

Spectre lumineux et composés antioxydants : notre équipe fait la lumière sur le contenu nutritif de pousses végétales

Arezki A., Boisvert M-È, Normandeau-Guimond D., Aubé M., Domingue O., Roby J.
 Équipe de recherche sur la lumière, Cégep de Sherbrooke, Québec, Canada

Colloque de l'ARC dans le cadre du 84^e congrès de l'ACFAS, 10 mai 2016, Montréal

Résumé

La population est de plus en plus soucieuse de la qualité des aliments qu'elle consomme. Les producteurs prennent grand soin de leur culture, cherchant à fournir des aliments sains à leurs clients. Cependant, bien peu d'entre eux soupçonnent que la qualité du spectre lumineux fourni à leurs plantes peut affecter leur valeur nutritive. Un récent partenariat avec un producteur régional de pousses germées, VERTige, ferme urbaine inc., nous a permis de nous attarder à cet élément de la production végétale. En effet, il est connu que le spectre de la lumière, particulièrement dans le bleu et le rouge, influence le contenu nutritif des végétaux (Olle *et al.*, 2013). Pour obtenir des végétaux plus nutritifs, le développement de système lumineux au spectre modifié est donc une avenue de recherche intéressante. D'autre part, le contenu nutritif des végétaux peut être évalué par la quantification biochimique de molécules d'intérêt, comme les composés phénoliques et les pigments antioxydants. Ce projet de recherche vise à évaluer l'impact de nouveaux dispositifs d'éclairage sur les pousses de brocoli, d'herbe de blé et de tournesol en dosant ces molécules nutritives. Notre équipe s'est attardée à la quantification des composés phénoliques totaux, des flavonoïdes, de la vitamine C et de la chlorophylle a. Les résultats de notre étude ne permettent pas de tirer des conclusions définitives due à la grande variabilité du matériel analysé, même si certaines tendances se dégagent des traitements.

Méthodologie -Éclairage

L'objectif de l'expérience consistait à déterminer des différences de concentration de molécules d'intérêt de deux différents traitements lumineux par rapport à un contrôle (tube fluorescent Sunblaster utilisé chez VERTige). Conséquemment :

- La caractérisation des différents traitements lumineux a été réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre calibré (Model: Black Comet CXR-50);
- Les spectres supplémentés ont été normalisés à la même intensité lumineuse (55 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$). Les spectres des trois traitements lumineux (contrôle: fluorescent Sunblaster [spectre présent sur toutes les figures], A: Sunblaster supplémenté en lumière bleue [$\lambda_{\text{max}}=465\text{nm}$, #77706 Los Alpena], B: Sunblaster supplémenté en lumière rouge [$\lambda_{\text{max}}=630\text{nm}$, #77702 Los Alpena]) sont présentés plus bas;
- Les pousses étaient éclairées en continu. La durée de l'éclairage était la même entre les traitements pour une même espèce, mais variait selon les pousses;
- Les valeurs ont été prises en triplicata et chaque expérience a été répétée trois fois pour assurer la fiabilité des mesures.

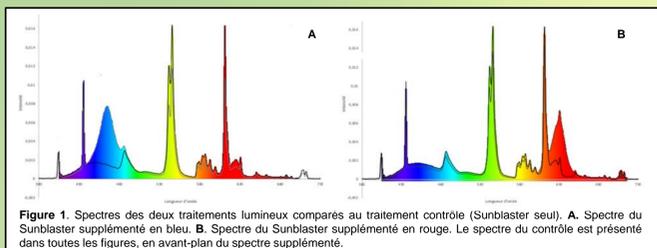


Figure 1. Spectres des deux traitements lumineux comparés au traitement contrôle (Sunblaster seul). A. Spectre du Sunblaster supplémenté en bleu. B. Spectre du Sunblaster supplémenté en rouge. Le spectre du contrôle est présenté dans toutes les figures, en avant-plan du spectre supplémenté.

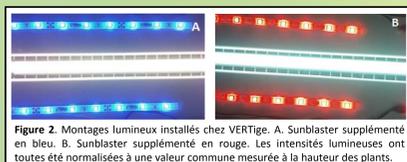


Figure 2. Montages lumineux installés chez VERTige. A. Sunblaster supplémenté en bleu. B. Sunblaster supplémenté en rouge. Les intensités lumineuses ont toutes été normalisées à une valeur commune mesurée à la hauteur des plants.

