

## ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL EM MICROVERDES DE MOSTARDA (*BRASSICA JUNCEA*): REVISÃO SISTEMÁTICA

HENRIQUE BAENINGER PESCARINI<sup>1</sup>, THAÍS QUEIROZ ZORZETO CESAR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando, Faculdade de Engenharia Agrícola-UNICAMP, henrique.pescarini@gmail.com

<sup>2</sup> Professora da Faculdade de Engenharia Agrícola -UNICAMP, thaisqzc@unicamp.br

Apresentado no  
LI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2022  
27 a 29 de outubro de 2022 - Pelotas - RS, Brasil

**RESUMO:** Este estudo contempla a realização de revisão bibliográfica sistemática, destacando os textos sobre o efeito da variável luminosidade nas microverdes, durante a última década, nas bases de periódicos Web of Science, Scopus e Scielo. A revisão bibliográfica sistemática realizada analisou tratamentos de iluminação artificial em microverdes de *Brassica juncea*. Os resultados obtidos por esses estudos foram compilados utilizando-se a metodologia baseada em Appolloni et al. (2021), atribuindo-se pontuações para os tratamentos a partir de seus níveis de significância estatísticos. A revisão sistemática sobre a iluminação artificial em microverdes de *Brassica juncea* revelou que os aspectos mais avaliados nos textos foram altura dos hipocótilos, área foliar, altura das plantas, beta caroteno, alpha caroteno, antocianinas, fenóis e ácido ascórbico, violaxanthin, neoxanthin, lutein e índice de clorofila. A comparação dos resultados obtidos por diferentes tratamentos dentro de um mesmo texto também a partir da metodologia de Appoloni et al. (2021). O objetivo dessa avaliação foi compreender quais tratamentos proporcionaram melhores benefícios para as plantas e contribuir para um panorama dos tratamentos mais efetivos.

**PALAVRAS-CHAVE:** microverdes, ambiência, *Brassica juncea*

### ARTIFICIAL LIGHTING IN MUSTARD MICROGREENS (*BRASSICA JUNCEA*): SYSTEMATIC REVIEW

**ABSTRACT:** This study contemplates the accomplishment of a systematic literature review, highlighting the texts on the effect of the variable luminosity in the productive system of microgreens, during the last decade, in the bases of Web of Science, Scopus and Scielo journal databases. A systematic literature review of the texts was carried out and those that analyzed artificial lighting treatments in *Brassica juncea* microgreens were selected. The results obtained by these studies were compiled using the methodology based on Appolloni et al. (2021), assigning scores to the treatments based on their statistical significance levels. A systematic review on artificial lighting in *Brassica juncea* microgreens revealed that the most evaluated aspects in the texts were hypocotyl height, leaf area, plant height, beta carotene, alpha carotene, anthocyanins, phenols and ascorbic acid, violaxanthin, neoxanthin, lutein and chlorophyll index. Thus, for these aspects, the results obtained by different treatments within the same text were compared using the methodology of Appoloni et al. (2021). The objective of this evaluation was to understand which treatments provided the best benefits for the plants and to contribute to an overview of the most effective treatments.

**KEYWORDS:** microgreens, controlled environment, *Brassica juncea*

**INTRODUÇÃO:** Os fatores ambientais (luminosidade, temperatura, umidade do ar e gases do ambiente) influem diretamente no crescimento e desenvolvimento das culturas, sendo manipulados com o intuito de melhorar a produtividade dos cultivos (MURAKAMI e MATSUDA, 2016). No caso das microverdes, as pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de entender como aumentar a produção de compostos nutricionais a partir da modificação dos fatores ambientais.

Dentre os fatores de ambiência, a iluminação apresenta a característica de estimular processos biológicos que não têm relação com o crescimento, como a produção de metabólitos secundários (KOZAI e ZHANG, 2016). Por esse motivo, a maior parte das pesquisas sobre a relação entre os fatores ambientais e as microverdes exploram a utilização de diferentes intensidades de luz e comprimentos de onda (MURAKAMI e MATSUDA, 2016).

