

**Diss. ETH 5411**

**Inhibition de la respiration et de la croissance de  
Sphaerotilus natans par la lumière visible et UV-proche  
à forte intensité**

THÈSE

pour l'obtention  
du titre de docteur ès sciences naturelles  
de  
L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE  
DE ZÜRICH

présentée par  
JAN FAVRE  
diplômé en biologie de l'Université  
de Genève  
né le 29 mars 1942  
de Chamoson et Sion (ct. du Valais)

accepté sur proposition  
du professeur Dr. K. Wuhrmann, rapporteur  
du professeur Dr. R. Hütter, corapporteur

Juris Druck + Verlag Zürich  
1975

## VI RESUME

La lumière d'une lampe à mercure à haute pression, d'intensité de  $12 \text{ mW/cm}^2$ , inhibe la respiration de *S. natans*. La cinétique de cette inhibition suit une relation de site multiple débutant par une épaule, dont la durée varie entre 30 à 90 mn suivant la composition du milieu. L'épaule est suivie d'une diminution de la respiration plus ou moins rapide, dépendant de la qualité nutritive du substrat moins bonne ou meilleure.

L'ampleur de l'inhibition est une fonction linéaire du temps d'exposition, lorsque l'intensité d'irradiation est située entre 15,6 et  $13,2 \text{ mW/cm}^2$ . En-dessous de  $13,2 \text{ mW/cm}^2$ , cette linéarité disparaît et la vitesse d'inhibition ralentit pour s'annuler vers  $10 \text{ mW/cm}^2$ , lorsque la suspension dispose d'une source d'azote organique. En-dessous de  $10 \text{ mW/cm}^2$ , la respiration augmente avec le temps d'incubation, mais moins rapidement que celle du témoin à l'obscurité. Cette augmentation tend à se confondre avec celle du témoin vers  $1,4 \text{ mW/cm}^2$ .

Le spectre de la lumière responsable de l'inhibition de la respiration s'étend de 305 nm à 420 nm, si la suspension dispose d'une source d'azote organique, et à 540 nm, si la source d'azote est inorganique. Les rayons de longueur d'onde près de 300 nm ont un effet de protection. Sinon l'efficacité de l'irradiation diminue avec l'augmentation des longueurs d'onde du rayonnement.

L'effet de la lumière est presque entièrement réversible, pour autant que la durée d'irradiation de  $12 \text{ mW/cm}^2$  n'excède pas 2 h 30 à 3 h et que les cellules sont dans un milieu permettant la biosynthèse des protéines. Dans un milieu dépourvu d'éléments nutritifs, cette réversibilité ne dépasse pas 10%. La réparation est maximale au début de l'obscurité. En présence d'antibiotiques inhibant la synthèse des acides nucléiques, la réversibilité est également limitée.

Une action photodynamique est suggérée car:

- le quotient respiratoire d'une suspension cellulaire irradiée diminue en fonction du temps d'exposition;
- l'inhibition est ralentie, lorsque les cellules sont illuminées sous atmosphère d'azote;
- une suspension pasteurisée irradiée fixe de l'oxygène par une réaction purement photochimique.

La croissance est inhibée:

- par action indirecte, lorsque les propriétés nutritives du milieu, réagissant directement avec la lumière, sont modifiées;
- par action directe de l'irradiation sur les suspensions cellulaires croissant dans des milieux synthétiques, insensibles à la lumière. Le taux de croissance est complètement inhibé au-dessus d'une intensité d'irradiation de  $11 \text{ mW/cm}^2$ , lorsque le milieu synthétique contient une source d'azote organique, de  $10 \text{ mW/cm}^2$ , si la source d'azote est inorganique. En-dessous de ces intensités, l'inhibition est partielle et tend à s'annuler vers  $1,4 \text{ mW/cm}^2$ .

Les résultats de l'inhibition de croissance sont analogues à ceux de l'inhibition de la respiration. Les effets de la lumière peuvent entièrement expliquer les variations saisonnières de la colonisation du *S. natans* dans les cours d'eau naturels.

## VII SUMMARY

The light of a high pressure mercury lamp (intensity of  $12 \text{ mW/cm}^2$ ) inhibits the respiration and the growth of *Sphaerotilus natans*. A photodynamic action is suggested. The range of the inhibiting wavelengths extends with decreasing efficiency from about 305 nm to 540 nm. Wavelengths at about 300 nm occur to be protective. The effect is more or less reversible within 2 h 30 to 3 h. This repair is more or less complete and depends on the composition of the medium. Irradiation intensities in excess of  $10 \text{ mW/cm}^2$  totally inhibit respiration and growth, the rate of inhibition being influenced, however, by the composition of the medium. At lower intensities, partial inhibition occurs which disappears at about  $1,4 \text{ mW/cm}^2$ . In presence of an inorganic nitrogen source only, detrimental effects of light on respiration are much more pronounced than in complex medium.

This light effect explains satisfactorily the variation of colonization of natural running waters by *Sphaerotilus natans* as a function of the interaction of season and pollution intensity.