

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE GENÓTIPOS DE ARROZ HÍBRIDO SUBMETIDOS À PARBOILIZAÇÃO COM DIFERENTES PRESSÕES DE AUTOCLAVAGEM

Aline Machado Alves¹; Franciene Villanova²; Edimara Polidoro²; Ya-Jane Wang³; Nathan Levien Vanier⁴; Maurício de Oliveira⁴

Palavras-chave: Arroz híbrido, parboilização, autoclavagem.

INTRODUÇÃO

A busca por genótipos mais produtivos está cada vez maior entre os produtores de arroz que, além da produtividade, requerem por cultivares que apresentem alta qualidade industrial, o que está relacionado com o maior rendimento de grãos inteiros e ao baixo percentual de defeitos. Por apresentarem maior comprimento e número de panículas, os genótipos híbridos exibem maior produtividade quando comparados aos não híbridos. Porém, devido à desuniformidade na maturação, essas cultivares possuem baixo rendimento de grãos inteiros e maior percentual de grãos gessados (opacos), o que impacta negativamente o desempenho industrial (YANG; ZHANG, 2010; WANG; CHENG, 2004).

Desta forma, o processo parboilização que compreende as etapas de encharcamento, autoclavagem e secagem, é visto como alternativa para melhorar as propriedades tecnológicas de genótipos híbridos, devido à ocorrência dos fenômenos de gelatinização e retrogradação do amido que resultam no aumento do rendimento de grãos inteiros (AMATO, 2017; LEETHANAPANICH et al., 2016). Os grãos parboilizados podem apresentar diferenças nas propriedades físico-químicas dependendo das condições de autoclavagem, sendo que condições severas resultam no aumento da dureza e do tempo de cocção dos grãos, enquanto condições mais brandas resultam em menor rendimento de grãos inteiros, o que pode estar associado ao grau de gelatinização do amido (GGA) (TAGHINEZHAD et al., 2016).

O GGA pode ser determinado por calorimetria diferencial de varredura (DSC), através da comparação das propriedades térmicas dos grãos antes e após parboilização. Devido ao processo de gelatinização, a estrutura cristalina dos grânulos de amido é alterada para a forma amorfa, e esta mudança pode ser estimada através da cristalinidade relativa (CR). Além disso, durante o processo de gelatinização ocorre a lixiviação de moléculas de amilose para o meio, que por sua vez, pode preencher poros internos e reduzir a presença de fissuras nos grãos (DENARDIN e SILVA, 2009; ELIAS et al., 2015).

Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar efeitos da pressão de autoclavagem sobre as propriedades térmicas, a cristalinidade relativa e a porosidade interna de grãos de arroz parboilizado de genótipos híbridos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz da classe longo fino das cultivares híbridas Titan CL (média amilose) e Inov CL (alta amilose), cultivados no município de Pelotas – RS, na safra de 2016/17 sob

¹ Acadêmica do Curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas. E-mail: aline.m.alves@hotmail.com

² Engenheira Agrônoma, MSc., Doutoranda no Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas. E-mail: francienevillanova@hotmail.com; edimarapolidoro@hotmail.com

³ Química Agrícola, Dr., Professora do Departamento de Ciência de Alimentos da University of Arkansas. E-mail: yjwang@uark.edu

⁴ Eng. Agrônomo, Dr., Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial, da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas. Email: nathanvanier@hotmail.com

sistema irrigado.

O processo de parboilização para cada genótipo de arroz híbrido foi realizado em triplicata, onde os grãos de arroz em casca (300g) foram dispostos em béquer de vidro e adicionou-se água destilada pré-aquecida (65 °C) na proporção 1:3 (p/v). O material foi mantido em banho-maria com temperatura controlada de 65°C durante 6 horas, conforme definido previamente através de curvas de hidratação dos grãos. Na sequência, drenou-se a água de cada béquer e os grãos hidratados foram autoclavados por 10 minutos a três diferentes condições de pressão (0,25, 0,50 e 0,75 kgf.cm⁻²), sendo deixados posteriormente em repouso à temperatura ambiente (25 °C) por aproximadamente 12 horas. Os grãos parboilizados foram secos em estufa com circulação de ar (38 °C) até atingir 12% de umidade. Após a secagem, os grãos parboilizados foram descascados e polidos em engenho de provas Zaccaria (Tipo PAZ-1-DTA, Zaccaria, Brasil), e uma parte destes grãos foi destinada à moagem em um moinho de laboratório para uso na realização das análises.