Méthodologie -Dosage

- Pousses végétales:** produites chez VERTige et récoltées chaque semaine.
 - Phase initiale de germination de 3 jours à la noirceur à une température d'environ 20°C;
 - Transfert des pousses sous des lumières de croissance entre 2 à 5 jours selon les espèces.
- Traitements des échantillons:**
 - Pesés (environ 20g), lyophilisés, broyés et conservés (-80°C) jusqu'aux extractions des molécules nutritives d'intérêt.

1-Composés phénoliques, flavonoïdes et vitamine C:

S'effectue par spectrophotométrie sur microplaque après des réactions colorimétriques spécifiques, en comparaison avec des standards (acide gallique pour les composés phénoliques et catéchine pour les flavonoïdes). Des sous-échantillons de précisément environ 50 mg (flavonoïdes et composés phénoliques) et de 25 mg (vitamine C) ont été pesés avant extraction. Les composés sont extraits des pousses lyophilisées broyées, par une incubation de 16 heures dans le méthanol (flavonoïdes et composés phénoliques) ou de 5 minutes dans le TCA (vitamine C) (Singleton et Rossi, 1965; Topcu *et al.* 2015).

2- Pigment (chlorophylle a):

Extraits à l'acétone (sur la poudre lyophilisée; sous-échantillons de précisément environ 50 mg dans 3 ml) sans incubation, puis quantifiés par HPLC (détecteur UV/Visible avec barrettes photodiodes), également par rapport à des standards (Garcia-Plazaola *et al.*, 1999).

Résultats

Composés phénoliques et flavonoïdes

Les pousses démontrent des quantités différentes de chacune des molécules dosées et ces concentrations concordent avec les valeurs disponibles dans la littérature (Topcu *et al.*, 2015) (voir figure 3. A). Aucune différence significative n'a cependant été observée entre les traitements. La pousse de tournesol montre toutefois une tendance à l'augmentation de la quantité de composés phénoliques dans les traitements supplémentés (en rouge particulièrement; voir figure 3.B). Les données pour les autres pousses ne sont pas présentées. Les résultats sont similaires pour les flavonoïdes; les pousses présentent des quantités différentes de composés (figure 4. A), mais aucun effet significatif n'est observable entre les traitements. Pour les flavonoïdes, l'herbe de blé semble bénéficier d'une supplémentation lumineuse, cette fois-ci dans le bleu (figures 4). Les données pour les autres pousses ne sont pas présentées.

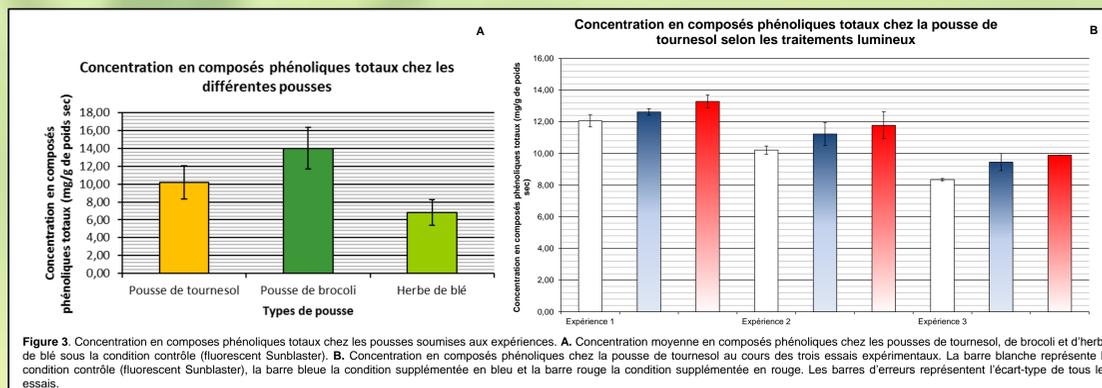


Figure 3. Concentration en composés phénoliques totaux chez les pousses soumises aux expériences. A. Concentration moyenne en composés phénoliques chez les pousses de tournesol, de brocoli et d'herbe de blé sous la condition contrôle (fluorescent Sunblaster). B. Concentration en composés phénoliques chez la pousse de tournesol au cours des trois essais expérimentaux. La barre blanche représente la condition contrôle (fluorescent Sunblaster), la barre bleue la condition supplémentée en bleu et la barre rouge la condition supplémentée en rouge. Les barres d'erreurs représentent l'écart-type de tous les essais.

