



Fiche-Info 4 Ingénierie de l'eau

Fiche-info 4.3 – Technologies de traitement aux UV



SUWANU EUROPE est un projet H2020 qui vise à promouvoir et à faciliter les échanges de connaissances, d'expériences et de compétences entre usagers et acteurs impliqués dans la réutilisation des eaux en agriculture. Cette Fiche-Info 4.3 est à destination d'ingénieurs des process de l'eau, elle décrit différents systèmes de traitement des eaux aux UV qui permettent d'atteindre les standards européens pour l'irrigation agricole.

1. Introduction

La lumière ultraviolette (UV) est une forme de rayonnement électromagnétique invisible à l'œil humain. Le spectre électromagnétique UV se situe entre les rayons X et la lumière visible. Dans la gamme de longueurs d'onde comprises entre 200 et 300 nanomètres, la lumière UV a des propriétés germicides, ce qui signifie qu'elle est capable de désactiver des micro-organismes, tels que les bactéries, les virus et les protozoaires.

Les systèmes de désinfection UV sont l'une des technologies les plus courantes et les plus efficaces pour la désinfection de l'eau et des eaux usées. Un nombre important de recherches scientifiques a prouvé la capacité de la lumière UV à désactiver une longue liste de bactéries pathogènes, de virus et de protozoaires. De plus, l'eau peut être désinfectée et traitée avec des rayons ultraviolets sans ajout de produits chimiques supplémentaires. Et un avantage particulier : les agents pathogènes ne peuvent pas développer de résistance à la lumière UV.

La désinfection UV est basée sur un processus physique qui neutralise instantanément les microorganismes lorsqu'ils passent devant des lampes UV immergées dans l'effluent (liquide). La lumière UV désactive les cellules en endommageant leur acide nucléique (ADN et ARN), empêchant ainsi la réplication des micro-organismes. Lorsque le rayonnement UV pénètre la paroi cellulaire d'un organisme, il détruit la capacité de la cellule à se reproduire. Le processus n'ajoute aucun produit chimique à l'eau et, par conséquent, n'a aucun impact sur la composition chimique ou la teneur en oxygène dissous de l'eau.

Cependant, les dommages causés à leur acide nucléique n'affectent pas le métabolisme de la cellule et d'autres fonctions cellulaires. Certains des dommages causés par la lumière UV peuvent être réparés par des mécanismes enzymatiques dans la cellule ; par conséquent, les micro-organismes peuvent se réparer et redevenir infectieux après le traitement aux rayons UV. Le traitement UV doit donc fournir une dose suffisante de lumière UV pour garantir que l'acide nucléique est endommagé de manière irréversible.

L'efficacité d'un système de désinfection UV dépend des caractéristiques des eaux usées, de l'intensité du rayonnement UV, de la durée pendant laquelle les micro-organismes sont exposés au rayonnement et de la configuration du réacteur. L'efficacité de la désinfection est également directement liée à la concentration de constituants colloïdaux et particulaires dans les eaux usées. Les colloïdes et autres molécules peuvent absorber une partie de la lumière UV, réduisant ainsi l'exposition des micro-organismes à la lumière UV germicide. Par conséquent, la qualité de l'eau entrant dans le système UV joue un rôle important dans les performances de désinfection.

L'adoption de la lumière ultraviolette pour la désinfection des eaux usées s'est considérablement développée au cours des dernières décennies. Des milliers de municipalités sont passées de la désinfection à base de produits chimiques, comme le chlore gazeux, aux UV en raison des avantages importants en matière de sécurité pour leurs communautés, les employés de l'usine et le milieu naturel.



SUWANU
EUROPE

2. Spécifications techniques

Les principaux composants d'un système de désinfection UV sont un réacteur, des lampes à vapeur de mercure et un boîtier de commande. La longueur d'onde optimale pour cibler efficacement les micro-organismes se situe dans la plage de 250 à 270 nm (UV-C). L'intensité du rayonnement émis par la lampe se dissipe avec la distance.