As propriedades térmicas dos grãos parboilizados foram determinadas em duplicata de acordo com Pinkaew et al. (2017) e o grau de gelatinização do amido (GGA) foi calculado como descrito por Taghinezhad et al. (2016), utilizando a fórmula: $GGA (\%) = (1 - \Delta H / \Delta H^*) \times 100$; onde ΔH é a entalpia de gelatinização do arroz parboilizado e ΔH^* é entalpia de gelatinização do arroz integral (antes da parboilização).

A cristalinidade relativa (CR) das farinhas foram obtidas conforme descrito por Vanier et al. (2017) usando a seguinte equação: $CR (\%) = (Ac / (Ac + Aa)) \times 100$; onde Ac é a área cristalina e Aa é a área amorfa nos difratogramas de raios-X. A determinação da porosidade interna dos grãos foi realizada através de um picnômetro a gás, conforme descrito por Chang (1988), utilizando-se gás hélio para determinar os volumes e as densidades do arroz parboilizado.

Os resultados obtidos 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 apresentadas as propriedades térmicas de grãos de arroz parboilizado autoclavados em diferentes pressões.

Tabela 1. Propriedades térmicas de arroz parboilizado sob diferentes condições de autoclavagem.

Genótipo	To (°C)		
	Pressão de autoclavagem kgf.cm ⁻²		
	0,25	0,50	0,75
Titan CL	A 74,25±0,56 c	A 78,43±0,17 b	A 80,04±0,12 a
Inov CL	B 70,61±0,29 c	B 73,42±0,47 b	B 75,90±0,72 a
Genótipo	Tp (°C)		
	A 81,45±0,47 b	A 84,98±0,24 a	A 86,59±0,59 a
	B 75,25±0,24 b	B 78,28±0,71 ab	B 80,62±1,17 a
Genótipo	Tc (°C)		
	A 89,78±1,05 a	A 92,62±0,64 a	A 92,75±0,49 a
	B 80,75±0,30 b	B 84,08±0,64 a	B 84,46±0,47 a
Genótipo	ΔH (J/g)		
	A 8,60±0,15 a	A 3,70±0,23 b	A 2,70±0,24 c
	B 4,97±0,28 a	B 1,19±0,05 b	B 0,33±0,07 c

Médias aritméticas simples de duas determinações ± desvio padrão, seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna e letras minúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

As temperaturas de início (To), pico (Tp) e conclusão (Tc) de gelatinização apresentaram

diferença significativa entre as pressões e os genótipos estudados. O genótipo Titan CL, independentemente da pressão, apresentou maiores valores de temperaturas de gelatinização quando comparado ao híbrido Inov CL, o que pode estar relacionado com o maior conteúdo de amilopectina presente neste genótipo. Segundo Denardin e Silva (2009), a organização estrutural das moléculas de amilopectina conferem maior resistência ao processo de gelatinização, o que resulta em maior energia necessária para rompimento das cadeias, estando em acordo com os maiores valores de entalpia (ΔH) observados para o genótipo Titan CL.

A Tabela 2 apresenta a cristalinidade relativa e o grau de gelatinização de arroz parboilizado. O genótipo Titan CL apresentou maior CR e menor GGA em relação ao genótipo Inov CL.

Tabela 2. Cristalinidade relativa e grau de gelatinização de arroz parboilizado sob diferentes condições de autoclavagem.

Genótipo	Cristalinidade relativa - CR (%)		
	Pressão de autoclavagem (kgf.cm ⁻²)		
	0,25	0,50	0,75
Titan CL	25,02	21,34	20,51
Inov CL	20,67	16,11	12,76
Genótipo	Grau de gelatinização do amido - GGA (%)		
	0,25	0,50	0,75
	0,25	0,50	0,75
Titan CL	22,66	66,73	75,72
Inov CL	52,44	88,61	96,84

A maior CR apresentada pelo Titan CL pode ser atribuída ao seu menor teor de amilose. Além disso, a maior proporção de amilopectina no genótipo Titan CL confere maior grau organizacional aos grânulos de amido e maior área cristalina. Observou-se também que em condições mais severas de autoclavagem ocorre a redução na cristalinidade relativa das farinhas (Tabela 2), o que é resultante da maior intensidade do processo de gelatinização e rompimento das estruturas cristalinas do amido.

