

## EFEITOS DO GENÓTIPO, DA EMBALAGEM E DO TEMPO DE PRATELEIRA SOBRE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE FARINHAS INTEGRAIS DE MILHO

MIREGE ROBAINA<sup>1</sup>; JESSIE TUANI CAETANO CARDOSO<sup>2</sup>; NEWITON DA SILVA TIMM<sup>3</sup>; ADRIANO HIRSCH RAMOS<sup>4</sup>; CRISTIANO DIETRICH FERREIRA<sup>5</sup>; MAURÍCIO DE OLIVEIRA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [viviamirege@gmail.com](mailto:viviamirege@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jessiecaetano@hotmail.com](mailto:jessiecaetano@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Maria – [newiton.silva.timm@hotmail.com](mailto:newiton.silva.timm@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [adriano.hirsch@hotmail.com](mailto:adriano.hirsch@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos – [cristiano.d.f@hotmail.com](mailto:cristiano.d.f@hotmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [mauricio@labgraos.com.br](mailto:mauricio@labgraos.com.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zeamays* L.) é um cereal produzido e consumido de diferentes formas. No Brasil, terceiro maior produtor mundial de milho, este cereal está presente em inúmeras aplicações, que vão desde o consumo *in natura* (espiga cozida ou assada), á rações animais, bebidas (refrescos, cervejas e chás), como ingrediente principal de variadas preparações culinárias (polenta, mingau, canjica, bolos, biscoito e cuscuz) ou como coadjuvantes em alimentos processados (amido e farinha) (VALMORBIDA, 2016).

Diversos genótipos de milho são produzidos no Brasil, dentre eles, comerciais e crioulos. Desta forma, alguns genótipos crioulos de milhos farináceos são especiais, pois apresentam em sua composição maior teor de amido, baixa densidade e aplicabilidade na panificação (EICHOLZ, 2013).

Farinhas integrais de milho apresentam alto valor biológico de interesse ao consumidor (MOREIRA, et al., 2015). O milho apresenta compostos antioxidantes, como carotenóides, flavonóides e ácidos fenólicos, que auxiliam tanto na conservabilidade do grão e quanto na prevenção de doenças no consumidor (MORALES DE LA PENÃ, et al., 2011). Segundo EICHOLZ et al. (2018) os genótipos de milho com endosperma completamente farináceo, como o milho branco e amarelo, apresentam promissora aplicabilidade para o desenvolvimento de produtos livres de glúten, destinados ao público celíaco. Além da alta proporção de amido, os grãos de milho possuem especialmente no gérmen um considerável teor de óleo, que é suscetível a ação de lipases e a acidificação e distribuídas nos grãos, as proteínas, cuja solubilidade geralmente define a aplicabilidade das farinhas (FERREIRA et al., 2020).

Quando na prateleira, a qualidade do armazenamento e do tipo de embalagem é essencial para a manutenção das características físico-químicas e tecnológicas da farinha de milho, e para possibilitar um maior tempo de prateleira sem alterações significativas. Além disso, não foram encontrados estudos sobre o tempo de prateleira de farinhas de milho, principalmente se tratando de variedades especiais como os genótipos com endosperma farináceo. Sendo assim, o objetivou-se avaliar efeitos da embalagem e do tempo de prateleira de farinhas integrais de milho produzidas a partir dos genótipos branco farináceo e amarelo farináceo sobre a acidez, atividade da enzima lipase proteína solúvel.

### 2. METODOLOGIA

Foram utilizados os genótipos de milho amarelo farináceo (CMST 029) e branco farináceo (BRS 015FB), colhidos na Embrapa Clima Temperado, na safra 2017/2018. Imediatamente após a colheita os grãos foram transportados ao Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), onde foram realizados os experimentos. Os grãos foram secos em secador experimental de leito fixo com temperatura de 30 °C e velocidade do ar de 0,5 m.s<sup>-1</sup> até 13% de umidade. Após a secagem, os grãos foram moídos em moinho de laboratório (Perten 3100, Perten Instruments, Huddinge, Sweden), equipado com uma peneira de 35-mesh de diâmetro para padronizar a granulometria da farinha.

As farinhas (milho branco e amarelo) foram estocadas em embalagens de papel (Kraft 40gr, 100% celulose virgem) e plástico (espessura de 0,016 mm) e foram realizadas coletas em 0, 6 e 12 meses de tempo de prateleira. Foi mensurada a acidez das farinhas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). A atividade residual da enzima lipase foi determinada de acordo com a metodologia proposta por KAUR et al. (1993). Foi mensurado o teor de proteína solúvel de acordo com o método descrito por LIU et al. (1992).

