



ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO EM BATATA 'MARKIES' SUBMETIDA A DANOS MECÂNICOS

Dreice Nascimento Gonçalves², Paula Acácia Silva Ramos³, Ariana Mota Pereira⁴, Maria Eduarda Guimarães⁵, Aline Novais Santos Gonçalves⁶

² Mestre em fitotecnia/UFV/ Viçosa, MG – dreicegoncalves@gmail.com

³ Professora colaboradora do programa de Pós-graduação em Agronomia/UESB/Vitória da Conquista, Bahia.

⁴ Doutoranda do Curso de Fitotecnia/UFV/ Viçosa, MG.

⁵ Doutoranda do Curso de Genética e Melhoramento Vegetal/UFV/ Viçosa, MG

⁶ Graduanda do curso de Agronomia/UESB/ Vitória da Conquista, BA.

RESUMO

Danos mecânicos ocorridos durante as fases de colheita e pós-colheita alteram características físico-químicas dos vegetais levando ao escurecimento enzimático que desqualifica a qualidade. O objetivo do trabalho foi avaliar as alterações metabólicas e fisiológicas que ocorreram durante a fase pós-colheita dos tubérculos de batata 'Markies' submetidos a danos mecânicos por impacto e por abrasão. Foram avaliadas a porcentagem de perda da massa fresca acumulada (PMF) e a atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD), realizadas aos 0, 12, 24, 36 e 48 h após a aplicação dos tratamentos (danos). O dano mecânico afetou a qualidade dos tubérculos da variedade 'Markies' pelo aumento na perda de massa fresca que gera menor produção e elevação na atividade das enzimas oxidativas que podem escurecer o produto após o processamento.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, enzimas, armazenamento, pós-colheita.

ENZYMATIC DARKING IN MARKIES POTATO SUBMITTED TO MECHANICAL DAMAGE

ABSTRACT

Mechanical damage during the harvest and postharvest phases changes the physicochemical characteristics of the vegetables leading to enzymatic browning that disqualifies the quality. The objective of this study was to evaluate the metabolic and physiological changes that occurred during the postharvest phase of potato 'Markies' tubers subjected to mechanical impact and abrasion damage. The percentage of accumulated fresh mass loss (PMF) and the enzymatic activity of polyphenoloxidase (PPO) and peroxidase (POD) were evaluated at 0, 12, 24, 36 and 48 h after treatment application (damage). Mechanical damage affected the quality of the 'Markies' tubers by increasing fresh mass loss that leads to lower yield and increased activity of oxidative enzymes that may darken the product after processing.

Keywords: *Solanum tuberosum*, enzymes, storage, postharvest.

INTRODUÇÃO

Uma das técnicas utilizadas para atender a demanda da indústria de processamento de tubérculos de batata é o armazenamento refrigerado, que possibilita a manutenção da qualidade do produto, por reduzir taxa de respiração e inibir a brotação. Entretanto, nas etapas de retirada das câmaras frias e manuseio posterior, os tubérculos ficam sujeitos a danos mecânicos que, como consequência, reduzem a qualidade e aumentam a perda de peso do produto.

Outros fatores podem afetar a qualidade pós-colheita no processamento de frutos e hortaliças, como a perda de massa fresca e de massa seca, como consequência de elevadas taxas de transpiração e de respiração, sendo a última relacionada à perda de CO₂. Estresses físicos, químicos e biológicos ocorridos durante as fases de colheita e pós-colheita também induzem a estresse oxidativo dos tecidos, alterando a atividade de enzimas oxidativas, principalmente a polifenoloxidase (PPO) (THYGESEN et al., 1995; COETZER et al., 2001) e peroxidase (POD), promovendo o escurecimento do tecido.

O escurecimento do produto durante o processamento mínimo decorrente da ação de enzimas oxidativas reduz a qualidade final do produto, por características visuais. Este escurecimento é consequência de ações catalíticas da polifenoloxidase (PPO) que, após o rompimento das células do tecido, permite o contato do substrato fenólico com sua enzima. A partir desse contato, os compostos, que antes se encontravam separados da enzima, passam a ser convertidos em quinonas, que podem ser polimerizadas, reagir com aminoácidos e formar os pigmentos insolúveis de cor marrom (TREPTOW et al., 2003), preto ou cinza (STEVENS; DAVELAAR, 1997).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de danos mecânicos durante a pós-colheita nas características físico-químicas de tubérculos de batata 'Markies'.

MATERIAL E MÉTODOS

Tubérculos maturados de batata 'Markies', colhidos aos quatro meses após a colheita no município de Perdizes - MG, foram selecionados quanto ao tamanho e ausência de danos aparentes. As batatas foram submetidas ao processo de cura, que consistiu no armazenamento por 10 dias em câmara fria a 14 °C e umidade relativa (UR) \pm 95%. Após este processo, os tubérculos permaneceram armazenados por quatro meses a temperatura de 8 °C e umidade relativa de \pm 90%.