O GGA teve relação direta com a pressão de autoclavagem (Tabela 2). As pressões mais elevadas podem ter facilitado à hidratação dos grãos, promovendo maior inchamento dos grânulos de amido e possibilitando um processo de gelatinização mais efetivo. Com isso, os grãos passam a ter uma estrutura mais translúcida e menos opaca, resultando em perda de cristalinidade. Um maior GGA resulta em grãos mais duros e firmes, que se apresentam mais resistentes às operações de beneficiamento e mais soltos após a cocção.

Na Tabela 3 está apresentada a porosidade interna de grãos de arroz parboilizado autoclavados em diferentes pressões.

Tabela 3. Porosidade interna (%) de arroz parboilizado sob diferentes condições de autoclavagem.

Genótipo	Pressão de autoclavagem		
	0,25	0,50	0,75
Titan CL	A 10,20±0,18 a	A 9,67±0,76 a	A 7,57±0,21 b
Inov CL	A 11,86±1,26 a	A 9,97±1,26 b	A 6,75±0,54 b

Médias aritméticas simples de duas determinações \pm desvio padrão, seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna e letras minúsculas iguais na mesma linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância ($p < 0,05$).

Observando a mesma condição de autoclavagem, a porosidade interna não apresentou diferença entre os genótipos. No entanto, na condição mais drástica de autoclavagem, foi observada redução significativa da porosidade interna para ambos os genótipos, o que pode ser atribuído à maior lixiviação de amilose pelo aumento na intensidade de gelatinização do amido

dos grãos, uma vez que as moléculas de amilose lixiviadas podem preencher os espaços intercelulares dos grãos (ELIAS et al., 2015). A determinação da porosidade é importante pois a redução da mesma pode acarretar em menor taxa de hidratação dos grãos durante o processo de cocção, causando um aumento no tempo de preparo dos mesmos.

CONCLUSÃO

Alterações no processo de parboilização podem alterar as características térmicas e físico-químicas dos genótipos híbridos de arroz. Neste estudo, verificou-se que o binômio genótipo e condição de parboilização influenciam nas propriedades térmicas, cristalinidade relativa e porosidade interna dos grãos. Essas propriedades são importantes industrialmente, pois as mesmas remetem à firmeza e resistência a quebra dos grãos durante o beneficiamento. Quanto ao comportamento de cocção, grãos com maior grau de gelatinização e menores valores de cristalinidade relativa e porosidade interna exigem maior tempo de cocção.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, FAPERGS, SDECT-RS, Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul e University of Arkansas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMATO, G. W. **Arroz no Programa Mundial de Alimento das Nações Unidas**. Porto Alegre: IRGA, 2017. 80p.
- CHANG, C. S. Measuring density and porosity of grain kernels using a gas pycnometer. **Cereal Chemistry**, v. 65, p. 13-15, 1988.
- DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 945-954, 2009.
- ELIAS, Moacir Cardoso; OLIVEIRA, Maurício de; VANIER, Nathan Levien. **Qualidade de arroz na pós-colheita e na agroindústria: análise, conservação e tipificação**. Pelotas: Santa Cruz, 2015. 221 p.
- 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.
- LI, T.; LI, C.; LI, C.; XU, F.; FANG, Z. Porosity of flowing rice layer: Experiments and numerical simulation. **Biosystems Engineering**, v. 179, p.1-12, 2019.
- PINKAEW, H.; WANG, Y-J.; NAIVIKUL, O. Impact of pre-germination on amylopectin molecular structures, crystallinity, and thermal properties of pre-germinated brown rice starches. **Journal of Cereal Science**, v. 73, p. 151-157, 2017.
- TAGHINEZHAD, E.; KHOSHAGHAZA, M. H.; MINAEI, S.; SUZUKI, T.; BRENNER, T. Relationship Between Degree of Starch Gelatinization and Quality Attributes of Parboiled Rice During Steaming. **Rice Science**, v. 23, p. 339-344, 2016.
- VANIER, N. L.; OLIVEIRA, J. P.; BRUNI, G. P.; EL HALAL, S. L. M.; VILLANOVA, F. A.; ZAVAREZE, E. R.; DIAS, A. R. G.; BASSINELLO, P. Z. Characteristics of starch from different bean genotypes and its effect on biodegradable films. **Journal of The Science of Food and Agriculture**, v. 99, p. 1207-1214, 2017.
- WANG, F.; CHENG, F. M. Research advances in the relationships between ABA and rice grain filling. **Seed**, v.23, p. 31-35, 2004.
- YANG, L.; ZHANG, J. Grain filling problem in “super” rice. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, p. 1-5, 2010.