



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Parâmetros bioquímicos de frutos de morangos (*Fragaria x ananassa* Duch.) submetidos a tratamento com diodos emissores de luz

Biochemical parameters of strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch.) submitted to treatment with light emitting diodes

Joseane aparecida de Paula Cardoso *, Edicléia Aparecida Bonini e Silva[†],
Lilian Yukari Yamamoto[‡]

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a conservação pós-colheita de morangos expostos à luz de LED vermelha, azul e verde, comparados com aqueles armazenados no escuro, armazenados por quatorze dias a 5°C. Os frutos foram divididos em quatro tratamentos: testemunha (escuro), frutos expostos à luz de LED vermelha, verde e azul. Foram realizadas análises químicas para avaliar os teores totais de compostos fenólicos, antocianinas e carotenoides. Os resultados demonstram que o tratamento com o LED azul foi o que ocasionou um maior aumento dos compostos fenólicos totais (aproximadamente 32% a mais que a testemunha), seguido pelo tratamento com luz verde (aproximadamente 25% a mais que a testemunha) e azul (aproximadamente 12% a mais que a testemunha). A luz proveniente do LED azul foi mais eficiente na manutenção de carotenoides totais, já a luz de LED vermelha aumentou em aproximadamente 20% o teor de antocianinas nos morangos quando comparado com a testemunha. Com os resultados obtidos é possível observar que o armazenamento de morangos expostos à luz de LED preserva moléculas fundamentais que agem na proteção do estresse oxidativo durante a pós-colheita desses frutos.

Palavras-chave: compostos fenólicos, antocianinas, carotenoides, pós-colheita.

ABSTRACT

This study was conducted with the objective of evaluating the postharvest conservation of strawberries exposed to red, blue and green LED light, compared to those stored in the dark, stored for fourteen days at 5°C. The fruits were divided into four treatments: witness (dark), fruits exposed to red, green and blue LED light. Chemical analyses were performed to evaluate the total contents of phenolic compounds, anthocyanins and carotenoids. The results show that the blue LED treatment caused the greatest increase in total phenolic compounds (approximately 32% more than the control), followed by the green (approximately 25% more than the control) and blue (approximately 12% more than the control) light treatments. The light from the blue LED was more efficient in maintaining total carotenoids, while the red LED light increased the content of anthocyanins in the strawberries by approximately 20% when compared to the control. With the results obtained it is possible to observe that the storage of strawberries exposed to LED light preserves fundamental molecules that act in the protection against oxidative stress during the postharvest of these fruits.

Keywords: phenolic compounds, anthocyanins, carotenoids, post-harvest.

* Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; josyaneel3@gmail.com

[†] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena; edicleiaa@utfpr.edu.br

[‡] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil; lilianyamamoto@yahoo.com.br



1 INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.), pertencente à família das rosáceas, é uma cultura que possui grande importância socioeconômica já que sua produção é proveniente, principalmente, da agricultura familiar, ou seja, pequenos produtores rurais que geram renda e emprego através do cultivo e comercialização deste fruto. O crescimento da produção de morangos no Brasil, nos últimos anos, incentivou a pesquisa pelo desenvolvimento de tecnologias que visam obter à qualidade do fruto em relação à resistência de pragas e doenças e a qualidade na pós-colheita, como na armazenagem e conservação do fruto, visto que o morango possui alta perecibilidade (ANTUNES et al., 2016).

Para auxiliar na defesa e proteção contra estresses bióticos ou abióticos, as plantas sintetizam compostos chamados metabólitos secundários (KEUTGEN; PAWELZIK, 2007). Alguns desses compostos estão diretamente relacionados com a qualidade do fruto durante o armazenamento. Dentre estes, pode-se destacar os compostos fenólicos, que possuem propriedades capazes de inativar radicais livres, como as antocianinas, principais responsáveis pela coloração da maioria dos frutos e os carotenoides, essenciais para a proteção contra danos causados pela luz e oxigênio atmosférico, resultando em maior produção deste pigmento nos tecidos fotossintéticos das plantas (FARIA et al., 2008).

Dentro desse contexto, a irradiação por LED pode aumentar o tempo de prateleira e o armazenamento de muitos frutos a custos competitivos, ao mesmo tempo em que fornece uma alternativa ao uso de fumigantes e substâncias químicas, muitas das quais deixam resíduos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Dentre as fontes de irradiação, os diodos emissores de luz (LEDs) têm o potencial de revolucionar a tecnologia de iluminação de horticultura para produção, proteção e preservação de culturas (HASAN et al., 2017). Este tratamento também pode induzir inúmeras mudanças, incluindo produção de componentes antifúngicos ocasionando o prolongamento da vida pós-colheita (SHAMA, 2005). Neste sentido, poderia a exposição a diferentes comprimentos de onda do LED melhorar o tempo de pós-colheita de morangos?

O objetivo dessa pesquisa foi utilizar a tecnologia da irradiação por LED, na pós-colheita de morango, especificamente em algumas características bioquímicas do fruto, através da determinação dos teores de fenóis totais, antocianinas e carotenoides.

2 MÉTODO

O experimento foi conduzido no campo experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Câmpus Santa Helena. Foram utilizados frutos de morangos de cultivar **San andreas**, com dois terços da superfície do fruto com cor vermelha, adquiridos em produtor comercial, localizado município de São Miguel do Iguçu - Paraná. Os frutos foram transportados até o local do experimento onde foram padronizados quanto a cor, tamanho e defeitos. No momento da instalação do experimento os frutos apresentaram em média 5,8°Brix, 0,8% de ácido cítrico, textura de 4,3 N e 5,1 g de massa.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos de seis repetições, com 250g de frutos por parcela. Os tratamentos avaliados foram: T1 - testemunha no escuro; T2 - LED vermelho 629 nm (Irr = 0,133 mW/cm²); T3 LED azul 462 nm (Irr = 0,477 mW/cm²); T4 - LED verde



506 nm ($Irr = 0,298 \text{ mW/cm}^2$). A intensidade do sistema de iluminação em LED foi obtida utilizando um radiômetro (Gooch & Housego, OL 756) acoplado a uma fibra óptica (Gooch & Housego, OL 730 7q-1.0) e uma esfera integradora de 50,8 mm de diâmetro (Gooch & Housego, IS-270) para fornecer uma densidade de potência. Os frutos foram acondicionados em cumbucas plásticas e acomodados em caixas plásticas (40cm x 24cm x 8cm) cobertas com contact preto. As caixas foram tampadas com placas acrílicas onde foram acopladas as fitas de luz LED. As caixas foram armazenadas em BOD a 5°C de temperatura por 14 dias.

Após o período de incubação, os frutos foram separados para as avaliações bioquímicas. O preparo das amostras ocorreu a partir da seleção e retirada dos pedúnculos, com os morangos sendo lavados com água destilada e colocados sobre papel toalha, durante 5 minutos, para remoção do excesso de água. Em seguida, os frutos foram triturados em processador. Para o preparo dos extratos, foram pesadas 5 gramas das amostras trituradas e a cada uma delas foram adicionados 50 mL de solução de acetona:água (80:20 v/v), como descrito por Liu et al. (2002) e Shin et al. (2007). As amostras foram levadas para o banho ultrassom 1400A, por um período de 15 minutos, à temperatura ambiente. Os extratos foram centrifugados a 1500 rpm por 10 minutos e o sobrenadante transferido para um frasco e reservado para análise.

A metodologia de avaliação dos compostos fenólicos utilizada neste trabalho foi adaptada de Singleton (1999). Os teores de fenólicos totais foram expressos em equivalente de ácido gálico por grama de amostra, em base seca (mg EAG/g) sendo determinados pela equação da reta da curva de calibração ($R^2=0,9968$), após determinação da absorbância em espectrofotômetro.

Para determinar o conteúdo de carotenoides totais em morangos, utilizou-se o método de Hendry e Price (1993). Para quantificação, utilizou-se de leitura da absorbância em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 640, 480, 663 e 645 nm. A concentração, expressa em $\mu\text{mol.g}^{-1}$.

O teor de antocianinas totais foi determinado pelo método diferencial de pH descrito por Giusti e Wroslstad (2001) com adaptações para morango. A concentração de pigmentos antocianínicos foi realizada baseando-se no volume de extrato e na massa da amostra, a partir da antocianina mais abundante no morango, a pelargonidina-3-glicosídeo.

Os dados foram avaliados por análise de variância e as médias entre tratamentos comparados pelo teste Tukey a 5% de significância, utilizando o software SISVAR da Universidade Federal de Lavras – UFLA.

3 RESULTADOS

De modo geral, observou-se que a os morangos armazenados no escuro apresentaram teores menores dos compostos avaliados (Tabela 1). Quanto aos compostos fenólicos totais, todos os tratamentos apresentaram diferença significativa, sendo os menores valores encontrados nos frutos armazenados no escuro e os maiores valores naqueles armazenados sob a luz azul.

Grande parte dos compostos fenólicos possui propriedades antioxidantes. A atividade antioxidante dos fenólicos é de sequestro de radicais e algumas vezes, na quelação de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (SILVA, 2010).



Tabela 1 - Teores de compostos fenólicos totais, antocianinas totais e carotenoides totais, em morangos armazenados no escuro e sob diferentes fontes de irradiação emitidas por LEDs.

TRATAMENTO	Fenóis totais (mg.Kg-1)	Antocianinas (mg.100 g ⁻¹ de massa fresca)	Carotenoides (μ mol.g ⁻¹)
Testemunha	284.719 c	7.081 b	43.503 b
LED vermelho	326.600 bc	8.913 a	43.044 b
LED azul	412.694 a	6.787 b	49.022 a
LED verde	384.420 ab	7.399 b	44.850 b
CV	12,37	1,69	3,30

*Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=5\%$).

Fonte: Autoria própria (2021).

Grande parte dos compostos fenólicos possui propriedades antioxidantes. A atividade antioxidante dos fenólicos funciona como sequestradores de radicais e algumas vezes como quelantes de metais, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (SILVA, 2010).

Kim et al (2010) observaram um aumento de 25% nos teores de fenóis totais em morangos armazenados sob irradiação de luz de LED azul, quando comparado aos frutos armazenados no escuro. Cho et al. (2008) também relataram através dos seus estudos que a luz LED aumentou o conteúdo de fenóis totais em brócolis, indicando o mesmo mecanismo, de que para algumas plantas, diversas formas de compostos fenólicos são estimulados pela luz.

O tratamento com LED azul também aumentou significativamente os teores de carotenoides. Quanto a estes pigmentos, não foi verificada diferença entre os demais tratamentos.

Os carotenoides são considerados corantes naturais, responsáveis pela cor em muitos alimentos como frutas e vegetais. São considerados antioxidantes naturais e como tais, contribuem para a estabilidade dos alimentos (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Foi encontrado um aumento significativo de antocianinas nos frutos armazenados sob o tratamento com LED vermelho, não sendo observada diferenças significativas entre os outros tratamentos. Esses resultados corroboram com aqueles descritos por Sapeli et al. (2016). Ao avaliar os teores de antocianinas em amora preta tratadas com luz de LED vermelha, os autores observaram um aumento significativo na manutenção de antocianinas e compostos fenólicos nos frutos. As antocianinas são compostos com baixa estabilidade e, na presença de oxigênio, seu processo de degradação pode ser acelerado por mecanismos oxidativos ou pela ação de enzimas (JAKMAN E YADA, 1987). Um aumento no conteúdo de antocianinas pode indicar que os frutos estão menos suscetíveis à ação das espécies reativas de oxigênio, o que auxiliaria na manutenção das qualidades dos frutos na pós-colheita.

4 CONCLUSÃO

O tratamento com o LED azul foi o que ocasionou maior aumento dos compostos fenólicos totais e de carotenoides totais nos frutos. A luz de LED vermelha foi mais eficiente na manutenção de antocianinas nos morangos quando comparado com a testemunha. Com os resultados obtidos é possível observar que



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um
mundo em transformação

XI Seminário de Extensão e Inovação
XXVI Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica
08 a 12 de Novembro - Guarapuava/PR



o armazenamento de morangos expostos à luz de LED preserva moléculas fundamentais que agem na proteção do estresse oxidativo durante a pós-colheita desses frutos, aumentando a qualidade e o tempo de vida de prateleira do fruto.



REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JUNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E. **Morangueiro**. Brasília: EMBRAPA, 2016.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 785p, 2005.
- Cho, J.W., D.M. Son, J.M. Kim, B.S. Seo, S.Y. Yang, J.H. Bae, and B.G. Heo. Effect of LED as light quality on the germination, growth and physiological activities of broccoli sprouts. *J. Bio. Environ. Control*. V. 17, p. 116-123, 2008.
- FARIA, J.P.F., A.F. , SILVA, L.C.R., VIEIRA, R.F.V., AGOSTINI-COSTA, T.S. Caracterização da polpa do coquinho-azedo (*Butia capitata* var. *capitata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30 ,n.3, p.820-822, 2008.
- GIUSTI, M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E (Org.) **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, p. 1-13, 2001.
- HASAN, M. M. et al. An overview of LEDs' effects on the production of bioactive compounds and crop quality. **Molecules**, v. 22, n. 9, p. 1–12, 2017.
- HENDRY GAF, PRICE AH. **Stress indicators: chlorophylls and Carotenoids**. Chapman and Hall, London, 148-152 pp. 1993.
- KEUTGEN, A.J.; PAWELZIK, E. Modifications of Strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Los Angeles, v.55, n.10, p.4066- 4072, 2007.
- KIM, B. S. et al. An effect of light emitting diode (LED) irradiation treatment on the amplification of functional components of immature strawberry. **Horticulture Environment and Biotechnology**, v. 52, n. 1, p. 35–39, 2011.
- LIU, M.; LI, X.Q.; WEBER, C.; LEE, C.Y.; BROWN, J.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 2926 – 2930, 2002.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in food**. Washington: International Life Sciences Institute. 2001.
- SAPELLI, K. S. ; VANOLLI, B. S. ; ROSA, C. I. L. F. ; BOTELHO, R. V. ; MATUMOTO-PINTRO, P. T. . Uso de terapia fotodinâmica na conservação pós-colheita de amora-preta cv. Xavante (*Rubus* spp.). In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016.
- SHAMA, G., ALDERSON, P. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialisation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p.128-136, 2005.
- SHIN, Y.; LIU, R.H.; NOCKC, J.F. HOLLIDAY, D.; WATKINS, C.B. Temperature and relative humidity effects on quality, total ascorbic acid, phenolics and flavonoid concentrations, and antioxidant activity of strawberry. **Postharvest Biology and Technology**, v. 45, p. 349 – 357, 2007.
- SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p. 669-682, 2010.
- WATERHOUSE, A. Folin-Ciocalteu Micro Method for Total Phenol in Wine. **Waterhouse Lab.**, University of California, 8 aug. 2012. Disponível em: < <http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/fofin-ciocalteu-micro-method-for-total-phenol-in-wine>>. Acesso em: 21 abr. 2021.