La source de rayonnement UV est une lampe à vapeur de mercure basse pression (BP) ou moyenne pression (MP) avec des intensités faibles ou élevées. Les lampes BP fonctionnent avec environ 0,01 mbar (1 Pa) et les lampes MP avec plus de 1 bar (100 kPa). Les lampes MP sont généralement utilisées pour les grandes installations. Elles ont environ 15 à 20 fois l'intensité UV germicide des lampes BP. Les lampes MP désinfectent plus rapidement et ont une plus grande capacité de pénétration en raison de leur haute intensité. Cependant, ces lampes fonctionnent à des températures plus élevées avec une consommation d'énergie supérieure aux lampes BP.

3. Entretien des lampes UV

Le rayonnement UV devant atteindre les bactéries pour les neutraliser, le boîtier de la source lumineuse doit être maintenu propre. Des produits commerciaux sont disponibles pour rincer l'unité afin d'éliminer tout film sur la source lumineuse. Un nettoyage d'une nuit avec une solution d'hydrosulfite de sodium ou d'acide citrique dosée à 0.15% élimine efficacement ces films. Certaines unités ont des essuie-glaces pour faciliter le processus de nettoyage.

4. Diodes électroluminescentes ultraviolettes (LED UV)

Les diodes électroluminescentes (LED) diffèrent des lampes conventionnelles car elles sont construites avec des matériaux semi-conducteurs tels que le silicium ou le saphir. Les dernières innovations dans les technologies des semi-conducteurs permettent aux LED UV de devenir une alternative viable aux systèmes UV conventionnels. Les LED UV ont une durée de vie plus longue, sont moins fragiles et sont exemptes de composants toxiques tels que le mercure. L'un de leurs avantages est la capacité à générer un rayonnement UV à des longueurs d'onde spécifiques, ce qui pourrait permettre d'améliorer l'efficacité du traitement en concevant des systèmes de traitement pour des applications spécifiques. De plus, les LED UV à haute densité énergétique combinées à un module de contrôle moderne permettent un impact plus réduite par rapport aux systèmes UV traditionnels. Les LED UV présentent cependant un coût initial plus élevé que les lampes à vapeur de mercure et nécessitent des matériaux relativement coûteux, notamment les nanocéramiques et le nitrure d'aluminium utilisés sur les circuits imprimés pour permettre la conductivité thermique nécessaire.

Références / Lectures complémentaires

EPA, 1999. Wastewater technology fact-sheet. Ultraviolet disinfection. EPA 832-F-99-064. Septembre 1999.

Oram, B. UV Disinfection Drinking Water Treatment. Disponible sur : <https://www.water-research.net/index.php/about/18-water-treatment>

Rajasulochana, P. Preethy, V., 2016. Comparison on efficiency of various techniques in treatment of waste and sewage water – A comprehensive review. Resource-Efficient Technologies. 2016 vol: 2 (4) pp: 175-184

Schalk, S. Adam, V. Arnold, E. Brieden, K. Voronov, A. Witzke, H., 2005. UV-lamps for disinfection and advanced oxidation-lamp types, technologies and applications. IUVA News. 2005;8(1):32-7.

Song, K., Mohseni, M., Taghipour, F., 2016. Application of ultraviolet light-emitting diodes (UV-LEDs) for water disinfection: a review. Water Res. 94, 341-349.

Umar, M. Roddick, F, Fan, L., 2019. Moving from the traditional paradigm of pathogen inactivation to controlling antibiotic resistance in water - Role of ultraviolet irradiation. Science of the Total Environment Publisher: Elsevier B.V. 2019 vol: 662 pp: 923-939

CONTACTS:

Coordinateur

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)

Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1º4 Málaga (SPAIN)

Mail | info@suwanu-europe.eu Site internet | www.suwanu-europe.eu

CONTACTS:

Responsable de la Fiche-Info

Rafael Casielles

BIOAZUL S.L. | Site internet | www.bioazul.com



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH
AND INNOVATION PROGRAMME
UNDER GRANT AGREEMENT N. 818088



SUWANU
EUROPE



WATER • ENERGY • ENVIRONMENT