

THESE DE DOCTORAT

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 602

Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes

Spécialité : Génie des Procédés et Bioprocédés

Par

Hugo MEAR

Extraction et purification de protéines fonctionnelles de microalgues pour l'alimentation humaine.

Thèse présentée et soutenue à Saint-Nazaire, le 28 septembre 2023

Unité de recherche : Laboratoire GEPEA, UMR-CNRS 6144

Rapporteurs avant soutenance :

Romain KAPEL
Jean-Yves PONTALIER

Professeur des universités, Université de Lorraine
Maître de conférences, HDR, ENSIACET Toulouse

Composition du Jury :

Président :	Jérôme MORCHAIN	Professeur des universités, INSA Toulouse
Examineurs :	Lúisa GOUVEIA Alain RIAUBLANC	Professeur des universités, Technical University of Lisbon Chargé de recherche, INRAE Nantes
Dir. de thèse :	Estelle COUALLIER	Chargée de recherche, HDR, CNRS, Université de Nantes
Co-dir. de thèse :	Pascale GILLON Imma GIFUNI	Directrice de recherche, CNRS, Université de Nantes Docteure, Chef de projet R&D, Algosource

Invité(s)

Olivier LEPINE, Directeur scientifique et technique, Algosource

Titre : Extraction et purification de protéines fonctionnelles de microalgues pour l'alimentation humaine.

Mots clés : Bioraffinage, Microalgue, *Tetraselmis*, Protéines, Filtration membranaire

Résumé : Les microalgues sont des sources prometteuses de protéines pour l'alimentation humaine mais des progrès sont à réaliser pour augmenter l'acceptabilité par les consommateurs. Pour ce faire, les objectifs de cette thèse sont d'identifier les verrous afin d'obtenir un ingrédient protéique soluble dans l'eau et faiblement coloré de *Tetraselmis chui*. L'intégration des opérations unitaires de destruction cellulaire avec des opérations unitaires de purification est étudiée et un changement d'échelle du procédé prometteur réalisé. La décongélation, le broyage à billes (BB) et les champs électriques pulsés (CEP) sont comparés pour la libération de protéines de *T.chui*, et comparés à *Chlorella vulgaris* et *Arthrospira platensis*. Lors de l'étude du BB, des résultats originaux sont obtenus sur l'impact de l'état physiologique de *Tetraselmis chui* sur la récupération des protéines.

Les techniques retenues pour la production d'extraits protéiques de cette algue sont la décongélation (voie R) et le BB (voie F), selon l'état physiologique. La purification des protéines des surnageants est étudiée par précipitation isoélectrique (PIE) et filtration membranaire.

L'ultrafiltration (UF) démontre une meilleure efficacité que la PIE et est transférée jusqu'à une échelle semi-industrielle pour la voie R, échelle rarement mise en œuvre à ce jour sur des extraits de microalgues. Les contraintes liées au changement d'échelle affectent les performances du procédé mais des solutions sont proposées. Pour la voie F, la microfiltration est prometteuse pour l'obtention d'un produit protéique faiblement coloré.

Le bioraffinage des microalgues semble possible pour une future valorisation en alimentation humaine.

Title: Extraction and purification of functional proteins from microalgae for food application.

Keywords: Biorefinery, Microalgae, *Tetraselmis*, Proteins, Membrane filtration

Abstract: Microalgae are promising sources of protein for human consumption, but progress needs to be made to increase their acceptability to consumers. To this end, the objectives of this work are to identify the bottlenecks in obtaining a water-soluble, lightly colored protein ingredient from *Tetraselmis chui*. The integration of cell disruption with purification operations units is studied and the most promising process is scaled-up. Thawing, bead milling (BM) and pulsed electric fields (PEF) are compared for the release of proteins from *T.chui*, and compared with *Chlorella vulgaris* and *Arthrospira platensis*.

During the BM study, original results were obtained on the impacts of the physiological state of *Tetraselmis chui* on protein recovery.

The techniques selected were thawing (way R) and BM (way F), depending on the physiological state of *T.chui*. The purification of proteins from supernatants after clarification was studied using isoelectric precipitation (IEP) and membrane filtration.

Ultrafiltration (UF) was more efficient than IEP and has been transferred to a semi-industrial scale for way R, a scale that has rarely been studied to date in microalgae biorefinery. The constraints associated with the scale-up (batch volume and homogeneity, temperature management and treatment times) affect the performance of the process, but solutions have been proposed. For way B, microfiltration is a promising technique to obtain a lightly colored protein product.