As avaliações de perda de massa fresca acumulada (PMF) e atividade da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD) foram iniciadas duas horas após a aplicação dos tratamentos, com intervalo de 12 h entre as avaliações, seguindo os tempos 0, 12, 24, 36 e 48 h. Os tratamentos consistiram por tubérculos com danos mecânicos obtidos por impacto e abrasão em superfície áspera quando soltos a 1 m de altura sobre uma rampa e repetidos por 10 vezes (para cada

tubérculo) e pelo tratamento controle, constituído por tubérculos sem danos. Para a amostragem dos tubérculos tratados, estes permaneceram em bancadas por 48 horas decorrido o período de aplicação dos tratamentos, sob condição ambiente (28 °C e \pm 54 % UR). Para a determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) foi utilizada a metodologia descrita por Kavrayan; Aydemir (2001) e, para a atividade da peroxidase, utilizou-se a metodologia descrita por Neves (2003).

O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, com as parcelas representadas pelos dois tratamentos, com e sem danos mecânicos, e como subparcelas, os cinco tempos de avaliação. Foram utilizadas cinco repetições e os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas SAEG 9.1 (SAEG, 2007). A escolha do modelo de regressão baseou-se na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t ao nível de 5 % de probabilidade, com o coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQReg} / \text{SQtrat}$) e no comportamento biológico em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa fresca acumulada (PMF) dos tubérculos de batata variedade Markies foi linear crescente para os dois tratamentos ao longo do tempo da avaliação (Figura 1). Os tubérculos danificados apresentaram maior percentual de perda de massa acumulada (5,2 %) em relação ao controle (0,6 %), com uma diferença de 8,6 % na PMF, indicando a forte relação dos danos mecânicos (injúria e abrasão) sobre a perda de massa fresca de tubérculos de batata inglesa.

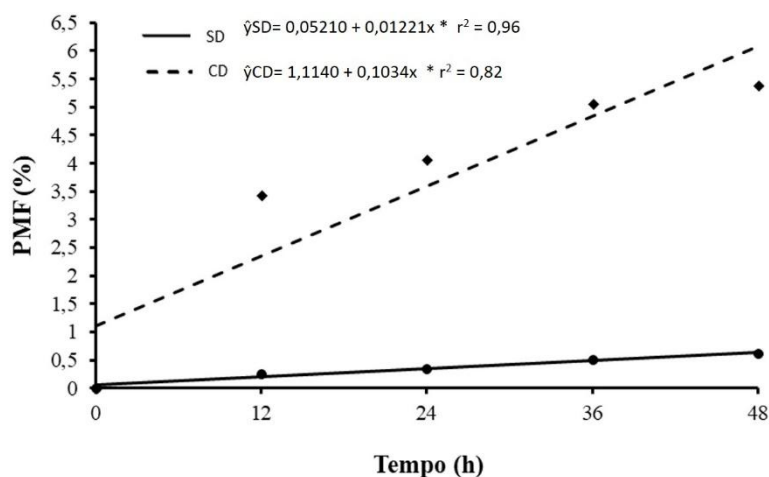


Figura 1. Perda de massa fresca (PMF) em tubérculos de batata cv. Markies sem danos (SD) e com danos mecânicos (CD) aos

A perda de massa fresca de um órgão vegetal está vinculada a dois principais processos metabólicos, a respiração e a transpiração. Quando submetido a danos mecânicos, os órgãos de reserva têm seu processo respiratório acelerado, conferindo maior consumo de reservas com

liberação de CO₂. Quanto a transpiração, a relação do dano mecânico se dão pelas lesões ocasionadas na parede celular, deixando as células mais vulneráveis à perda de água pela transpiração celular (FINGER; VIEIRA, 1997). Houve incremento linear na atividade da PPO ao longo do tempo de avaliação para os dois tratamentos, com menor magnitude de atividade quando os tubérculos não foram submetidos aos danos mecânicos. Ao avaliar os tubérculos 48 horas após os tratamentos, observou-se atividade da PPO de 2,48 UA min⁻¹ mg⁻¹ nos tubérculos danificados e 1,38 UA min⁻¹ mg⁻¹ para o controle (Figura 2A).

As equações de regressão que melhor explicaram o efeito da atividade enzimática da POD foram a linear crescente para o tratamento controle e a quadrática para o tratamento com danos mecânicos (Figura 2B). Observou-se aumento na atividade da POD (0,69 UA min⁻¹ mg⁻¹) até 25 horas de avaliação, com posterior decréscimo até 48 horas, indicando que os tubérculos danificados proporcionaram maior atividade enzimática, mesmo após as 25 horas de avaliação.