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com 95% de confiabilidade. As análises complementares foram realizadas por teste-t para comparar os genótipos e as embalagens e por teste de Tukey para comparar entre os tempos de prateleira.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de acidez, atividade lipase e proteína solúvel das farinhas dos genótipos de milho branco e amarelo farináceo armazenados em diferentes tipos embalagens e submetidos a três tempos de prateleira (0, 6 e 12 meses).

O genótipo amarelo farináceo apresentou maior acidez em 6 meses em papel e em 12 meses, armazenado em papel e plástico. Independente do genótipo, em 6 e 12 meses de tempo de prateleira as farinhas embaladas com papel apresentaram a maior acidez. Além disso, de acordo com o aumento do tempo de prateleira foi observado um aumento na acidez das farinhas, independente do genótipo e embalagem (Tabela 1).

Inicialmente foi observada a maior atividade de lipase no genótipo amarelo farináceo. Já em 12 meses, quando armazenado em embalagem de papel foi observado maior atividade de lipase no genótipo amarelo farináceo e quando armazenado em embalagem de plástico foi observada a maior atividade de lipase no genótipo branco farináceo. No genótipo amarelo farináceo, em 6 e 12 meses foram observadas maiores atividades de lipase na farinha embalada com papel. Independente do genótipo e da embalagem, em 6 meses foram observadas as maiores atividades de lipase (Tabela 1).

O aumento da acidez do óleo de milho foi resultado da hidrólise lipídica de triacilgliceróis (NAZ et al., 2004), devido a ação de lipases presente nos próprios grãos ou produzidas por microrganismos associados (RAJARAMMANNA et al., 2010). A lipase hidrolisa a ligação éster entre glicerol e ácidos graxos, promovendo aumento da concentração de ácidos graxos livres e conseqüentemente, da acidez. Além disso, a liberação desses ácidos graxos auxilia nas reações de oxidação das farinhas (PIROZI et al, 1988). A menor acidificação verificada em farinha armazenada em embalagens plásticas se deve provavelmente a menor ação de microrganismos aeróbicos, devido a menor

disponibilidade de oxigênio. A acidez é um parâmetro utilizado para mensurar a estabilidade e as propriedades sensoriais de farinhas durante o tempo de prateleira (MIRANDA et al., 2010). Mensurar a atividade da enzima lipase também pode ser utilizada para avaliara estabilidade da farinha. A atividade da lipase pode ser maior em farinha com alto conteúdo de óleo (GODOY, 2010).

Tabela 1. Acidez, atividade de lipase proteína solúvel de farinhas de genótipos de milho branco farináceo (BF) e amarelo farináceo (AF) armazenados em embalagens de papel e plástico durante 12 meses.

Tempo (meses)	0		6		12	
Embalagem	Papel	Plástico	Papel	Plástico	Papel	Plástico
<i>Acidez (mg de NaOH/100g de farinha)*</i>						
BF	1,28±0,03 <sup>aAc</sup>	1,28±0,03 <sup>aAc</sup>	5,68±0,12 <sup>βAb</sup>	2,29±0,00 <sup>aBb</sup>	16,84±1,11 <sup>βAa</sup>	3,11±0,22 <sup>βBa</sup>
AF	1,14±0,05 <sup>aAc</sup>	1,14±0,05 <sup>aAc</sup>	17,41±0,07 <sup>aAb</sup>	3,65±0,03 <sup>aBb</sup>	19,45±0,02 <sup>aAa</sup>	9,50±2,91 <sup>aBa</sup>
<i>Atividade de Lipase (%)*</i>						
BF	4,21±0,36 <sup>βAc</sup>	4,21±0,36 <sup>βAc</sup>	17,24±1,07 <sup>βAa</sup>	16,57±0,12 <sup>aAa</sup>	14,64±1,67 <sup>βAb</sup>	12,79±1,90 <sup>aAb</sup>
AF	7,40±0,83 <sup>aAc</sup>	7,40±0,83 <sup>aAb</sup>	20,95±1,31 <sup>aAa</sup>	17,16±0,48 <sup>aBa</sup>	17,75±1,31 <sup>aAb</sup>	8,24±1,19 <sup>βBb</sup>
<i>Proteína Solúvel (%)*</i>						
BF	15,69±0,11 <sup>aAa</sup>	15,69±0,11 <sup>aAa</sup>	7,45±0,35 <sup>aBb</sup>	12,03±1,50 <sup>aAa</sup>	5,11±1,98 <sup>aAb</sup>	6,28±1,75 <sup>aAc</sup>
AF	16,09±0,81 <sup>aAa</sup>	16,09±0,81 <sup>aAa</sup>	9,57±2,08 <sup>aBb</sup>	15,42±1,82 <sup>aAa</sup>	6,22±0,69 <sup>aAb</sup>	6,49±0,48 <sup>aAc</sup>

\*Letras gregas comparam por teste-t os genótipos. Letras maiúsculas comparam por teste-t a embalagem. Letras minúsculas comparam por teste de Tukey o tempo de prateleira.