A caracterização da bibliografia sobre iluminação artificial em microverdes (BAENINGER-PESCARINI, 2021) revelou a concentração de publicações com experimentos com a cultura de microverdes de *Brassica juncea*. Dos 69 estudos sobre o tema da iluminação artificial, no período 2000-2021, nas bases de periódicos da Scopus e Web of Science, 28 textos apresentavam a ocorrência dessa cultura.

Cada um desses 28 experimentos avaliou os efeitos de diferentes tratamentos de iluminação artificial em uma gama de características das plantas. Assim, o objetivo deste trabalho é realizar a compilação dos resultados obtidos para os principais aspectos avaliados nos experimentos levando-se em conta a utilização de diferentes tratamentos luminosos em microverdes de *Brassica juncea*.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Tendo-se os 28 textos que trabalharam com iluminação artificial em microverdes de *Brassica Juncea*, a partir da revisão bibliográfica realizada em fase anterior deste trabalho, foram extraídas as principais características das plantas avaliadas nos experimentos e foi aplicada a metodologia de Appolloni et al. (2021) para classificar os resultados dos tratamentos sobre essas características de acordo com os resultados obtidos em cada um dos textos.

A metodologia de Appolloni et al. (2021) se baseia em um sistema de pontuação baseado na significância estatística dos resultados para classificar dentro de cada estudo qual iluminação apresentou os melhores e piores resultados. Para a metodologia utilizada pelos autores, o tratamento com a significância mais positiva recebeu a melhor pontuação e o tratamento com a significância mais baixa recebeu a menor pontuação. Os autores dão o seguinte exemplo: se um experimento apresentou três significâncias estatísticas para seus resultados, “a”, “b” e “c”, com “a” sendo o melhor e “c” sendo o pior, e teve 4 tratamentos, T1, T2, T3 e T4, com as respectivas atribuições, T1=a, T2=b, T3=c e T4=c, o tratamento que apresentou os melhores resultados, no caso “a”, recebeu 3 pontos, “b” recebeu 2 pontos e “c” recebeu 1 ponto. Se o trabalho apresentou mais do que 3 significâncias estatísticas, por exemplo “a”, “b”, “c” e “d”, com “a” sendo o melhor tratamento e “d” o pior, então a pontuação atribuída para “a” foi de 4 pontos, para “b” de 3, para “c” de 2 e para “d” de 1. Para o caso em que havia letras duplas, por exemplo “ab”, foi realizada uma adaptação da metodologia, sendo feita a média simples da pontuação de ambas as letras presentes na significância.

Após a atribuição da pontuação a todos os tratamentos de todos os textos, as pontuações foram normalizadas, dividindo-as pela maior pontuação atribuída aos tratamentos de seu respectivo texto e multiplicando-as por 3. Por exemplo, se um texto apresentou 5 níveis de significância, todas as suas pontuações foram divididas por 5 e multiplicadas por 3, ou seja, foram multiplicadas por 3/5. Isso fez com que todas as pontuações ficassem entre 1 e 3.

Com a metodologia de Appolloni et al. (2021), construiu-se uma pontuação para cada tratamento de acordo com a significância estatística de seu resultado. Durante esse processo, algumas dificuldades foram encontradas na coleta das informações nos trabalhos; a saber:

a) resultados na forma de gráficos ou equações sem significância estatística entre os

tratamentos, impossibilitando a atribuição das pontuações;

b) média dos resultados para o mesmo parâmetro em diferentes culturas, impossibilitando a comparação para a *Brassica juncea*;

c) significância dos testes calculada com base na média dos testes, a qual não foi apresentada no texto;

d) ausência de análise dos aspectos predominantes selecionados.

Do total de 28 textos sobre os efeitos da iluminação artificial na cultura de *Brassica Juncea*, em 18 deles constavam todas as informações necessárias para a etapa final dessa revisão sistemática (Tabela 1).

**TABELA 1.** Publicações finais selecionadas (18 textos) sobre iluminação artificial em microverdes de *Brassica Juncea* para aplicação da metodologia de Appoloni et al. (2021).

| Autor e ano                    | País     | Autor e ano                 | País     |
|--------------------------------|----------|-----------------------------|----------|
| 1.Kopsell et al. (2012)        | EUA      | 11.Kong et al. (2019a)      | Canadá   |
| 2. Samuoliene et al. (2012)    | Lituânia | 12. Kong et al. (2019b)     | Canadá   |
| 3.Samuolienė et al. (2013)     | Lituânia | 13.Kong et al. (2020)       | Canadá   |
| 4.Brazaityte et al (2015b)     | Lituânia | 14.Ying et al. (2020b)      | Canadá   |
| 5.Vaštakaitė e Virsile (2015b) | Lituânia | 15. Ying et al. (2020d)     | Canadá   |
| 6.Brazaitytė et al. (2016)     | Lituânia | 16.Kong e Zheng (2020)      | Canadá   |
| 7.Gerovac et al. (2016)        | EUA      | 17.Alrifai et al. (2021)    | Canadá   |
| 8.Vaštakaite et al. (2017)     | Lituânia | 18.Brazaitytė et al. (2021) | Lituânia |
| 9.Craver et al. (2017)         | EUA      |                             |          |
| 10.Brazaityte et al. (2019)    | Lituânia |                             |          |

Fonte: Scopus-Web of Science, 2012-2021.

Desses 18 textos, alguns não apresentavam as significâncias na forma de letras, mas indicando apenas que havia diferença entre um tratamento controle ou média e os resultados, sem especificar se o tratamento foi melhor ou pior. Assim, foi necessário avaliar os resultados apresentados para que uma significância fosse atribuída para esses casos.

Após a coleta das significâncias, as análises foram agrupadas de acordo com as características:

a) Efeito da iluminação nas características físicas (altura dos hipocótilos e área foliar).

b) Efeito da iluminação na produção de fenóis, antocianinas e ácido ascórbico.

c) Efeito da iluminação na produção de pigmentos (beta caroteno, alpha caroteno, neoxanthin, lutein, violaxanthin e clorofila).

Para a devida compilação das significâncias estatísticas obtidas nos experimentos, foi realizada a criação de uma tabela para cada texto, registrando os resultados dos experimentos e facilitando a posterior atribuição de pontuações. É importante salientar que os textos sobre efeitos da iluminação artificial em microverdes de *Brassica Juncea* nesta revisão sistemática (18 textos) apresentaram diferentes maneiras de comparação e de atribuição de significância estatísticas (Tabela 2).

**TABELA 2.** Classificação dos 18 textos de acordo com o método de comparação utilizado para os resultados

| Autores                      | Comparação com controle | Comparação entre todos os resultados |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Kopsell et al (2012)         |                         |                                      |
| Samuoliene et al (2012)      |                         |                                      |
| Samuolienė et al (2013)      |                         |                                      |
| Brazaityte et al (2015b)     |                         |                                      |
| Vaštakaitė e Virsile (2015b) |                         |                                      |
| Gerovac et al (2016)         |                         |                                      |
| Brazaitytė et al (2016)      |                         |                                      |
| Craver et al (2017)          |                         |                                      |
| Vaštakaite et al (2017)      |                         |                                      |
| Kong et al (2019a)           |                         |                                      |
| Brazaityte et al (2019)      |                         |                                      |
| Kong et al (2019b)           |                         |                                      |
| Ying et al (2020b)           |                         |                                      |
| Kong et al (2020a)           |                         |                                      |
| Kong e Zheng (2020b)         |                         |                                      |
| Alrifai et al (2021)         |                         |                                      |
| Brazaityte et al (2021)      |                         |                                      |
| Ying et al (2020d)           |                         |                                      |

Fonte: Scopus-Web of Science, 2012-2021.

Adotou-se, portanto, a divisão dos textos nos seguintes grupos:

- i) textos que compararam os resultados com um experimento controle
- ii) textos que compararam todos os resultados entre si.

Para o caso dos textos com comparação dos resultados com um tratamento-controle, os que apresentaram resultados superiores ao controle receberam maiores pontuações. No caso do tratamento controle e dos demais tratamentos - que não tiveram significância estatística com o controle - esses receberam pontuações medianas.

Finalmente, os tratamentos que apresentaram resultados inferiores ao controle receberam as menores pontuações. Já para o caso dos textos que compararam todos os resultados entre si, o tratamento que apresentou melhores resultados recebeu a maior pontuação e o que o apresentou o pior resultado recebeu a menor pontuação.

Os textos foram agrupados da seguinte forma (Tabela 3):

- i) Trabalhos que modificaram somente a qualidade da luz (Q)
- ii) Trabalhos que modificaram somente a intensidade de luz (I)
- iii) Trabalhos que modificaram intensidade e qualidade de luz (IQ)
- iv) Trabalhos que modificaram qualidade e fotoperíodo (QF)
- v) Trabalhos que modificaram a qualidade, fotoperíodo e intensidade de iluminação (QFI)
- vi) Trabalhos que modificaram a qualidade e frequência de iluminação (QFR)

**TABELA 3.** Agrupamento da revisão sistemática segundo efeitos da iluminação artificial em microverdes de *Brassica juncea*

| Autores                     | Intensidade | Qualidade | Intensidade e Qualidade | Qualidade e Fotoperíodo | Qualidade e Frequência | Qualidade, Fotoperíodo e Intensidade | Comprimento do hipocótilo, Área foliar | Fenóis, Antocianinas, Ácido Ascórbico | Beta caroteno, Alpha caroteno, Violaxanthin, Neoxanthin, Lutein |
|-----------------------------|-------------|-----------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---|
| Kopsell et al (2012)        | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      |  |                                       | <b>X</b>  |
| Samouliene et al (2012)     |             | <b>Q</b>  |                         |                         |                        |                                      |  | <b>X</b>                              |   |
| Samoulienė et al (2013)     | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               | <b>X</b>                              | <b>X</b>  |
| Brazaityte et al (2015b)    |             |           | <b>IQ</b>               |                         |                        |                                      |  |                                       | <b>X</b>  |
| Vaštakaitė e Virsile (2015) | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               | <b>X</b>                              |   |
| Gerovac et al (2016)        | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |
| Brazaitytė et al (2016)     |             | <b>Q</b>  |                         |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               | <b>X</b>                              |   |
| Craver et al (2017)         | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      |  | <b>X</b>                              | <b>X</b>  |
| Vaštakaite et al (2017)     |             |           |                         |                         | <b>QFR</b>             |                                      |  | <b>X</b>                              |   |
| Kong et al (2019a)          |             |           | <b>IQ</b>               |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |
| Brazaityte et al (2019)     |             |           |                         | <b>QF</b>               |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |
| Kong et al (2019b)          |             |           |                         | <b>QF</b>               |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |
| Ying et al (2020b)          |             |           |                         | <b>QF</b>               |                        |                                      |  | <b>X</b>                              |   |
| Ying et al (2020d)          |             |           |                         |                         |                        | <b>QFI</b>                           |  |                                       | <b>X</b>  |
| Kong et al (2020)           |             | <b>Q</b>  |                         |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |
| Kong e Zheng (2020)         |             |           | <b>IQ</b>               |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |
| Alrifai et al (2021)        | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      |  |                                       | <b>X</b>  |
| Brazaityte et al (2021)     | <b>I</b>    |           |                         |                         |                        |                                      | <b>X</b>                               |                                       |   |

Fonte: Scopus-Web of Science, 2012-2021.

Dessa maneira, foi confeccionada uma tabela para cada categoria, ou seja, uma tabela para os textos que analisaram “Comprimento do hipocótilo” e “Área foliar”, uma tabela para os textos que analisaram “Fenóis”, “Antocianinas” e “Ácido ascórbico” e uma tabela para os textos que analisaram “Beta caroteno”, “Alpha caroteno”, “Violaxanthin”, “Neoxanthin”, “Lutein”.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As características aspectos físicos, pigmentos, fenóis, antocianinas e ácido ascórbico foram escolhidos para avaliações mais aprofundadas dos resultados dos tratamentos de iluminação artificial por apresentarem o maior número de ocorrências nas pesquisas.

Considerando que aspectos físicos e pigmentos são grupos com maiores ocorrências, foram elaborados gráficos para captar quais os aspectos mais estudados dentro desses agrupamentos. Dentre as características físicas predominantes, constatou-se: comprimento do hipocótilo, a área foliar, massas seca e fresca, ângulo do pigmento dos cotilédones e área dos cotilédones. Dentre os pigmentos predominaram: beta-caroteno, índice de clorofila, neoxanthin, violaxanthin, lutein e alpha-caroteno.

Os aspectos avaliados preponderantes nos textos foram altura dos hipocótilos, área foliar, beta caroteno, alpha caroteno, neoxanthin, violaxanthin, lutein, antocianinas, índice de clorofila, fenóis e ácido ascórbico, sendo divididos entre aspectos físicos, pigmentos e outros (ácido ascórbico, fenóis e antocianinas).

Assim, a metodologia de Appolloni et al (2021) foi aplicada para os resultados obtidos nos 18 estudos, de maneira a avaliar como diferentes tratamentos luminosos afetaram essas características (Tabela 3).

Na Tabela 4 pode ser verificado, como um exemplo, a planilha criada para classificar os resultados dos tratamentos sobre os teores de ácido ascórbico, fenóis e antocianinas. Nela pode ser observado o tipo de parâmetro de iluminação alterado, o autor do texto, a cultivar de *Brassica juncea* utilizada, os parâmetros fixos e variáveis nos experimentos e a pontuação atribuída, variando de “O”, um ponto, a “OOO”, três pontos.

Por exemplo, Vaštakaitė e Viršilė (2015) avaliaram os efeitos da aplicação de um conjunto de LEDs composto por 8 lâmpadas violeta (420-430 nm), 16 lâmpadas azuis (460-470nm), 3 lâmpadas vermelhas (620-630 nm), 56 lâmpadas vermelhas (660-670 nm) e 8 lâmpadas brancas (azul(400-500 nm)+verde(500-600 nm)+vermelho(600-700 nm)). As intensidades utilizadas foram de 250  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  e 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  e os resultados obtidos foram comparados à utilização de lâmpadas HPS. Foi encontrado que a quantidade de ácido ascórbico aumentou na *Brassica juncea* “Red lion” em 1,1x para o tratamento de 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  e em 1,5x para o tratamento de 110  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ . A quantidade de fenóis apresentou aumento com relação ao controle, com diferença de 1,2x para 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  e 1,5x para 250  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  e as antocianinas apresentaram diferença significativa ao controle somente para 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ , com aumento de 1,2x. Para a concentração de fenóis, antocianinas e ácido ascórbico a intensidade de 150  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$  apresentou os melhores resultados comparados ao controle. A análise dos resultados de cada um dos 18 estudos resultou na classificação e indicação dos melhores tratamentos de luz para as características avaliadas preponderantes.

TABELA 4. Síntese da bibliografia e atribuição de pontuações (Appolloni et al. 2021 adaptado) que contemplou “Fenóis”, “Ácido ascórbico” e “Antocianinas”

| TIPO DO PARÂMETRO ALTERADO | Referência                  | Espécie                       | Tratamentos de Luz  | Aspectos avaliados              |                             |                             |                                   |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
|                            |                             |                               | Parâmetros fixos de luz   | Aspectos de luz que se alteram  | Total de Fenóis(mg g-1, FM) | Ácido Ascórbico(mg g-1, FM) | Total de Antocianinas(mg g-1, FM) |
| Intensidade                | Vaštakaitė e Viršile (2015) | Brassica juncea L. ‘Red Lion’ | Violeta (420-430 nm), Azul(460-470 nm),Laranja(610-615 nm). Vermelho (620-630), Vermelho(660-670 nm), Branco ( azul(400-500 nm)+verde(500-600 nm)+vermelho(600-700nm)) - 16 h/dia | LED = 150 umol/m <sup>2</sup> s | ○○○                         | ○○○                         | ○○○                               |
|                            |                             |                               |   | LED = 250 umol/m <sup>2</sup> s | ○○○                         | ○○○                         | ○○                                |
|                            |                             |                               |   | HPS = 150 umol/m <sup>2</sup> s | ○○                          | ○○                          | ○○                                |

Fonte: Scopus-Web of Science, 2012-2021.

**CONCLUSÕES:** As análises demonstraram que a iluminação artificial se comprovou efetiva na alteração de respostas físicas e/ou de produção de fotoquímicos, visto que diferentes tipos de aplicação e combinação de luz geram diferentes respostas das plantas.

A metodologia de Appolloni et al (2021) mostrou-se adequada para a caracterização dos tratamentos e seus resultados, possibilitando, a partir da recompilação de significâncias estatísticas e pontuações, a sistematização dos resultados e organização dos textos selecionados. Além disso, a reorganização da revisão sistemática dos textos sobre iluminação artificial em microverdes de *Brassica juncea* - com a criação de categorias a partir de tipo de tratamento luminoso: intensidade, qualidade, fotoperíodo e frequência - permitiu padronizar os resultados. Por fim, a revisão sistemática realizada indica uma agenda de pesquisa sobre o tema, como por exemplo, o efeito da iluminação artificial em demais características físicas e de produção de fotoquímicos bem como em outras culturas.

## REFERÊNCIAS:

ALRIFAI, O., HAO, X., LIU, R., LU, Z., MARCONE, M.F., TSAO, R. LED-Induced Carotenoid Synthesis and Related Gene Expression in Brassica Microgreens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 2021, 69, 4674–4685

APPOLLONI, E., PENNISI, G., ZAULI, I., CAROTTI, L., PAUCEK, I., QUAINI, S., ORSINIA, F., GIANQUINTO, G. Beyond vegetables: effects of indoor LED light on specialized metabolite biosynthesis in medicinal and aromatic plants, edible flowers, and microgreens **.Journal of The Science of Food and Agriculture** 2021.

BAENINGER PESCARINI, H. Iluminação artificial em microverdes: revisão sistemática sobre a cultura da mostarda (*Brassica juncea*). **Trabalho de Conclusão de Curso**. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2021.

BRAZAITYTE, A., SAKALAIUSKIENE, S., SAMUOLIENE, Ė., JANKAUSKIENE, J., VIRŠILE, A., NOVIČKOVAS, A., SIRTAUTAS, R., MILIAUSKIENE, J., VAŠTAKAITĖ, V., DABAŠINSKAS, L., DUCHOVSKIS, P. The effects of LED illumination spectra and intensity on carotenoid content in Brassicaceae microgreens. **Food Chemistry** 173 (2015b) 600–606.

BRAZAITYTĖ, A., SAKALAIUSKIENĖ, S., VIRŠILĖ, A., JANKAUSKIENĖ, J., SAMUOLIENĖ, G., SIRTAUTAS, R., VAŠTAKAITĖ, V., MILIAUSKIENĖ, J., DUCHOVSKIS, P., NOVIČKOVAS, A., DABAŠINSKAS, L. The effect of short-term red lighting on Brassicaceae microgreens grown indoors. Proc. Int. Symp. on High Value Vegetables, Root and Tuber Crops, and Edible Fungi – Production, Supply and Demand. **Acta Hort.** 1123. ISHS 2016. Eds.: C.J. Birch et al. 177-183

BRAZAITYTĖ, A., VIRŠILĖ, A., SAMUOLIENĖ, G., VAŠTAKAITĖ-KAIRIENĖ, V., JANKAUSKIENĖ, J., MILIAUSKIENĖ, J., NOVIČKOVAS, A., DUCHOVSKIS, P. Response of Mustard Microgreens to Different Wavelengths and Durations of UV-A LEDs. **Frontiers Plant Science**, 17 October 2019

BRAZAITYTĖ, A.; MILIAUSKIENĖ, J.; VAŠTAKAITĖ-KAIRIENĖ, V.; SUTULIENĖ, R.; LAUŽIKĖ, K.; DUCHOVSKIS, P.; MAŁEK, S. Effect of Different Ratios of Blue and Red LED Light on Brassicaceae Microgreens under a Controlled Environment. **Plants** 2021, 10, 801.

CRAVER, J.K., GEROVAC, J.R., LOPEZ, R.G, KOPSELL, D.A. Light Intensity and Light Quality from Sole-source Light-emitting Diodes Impact Phytochemical Concentrations within *Brassica* Microgreens. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 142(1):3–12. 2017.

GEROVAC, J.R., CRAVER, J.K., BOLDT, J.K., LOPEZ, R.G. Light Intensity and Quality from Sole-source Light-emitting Diodes Impact Growth, Morphology, and Nutrient Content of Brassica Microgreens. **HORTSCIENCE** 51(5):497–503. 2016.

KONG, Y., KAMATH, D., ZHENG, Y. Blue versus Red Light Can Promote Elongation Growth Independent of Photoperiod: A Study in Four Brassica Microgreens Species. **HORTSCIENCE** 54(11):1955–1961. 2019b.

KONG, Y., SCHIESTEL, K., ZHENG, Y. Maximum elongation growth promoted as a shade-avoidance response by blue light is related to deactivated phytochrome: a comparison with red light in four microgreen species. **Canadian Journal of Plant Science** 100:314-326, 2020 .

KONG, Y., SCHIESTEL, K., ZHENG, Y. Pure blue light effects on growth and morphology are slightly changed by adding low-level UVA or far-red light: A comparison with red light in four microgreen species. **Environmental and Experimental Botany** 157 (2019a) 58–68.

KONG, Y., ZHENG, Y. Growth and morphology responses to narrow-band blue light and its co-action with low-level UVB or green light: A comparison with red light in four microgreen species. **Environmental and Experimental Botany**. Volume 178, October 2020.

KOPSELL, D. A., PANTANIZOPOULOS, N. I., SAMS, C. E., KOPSELL, D. E. Shoot tissue pigment levels increase in 'Florida Broadleaf' mustard (*Brassica juncea* L.) microgreens following high light treatment. **Scientia Horticulturae** 140, 2012, 96–99.

KOZAI T., ZHANG G. Some Aspects of the Light Environment. In: Kozai T., Fujiwara K., Runkle E. (eds) LED Lighting for Urban Agriculture. **Springer** Singapore.2016

MURAKAMI, K., MATSUDA, R.. Optical and physiological properties of a leaf. In LED Lighting for Urban Agriculture (pp. 113–123). **Springer** Singapore.2016.

SAMUOLIENĖ, G., BRAZAITYTĖ, A., JANKAUSKIENĖ, J., VIRŠILĖ, A., Sirtautas,R., NOVIČKOVAS, A., SAKALAUŠKIENĖ, S., SAKALAUŠKAITĖ, J., DUCHOVSKIS, P. LED irradiance level affects growth and nutritional quality of *Brassica* microgreens. **Central European Journal of Biology** 8 (12), 2013, 1241-1249.

SAMUOLIENĖ, G., BRAZAITYTĖ, A., SIRTAUTAS, R., SAKALAUŠKIENĖ, S., JANKAUSKIENĖ, J., DUCHOVSKIS, P. The Impact of Supplementary Short-Term Red LED Lighting on the Antioxidant Properties of Microgreens. **7th IS on Light in Horticultural Systems**. Eds.: S. Hemming and E. Heuvelink. Acta Hort. 956, ISHS 2012, 649-655.

SHIMIZU, H. Effect of light quality on secondary metabolite production in leafy greens and seedlings. In LED Lighting for Urban Agriculture (pp. 239–260). Springer Singapore, 2016.

VAŠTAKAITĖ, V., VIRŠILĖ, A. Light - Emitting Diodes (leds) for Higher Nutritional Quality of Brassicaceae Microgreens. research for rural development. **International Scientific Conference Proceedings**. 2015, VOLUME 1, 111-117.

VASTAKAITE, V., VIRŠILĖ, A., BRAZAITYTE, A., SAMUOLIENE, G., JANKAUSKIENE, J., NOVICKOVAS, A., DUCHOVSKIS, P. Pulsed Light-Emitting Diodes for a Higher Phytochemical Level in Microgreens. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2017, 65, 31, 6529–6534 <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b01214>.

XIAO, Z., LESTER, G. E., LUO, Y., WANG, Q. Assessment of Vitamin and Carotenoid Concentrations of Emerging Food Products: Edible Microgreens.2012

YING, Q., KONG, Y., ZHENG, Y. Overnight Supplemental Blue, Rather than Far-red, Light Improves Microgreen Yield and Appearance Quality without Compromising Nutritional Quality during Winter Greenhouse Production. **HORTSCIENCE** 55(9):1468–1474. 2020b.

YING, Q.,YUN KONG, Y., ZHENG, Y. Applying Blue Light Alone, or in Combination with Far-red Light, during Nighttime Increases Elongation without Compromising Yield and Quality of Indoor-grown Microgreens. **American Society for Horticultural Science** Volume 55: Issue 6, 2020d