza relaciona-se com o aumento da firmeza e da resistência mecânica dos grãos, o que proporciona redução do

índice de quebra (Tabela 2) e melhora a textura dos grãos através da maior solubilidade após cocção.

4. CONCLUSÕES

O uso de pressões de autoclavagem acima de 0,50 kgf.cm⁻² é recomendado para a parboilização de arroz de cultivares híbridas, visando à melhoria da qualidade tecnológica do produto final, como menor índice de grãos quebrados e maior solubilidade dos grãos após cocção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, S.Z.; BHATTACHARYA, K.R. Changes in sugars and amino acids during parboiling of rice. **Journal of Food Biochemistry**, v. 4, p. 169–179, 1980.
- BHATTACHARYA, K. R.; SUBBA RAO, P. V. Processing conditions and milling yield in parboiling of rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 14, p. 473- 475, 1996.
- BRASIL (2009). Ministério da Agricultura. Pecuária e Abastecimento. **Comissão Técnica de Normas e Padrões. Regulamento Técnico do Arroz**. Instrução Normativa Nº06. de 16.02.2009.
- BUGGENHOUT, J.; BRIJS, K.; CELUS, I.; DELCOUR, J. A. The breakage susceptibility of raw and parboiled rice: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 117, p. 304-315, 2013.
- DONG, M-H.; CHEN, P-F.; XIE, Y-L.; QIAO, Z-Y.; YANG, J-C. Variations in carbohydrate and protein accumulation among spikelets at different positions within a panicle during rice grain filling. **Rice Science**, v. 19, p. 223-232, 2012.
- LEETHANAPANICH, K.; MAUROMOUSTAKOS, A.; WANG, Y-J. Impacts of parboiling conditions on quality characteristics of parboiled commingled rice. **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 283-289, 2016.
- 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.
- LAMBERTS, L.; DE BIE, E.; DERYCKE, V.; VERAVERBEKE, W. S.; DE MAN, W.; DELCOUR, J. A. Effect of Processing Conditions on Color Change of Brown and Milled Parboiled Rice. **Cereal Chemistry**, v. 83, p. 80–85, 2006.
- MOHAPATRA, D.; BAL, S. Cooking quality and instrumental textural attributes of cooked rice for different milling fractions. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 253-259, 2006.
- PAIVA, F. F.; VANIER, N. L.; BERRIOS, J. J.; PINTO, V. Z.; WOOD, D.; WILLIAMS, T.; PAN, J.; ELIAS, M. C. Polishing and parboiling effect on the nutritional and technological properties of pigmented rice. **Food Chemistry**, v. 191, p. 105-112, 2016.
- PATINDOL, J.; NEWTON, J.; WANG, Y.-J. Functional Properties as Affected by Laboratory-Scale Parboiling of Rough Rice and Brown Rice. **Journal of Food Science**, v. 73, p. 370-377, 2008.
- ROCKEMBACH, C. T.; EL HALAL, S. L. M.; MESKO, M. F.; GUTKOSKI, L. C.; ELIAS, M. C.; OLIVEIRA, M. Morphological and physicochemical properties of rice grains submitted to rapid parboiling by microwave irradiation. **LWT**, v. 103, p. 44-52, 2019.