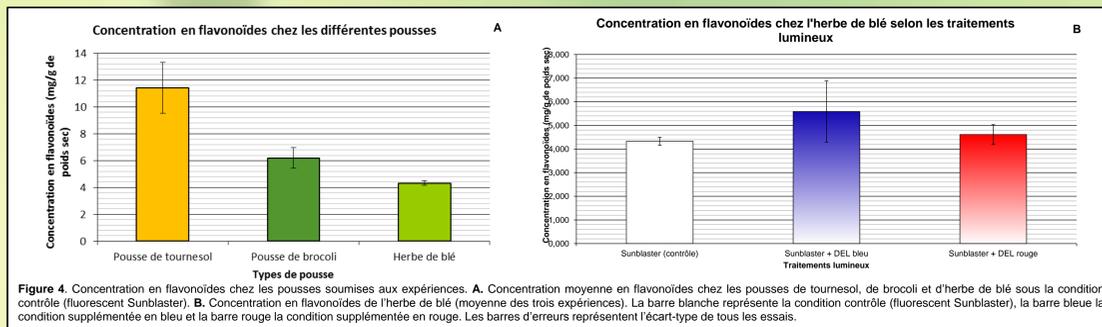


Figure 4. Concentration en flavonoïdes chez les pousses soumises aux expériences. A. Concentration moyenne en flavonoïdes chez les pousses de tournesol, de brocoli et d'herbe de blé sous la condition contrôle (fluorescent Sunblaster). B. Concentration en flavonoïdes de l'herbe de blé (moyenne des trois expériences). La barre blanche représente la condition contrôle (fluorescent Sunblaster), la barre bleue la condition supplémentée en bleu et la barre rouge la condition supplémentée en rouge. Les barres d'erreurs représentent l'écart-type de tous les essais.

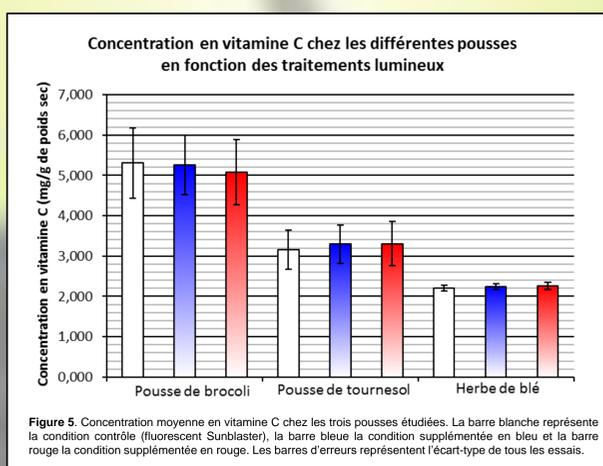


Figure 5. Concentration moyenne en vitamine C chez les trois pousses étudiées. La barre blanche représente la condition contrôle (fluorescent Sunblaster), la barre bleue la condition supplémentée en bleu et la barre rouge la condition supplémentée en rouge. Les barres d'erreurs représentent l'écart-type de tous les essais.

Vitamine C

Les concentrations en vitamine C sont différentes entre les variétés de pousses mais invariantes entre les traitements lumineux (figure 5). Aucune tendance ne se dégage sur aucune variété.

Chlorophylle a

Des différences sont observables entre les variétés de pousses quant à la quantité de pigment chlorophyllien. Le brocoli en ayant la quantité la plus importante (3,66 mg/g) suivi par l'herbe de blé (2,78mg/g) puis le tournesol (1,79mg/g). Les quantités dosées sont également en accord avec les valeurs disponibles dans la littérature (Chaterjee *et al.*, 2005; Kopsell et Sams, 2015). Peu de différences ont été observées entre les traitements. La supplémentation en lumière rouge semble augmenter significativement (quoique faiblement) la quantité de chlorophylle chez le tournesol. La supplémentation en bleu et en rouge montre une tendance à l'augmentation de chlorophylle chez l'herbe de blé.