Não foram observadas diferenças no teor de proteína solúvel entre os genótipos. Independente do genótipo, em 6 meses de armazenamento foi observada maior proteína solúvel na farinha embala com plástico e em 12 meses não foram observadas diferenças entre as embalagens. De acordo com o aumento do tempo de prateleira foi observado uma redução do teor de proteína solúvel das farinhas, independente do genótipo e embalagem (Tabela 1). A redução do teor de proteína solúvel ao longo do tempo de prateleira é resultado da desnaturação proteica, mudanças na estrutura das proteínas e fortalecimento das ligações dissulfeto (KONG & CHANG, 2013).

#### 4. CONCLUSÕES

As farinhas integrais dos genótipos branco farináceo e amarelo farináceo se conservaram melhor quando estocadas em embalagens de plástico. Com o aumento do tempo de prateleira ocorre um aumento da acidez e atividade da enzima lipase e uma redução da solubilidade proteica. Ambos os genótipos estudados são indicados para a produção de farinha de milho, apresentando maior conservabilidade dos parâmetros avaliados em embalagens plásticas até 6 meses de tempo de prateleira.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EICHOLZ, E.D.; BEVILAQUA, G.; ANTUNES, I.F.; KROLOW, A.C.R.; TIMM, N.S. Milho: cultivar BRS 015FB e seu potencial para a panificação. **Documentos Embrapa**. p. 36 – 39. 2018.
- EICHOLZ, E.D.; EICHOLZ, M.; FONSECA, E.; SILVA, S.D.A. Avaliação agrônômica de variedades de milho no sul do RS. In: **58ª REUNIÃO TÉCNICA**

- ANUAL DO MILHO 41ª REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO.** Pelotas, 2013.
- FERREIRA, C.D.; OLIVEIRA, M.; ZIEGLER, VALMOR. **Tecnologia industrial de grãos e derivados.** 1.ed. Curitiba: Editora CRV, 2020. v.I. 326p.
- GODOY, V.P., **Avaliação do efeito do tratamento térmico na atividade enzimática e nas propriedades reológicas da farinha de trigo.** 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Curso de pós-graduação em Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 25-26. Método nº. 016/IV.
- KAUR, J.; RAMAMURTHY, V.; ROTHARI, R. M. Characterization of oat lipase for lipase for lipolysis of rice bran oil. **Biotechnology Letters**, v.15, n.3, p.257-262, 1993.
- KONG, F.; CHANG, S. K. C. Changes in protein characteristics during soybean storage under adverse conditions as related to tofu making. **Journal of Food Agriculture and Food Chemistry**, v. 61, p. 387–393, 2013.
- LIU, K.; MCWATTERS, K.H.; PHILLIPS, R.D.; Protein insolubilization and thermal destabilization during storage as related to hard-to-cook defect in cowpeas. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.40, p.2483-2487, 1992.
- MIRANDA, M.Z., ORTOLAN, F., HECKTHEUER, L.H. Efeito do armazenamento à baixa temperatura (-4°C) na cor e no teor de acidez da farinha de trigo. **Cienc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v.30, n.1, 26 fev., 2010.
- MORALES-DE LA PENÑA, M.; SALVIA-TRUJILLO, L.; ROJAS-GRAÜ, M.A.; MARTÍN-BELLOSO, O. Changes on phenolic and carotenoid composition of high intensity pulsed electric field and thermally treated fruit juice-soymilk beverages during refrigerated storage. **Food Chemistry**, v. 129, p. 982 – 990, 2011.
- MOREIRA, R.; CHENLO, F.; ARUFE, S.; RUBINOS, S. Physicochemical characterization of White, yellow and purple maize and rheological characterization of their doughs. **Journal of Food Science and Technology**, v.52, n. 12, p.7954 – 7963, 2015.
- NAZ, S.; SHEIKH, H.; SIDDIQI, R.; SAYEED, S. A. Oxidative stability of olive, corn and soybean oil under different conditions. **Food Chemistry**, v. 88, p. 253-259, 2004.
- PIROZI, M. R.; GERMANI, R. Efeito do armazenamento sobre as propriedades tecnológicas da farinha, de variedades de trigo cultivadas no Brasil. **Braz. Arch. Biol. Technol.** Curitiba, v. 41, n.1. Jun, 1998.
- RAJARAMMANNA, R.; JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G. Comparison of deterioration of rye under two different storage regimes. **Journal of Stored Products Research**, v. 46, p. 87-92, 2010.
- VALMORBIDA, R. **Fungos e micotoxinas em grãos de milho (Zeamays L.) e seus derivados produzidos no estado de Rondônia, Região Norte do Brasil.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina.