

TEOR DE CLOROFILAS EM FOLHAS DE MORANGUEIROS TRATADOS COM RADIAÇÃO UV-C DURANTE O CULTIVO

ISADORA RUBIN DE OLIVEIRA¹; GISELI RODRIGUES CRIZEL¹; TAISA BANDEIRA LEITE²; RUFINO FERNANDES FLORES CANTILLANO³; CESAR VALMOR ROMBALDI⁴

¹ Aluna do PPGCTA–UFPEL – isarubin@gmail.com

² Graduanda do Tecnólogo em Agroindústria - UFPEL - taysa_2006@hotmail.com

³ Pesquisador da Embrapa Clima Temperado – Pelotas, RS - fcantill@cpact.embrapa.br

⁴ Professor DCTA- FAEM – UFPEL, Campus Capão do Leão- cesarvrf@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O morango é uma das espécies mais apreciadas nacionalmente e mundialmente, razão pela qual possui grande expressão econômica no mercado de pequenos frutos. Novas tecnologias com o objetivo de melhorar o cultivo e a produtividade do morangueiro bem como a qualidade nutricional, funcional e microbiológica dos frutos têm sido testados (OSHITA, 2012).

Neste contexto, têm se estudado o uso de estresses abióticos como a aplicação da radiação UV-C para promover a desinfecção superficial das plantas e frutos, bem como estimular o potencial funcional de morangos. É sabido que morangos tratados com radiação UV-C na pós-colheita apresentam elevados teores de compostos antioxidantes como pigmentos, vitamina C e compostos fenólicos que elevam a qualidade funcional dos frutos (RAMAKARISHNA; RAVISHANKAR, 2011). No entanto são poucos os estudos com a aplicação da radiação UV-C durante o cultivo do morangueiro, incluindo as etapas de polinização e frutificação. Diante disso, aspectos relacionados à fotossíntese das plantas durante estas etapas devem ser monitoradas, uma vez que a eficiência fotossintética é um fator determinante na produtividade dos morangueiros. Uma das formas de monitorar parâmetros da fotossíntese é quantificar o teor de clorofilas totais, clorofilas a e b presentes nas folhas das plantas.

As clorofilas são os pigmentos naturais mais abundantes presentes nas plantas, responsáveis pela captação de luz. Elas estão presentes nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais fotossintéticos. Outros pigmentos como os carotenoides estão sempre juntos às clorofilas, também com a função de captar luz e proteger as clorofilas da fotoxidação (VON ELBE, 2000). A clorofila a está presente em todos os organismos que realizam fotossíntese com liberação de oxigênio. É o pigmento utilizado para realizar o primeiro estágio da conversão de energia luminosa em energia química, enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios, como é o caso das clorofilas b e carotenóides (TAIZ & ZIEGER, 2004).

A quantidade e a integridade dos pigmentos fotossintéticos podem variar de acordo com a espécie, luminosidade, radiação, calor, oxigênio, alterações enzimáticas e interação com outros pigmentos. A aplicação de radiação UV-C desencadeia a produção de espécies reativas de oxigênio (EROS). Estas espécies em quantidades elevadas na célula podem culminar com a oxidação de biomoléculas vitais ao crescimento da planta como as clorofilas, proteínas, lipídeos e ácidos nucleicos, provocando a morte do vegetal (PERKINS-VEAZIE et al., 2008). Uma vez que as clorofilas apresentam uma estrutura instável e são consideradas moléculas sensíveis a alterações de luminosidade, elas servem

como parâmetro para estabelecer doses adequadas de radiação UV-C, impedindo que esta cause dano ao tecido vegetal. Além de ser uma medida direta da eficiência fotossintética em vegetais submetidos a estas radiações.

Portanto, este trabalho tem como objetivo testar diferentes doses de radiação UV-C e verificar sua influência no teor de clorofila total, clorofila a e b.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material vegetal

O experimento foi conduzido no ano de 2012, em Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, (latitude 31°41' Sul e longitude 52°21' Oeste), localizada a 60 m de altitude, sendo a incidência de luz UV-C solar no local, em média de 1,42 kJ m⁻².

As mudas de morangueiros da cultivar Aromas foram cultivadas em casa de vegetação com espaçamento de 20 x 20 cm entre plantas, em sistema hidropônico de fluxo laminar de nutrientes (NFT). Foi efetuada a fertirrigação, adotando-se para a adubação, fertilizante mineral misto comercializado como “Kristalon Laranja[®]” com 6% de nitrogênio sendo 4,5% de nitrogênio nítrico e 1,5 de nitrogênio amoniacal, 12% de fósforo (P₂O₅), 36% de potássio (K₂O) e micronutrientes.

Foram realizados dois tratamentos: T1- controle (sem aplicação de radiação UV-C artificial); T2 – aplicação artificial de luz UV-C durante 30 minutos a cada 48 horas, sendo a aplicação realizada às 18 horas. Para a aplicação de UV-C, utilizaram-se lâmpadas UV-C “Phillips[®]” 30 W. A distância entre as lâmpadas e a parte superior das plantas foi de aproximadamente 1 metro, sendo a intensidade da luz emitida pelas lâmpadas quantificada com um medidor de luz UV digital (RS-232 Modelo MRUR-203, “Instrutherm”), resultando em uma intensidade de 3,7 kJ m⁻² por aplicação.

2.2 Análise de clorofila

Foi avaliado o efeito de 7 e 12 radiações UV-C sobre os teores de clorofila total e clorofila a e b, bem como das plantas sem aplicação de UV-C (controles). A medida foi realizada através de Medidor Eletrônico (CFL1030, Falker), medindo-se três folhas por planta de cada unidade experimental que era constituída de 15 plantas, totalizando 45 folhas por tratamento.

2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de homocedasticidade pelo teste de Hartley a fim de verificar o cumprimento dos pressupostos, seguido por análise de variância (ANOVA) (p ≤ 0,05). As médias dos tratamentos com 7 e 12 radiações foram comparadas entre si pelo teste t (p ≤ 0,05) e a comparação da média dos tratamentos com seus controles foi realizado pelo teste de Dunnet (p ≤ 0,05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve aumento no teor de clorofila total, clorofila a e b nas folhas de morangueiros tratados com UV-C após a sétima aplicação da radiação em relação ao seu controle (sem UV-C) (Tabela 1). Não se observou diferença significativa entre os tratamentos 7 e 12 radiações e entre o tratamento com 12 radiações em relação ao seu controle (sem UV-C) (Tabela 1).

Tabela 1 – Índice de clorofila total, clorofila a e b em folhas de morangueiros tratados com e sem (controles) radiação UV-C durante o cultivo.

Tratamentos	Índice de Clorofila		
	Clorofila total	Clorofila A	Clorofila B
Controle 7 radiações	45,8	31,1	14,7
Controle 12 radiações	51,0	34,7	16,3
UV-C 7 radiações	51,3 a *	34,1 a *	17,2 a *
UV-C 12 radiações	49,4 a ^{ns}	32,8 a ^{ns}	16,6 a ^{ns}

¹Médias seguidas por letra minúscula igual na coluna não diferem entre si pelo teste t ($p \leq 0,05$) comparando tratamento UV-C com 7 e 12 radiações. * Significativo em relação ao controle 7 radiações pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$). ^{ns} Não significativo em relação ao controle 12 radiações pelo teste de Dunnett ($p \leq 0,05$)

O aumento no teor de clorofilas totais, a e b após a sétima radiação em relação ao controle parece ocorrer com o objetivo de equilibrar um possível desbalanço oxidativo, que ocorre na célula devido ao estresse gerado pela radiação UV-C. Juntamente com o aumento de clorofilas, outras moléculas como carotenoides e enzimas do sistema oxidativo com potencial antioxidante podem estar sendo sintetizadas para equilibrar o potencial oxi-redutor da célula e impedir a degradação de clorofilas e outras biomoléculas (APEL; HIRT, 2004).

Segundo TAIZ; ZEIGER (2004) na primeira etapa da fotossíntese ocorre a conversão da energia luminosa captada pelos pigmentos do complexo antena em energia química. Esta conversão ocorre devido à transferência de elétrons excitados entre os pigmentos até o par de clorofilas a presentes no centro de reação (P680) do fotossistema II. O elétron energizado da clorofila a segue pela cadeia transportadora de elétrons, o qual será transportado até o fotossistema I. Este transporte de elétrons faz com que as clorofilas do fotossistema II fiquem em um estado oxidado, sendo necessária a reposição destes elétrons. A redução das clorofilas do fotossistema II é realizada pelos elétrons oriundos da quebra de moléculas de água. Entretanto se a célula está em um estado pró-oxidante devido ao estresse causado pelas radiações, é possível que as espécies reativas de oxigênio estejam impedindo a redução da clorofila oxidada (FRYER et al., 2002). Possivelmente este aumento no teor de clorofilas ocorreu para recuperar o estado de equilíbrio oxidativo na célula e impedir a redução da eficiência fotossintética.

Pode se observar (Tabela 1) que entre a sétima e a décima segunda radiação não houve degradação nem aumento no teor de clorofilas. Isto é desejável, pois demonstra que o aumento na quantidade de radiação UV-C, não influenciou negativamente a capacidade fotossintética do morangueiro. Entretanto vale ressaltar que outros fatores além da radiação UV-C atuam no teor de clorofila da planta, pois como se pode perceber o tratamento com 12 radiações não diferiu do seu controle. Estes fatores podem ser o próprio desenvolvimento do morangueiro durante o tempo de aplicação da radiação UV-C, bem como alterações na luminosidade natural do ambiente.

A medida no teor de clorofilas pode ser um bom indicativo da intensidade de estresse oxidativo gerado na planta por diferentes doses de radiação UV-C. Esta medida pode auxiliar na determinação da dose adequada de radiação em morangueiro, a fim de prever uma possível degradação de outras biomoléculas como lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos que ocorrem pelas espécies reativas de oxigênio.

4. CONCLUSÕES

A aplicação de 12 radiações de UV-C durante 30 minutos em uma intensidade de $3,7 \text{ kJ m}^{-2}$ não degrada clorofilas totais, clorofilas a e b. Portanto não diminui a eficiência fotossintética dos morangueiros. Podendo ser uma nova tecnologia empregada para o aumento da qualidade funcional e microbiológica dos frutos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: Metabolism, Oxidative Stress, and Signal Transduction. **Annual Review of Plant Biology**. Palo Alto – USA, v. 55, p. 373-399, 2004.
- FAN, L.; DUBÉ, C.; FANG, C. ROUSSEL, D. CHARLES, M. T.; DESJARDINS, Y.; KHANIZADEH, S. Effect of production systems on phenolic composition and oxygen radical absorbance capacity of 'Orléans' strawberry. **LWT - Food Science and Technology**, Maryland Heights – USA , v. 45, n. 2, p. 241-245, 2012.
- FRYER, M. J.; OXBOROUGH, K.; MULLINEAUX, P. M.; BAKER, N. R. Imaging of photo-oxidative stress responses in leaves. **Journal Experimental Botany**. Lancaster, v. 53, n. 372, p. 1249-1254, 2002.
- KONDO, S.; FIEBIG, A.; OKAWA, K.; OHARA, H.; KOWITCHAROEN, L.; NIMITKEATKAI, H.; KITTIKORN, M. Jasmonic acid, polyamine, and antioxidant levels in apple seedlings as affected by Ultraviolet-C irradiation. **Plant Growth Regulation**, New York, v.64, p.83–89, 2011.
- OSHITA, D.; JARDIM, I. C. S. F. Morango: uma preocupação alimentar, ambiental e sanitária, monitorado por cromatografia líquida moderna. **Scientia Chromatographica**. São Carlos, v.4, n.1, p. 52-76, 2012.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; HOWARD, L. 2008. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. **Postharvest Biology and Technology**. Maryland Heights – USA, n. 47, p. 280-285.
- RAMAKRISHNA, A.; RAVISHANKAR, G. A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. **Plant Signalling Behavior**. Austin – USA, v.6, n.11, p. 1720-1731, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed. p. 719, 2004.
- TANG, K., ZAHN, C., YANG, H. R., HUAN, GUANG, W. D. Changes of resveratrol and antioxidant enzymes during UV-induced plant defense response in peanut seedlings. **Journal of Plant Physiology**. Maryland Heights – USA , v. 167, n. 2, p.95-102, 2009.
- VON ELBE J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Wisconsin - Madison, 2000. Cap.10, p.782-799.
- WANG, W.; TANG, K.; YANG, H.; WEN, P.; ZHANG, P.; WANG, H.; HUANG, W. Distribution of resveratrol and stilbene synthase in young grape plants (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) and the effect of UV-C on its accumulation. **Plant Physiology and Biochemistry**, Maryland Heights – USA , v.48, p.142-152, 2010.