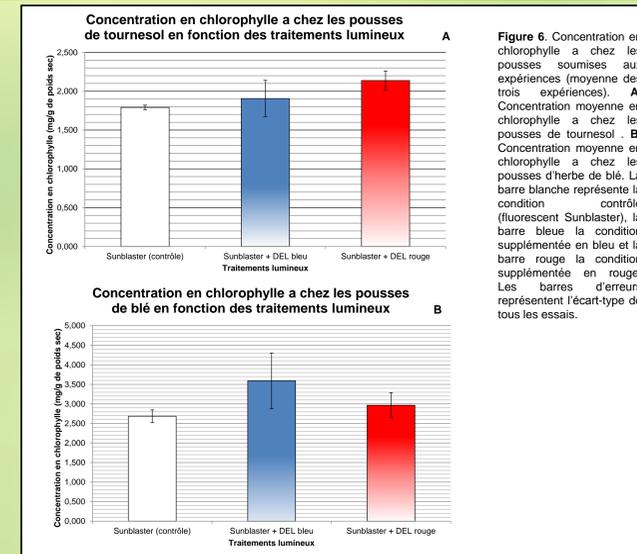


Figure 6. Concentration en chlorophylle a chez les pousses soumises aux expériences (moyenne des trois expériences). A. Concentration moyenne en chlorophylle a chez les pousses de tournesol. B. Concentration moyenne en chlorophylle a chez les pousses de blé. La barre blanche représente la condition contrôle (fluorescent Sunblaster), la barre bleue la condition supplémentée en bleu et la barre rouge la condition supplémentée en rouge. Les barres d'erreurs représentent l'écart-type de tous les essais.

Analyse et Conclusion

Nous avons été en mesure de doser les composés d'intérêt dans les trois types de pousses. Cependant, peu de différences significatives ont pu être observées entre les traitements pour les composés testés. Sauf pour la vitamine C, des tendances à la hausse pour tous les composés ont été observées au moins chez quelques pousses lors de la supplémentation, et ce peu importe le spectre. La quantité de lumière supplémentée dans nos expériences correspond à une augmentation d'environ 25% de l'intensité du contrôle (43 à 55 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$). Plusieurs études utilisent des intensités bien supérieures (de l'ordre de 300 à 700 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$; Li et Kubota 2009; Olle *et al.* 2013). Selon les tendances remarquées, des intensités supérieures entraîneraient probablement une augmentation plus importante des molécules d'intérêt et permettraient peut-être d'observer des différences selon la nature du spectre.

Il apparaît donc que la qualité du spectre lumineux n'influence pas ou peu, dans les conditions expérimentales testées, la valeur antioxydante de ces aliments. Ces conditions étaient celles de production de notre partenaire industriel. Par la nature des produits alimentaires cultivés, le temps d'éclairage y est très court et les intensités lumineuses jusqu'à 6 fois inférieures à ce qui peut être retrouvé dans d'autres serres de production. Des études supplémentaires faites avec un plus long temps d'exposition ou à des intensités lumineuses supérieures permettraient peut-être l'observation d'une variation plus significative des composés d'intérêt.

Remerciements

Les personnes suivantes ont également contribué à la réalisation des travaux: Gravel P., Jonas G. et Louati M. Les auteurs remercient le Cégep de Sherbrooke et la compagnie VERTige pour leur contribution. Un merci tout spécial à Mme Geneviève Levasseur et à M. Christophe P. Rouette pour l'assistance lors des expériences en laboratoire. Ces travaux ont été rendus possibles grâce au soutien financier des programmes RDA-CRSNG et PCUC-MESRST Québec.



Références

- Chaterjee, B., Ghanti, P., Thapa, U., & Tripathy, T. « Effect of organic nutrition in sprouting broccoli (Brassica oleracea L. var. italica Plenck) », *Vegetable Science*, 2015, 32(1), 51-54.
- José I. Garcia-Plazaola et José M. Becerril, « A Rapid High-performance Liquid Chromatography Method to Measure Lipophilic Antioxidants in Stressed Plants: Simultaneous Determination of Carotenoids and Tocopherols », *Phytochem. Anal.*, 1999, 10, 307-313.
- Kopsell, D. A., & Sams, C. E. « Increases in shoot tissue pigments, glucosinolates, and mineral elements in sprouting broccoli after exposure to short-duration blue light from light emitting diodes », *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 2013, 138(1), 31-37.
- Li, Q., & Kubota, C. « Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. » *Environmental and Experimental Botany*, 2009., 67(1), 59-64.
- Olle M. et Viršilė A., « The effects of light-emitting diode lighting on greenhouse plant growth and quality », *Agricultural and food sciences*, 2013, 22: 223-234.
- Singleton V.L. et Rossi J.A. « Colorimetry of total phenols with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents », *American Journal of Enology and Viticulture*, 1965, 16, 144-158.
- Topcu Y. *et al.* « The effects of UV radiation during the vegetative period on antioxidant compounds and postharvest quality of broccoli (Brassica oleracea L.) », *Plant Physiology and Biochemistry*, 2015, 93, 56-65.