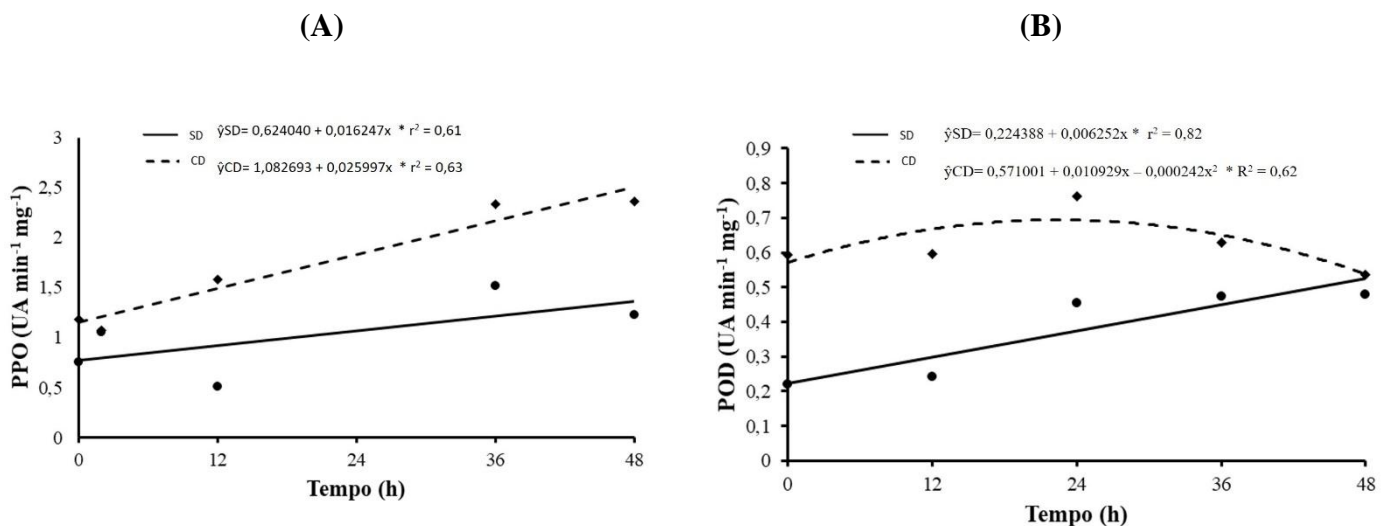


Figura 2. Atividade enzimática da polifeloxidase (PPO) (2A) e da peroxidase (POD) (2B) em tubérculos de batata cv. Markies sem danos (SD) e com danos (CD)

O aumento da atividade dessas enzimas é explicado pela resposta do vegetal a situações de estresse, uma vez que estas enzimas estão relacionadas com o sistema de proteção das plantas contra estresses oxidativos. Além disso, em tubérculos de batata, a peroxidase atua na cicatrização, com formação de novas células e deposição de suberina e lipídeos (BERNARDS et al., 2010 ou 1999?), bem como na oxidação de compostos fenólicos (PASCHOLATI et al., 2008). O aumento da atividade da PPO e da POD nas reações de oxidação de compostos fenólicos, leva a formação de coloração escura nos tecidos (TEREFE et al., 2014), sendo esse escurecimento enzimático responsável por perdas na qualidade do produto e redução da aceitação pelo consumidor.

CONCLUSÕES

Tubérculos de batata ‘Markies’, armazenados sob refrigeração por quatro meses e posteriormente submetidos a danos mecânicos, apresentaram maior percentual de perda de massa acumulada, bem como maior atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase em relação aos tubérculos não submetidos aos referidos danos.

REFERÊNCIAS

- BERNARDS, M. A.; FLEMING, W. D., LLEWELLYN, D. B., PRIEFER, R., YANG, X., SABATINO, A., PLOURDE, G. L. Biochemical characterization of the suberization-associated anionic peroxidase of potato. **Plant Physiol**, v. 121, p. 135–145, 1999.
- COETZER, C., CORSINI, D., LOVE, S., PAVEK, J.; TUMER, N. Control of enzymatic browning in potato (*Solanum tuberosum* L.) by sense and antisense RNA from tomato polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 652-657, 2001.
- FINGER F. L; VIEIRA G. Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados. Viçosa: UFV, 1997. 29p.
- KAVRAYAN, D.; AYDEMIR, T. Partial purification and characterization of polyphenoloxidase from peppermint (*Mentha piperita*). **Food Chemistry**. v. 74, p. 146-154. 2001.
- NEVES, L. L. M. **Envolvimento de enzimas oxidativas no escurecimento do quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]**. 72p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2003.
- PASCHOLATI, S. F LEITE, B., STANGARLIN, J. R.; Cia, P. **Interação plantapatógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. Piracicaba, SP: FEALQ, 627 p. 2008.
- SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- STEVENS, L. H.; DAVELAAR, E. Biochemical potential of potato tubers to synthesize blackspot pigments in relation to their actual blackspot susceptibility. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 11, p. 4221-4226, 1997.
- TEREFE, N. S.; BUCKOW, R.; VERSTEEG, C. Quality-related enzymes in fruit and vegetable products: effects of novel food processing technologies, part 1: high-pressure processing. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 54, n. 1, p. 24-63, 2014.
- THYGESEN, P. W.; DRY, I. B.; ROBINSON, S. P. Polyphenol oxidase in potato (a multigene family that exhibits differential expression patterns). **Plant Physiology**, v. 109, n. 2, p. 525-531, 1995.
- TREPTOW, R. O.; ZORZELLA, C.; VENDRUSCOLO, J. Qualidade sensorial de “chips” de diferentes genótipos de batatas (*Solanum tuberosum* L.), cultivos de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 9, n. 1, 2003.