

氏 名	UGWU CHIGOZIE		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博甲第	7 1 4 4	号
学位授与の日付	2 0 2 4 年 9 月 2 5 日		
学位授与の要件	環境生命科学研究科 環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	STUDY ON VALUE PRODUCTION THROUGH MICROALGAE CULTIVATION FROM EFFLUENT IN HYDROPONIC AGRICULTURAL SYSTEM (溶液栽培排水からの微細藻類培養による価値生産に関する研究)		
論文審査委員	教授 前田 守弘	教授 後藤 丹十郎	教授 永禮 英明
学位論文内容の要旨			
The overall objective of the dissertation research is to design a control and value-added production through wastewater treatment in hydroponic agricultural system. The specific objectives of this study are as follows: 1) to develop a low-cost-effective monitoring and control system for nutrient solutions, assuming a steady nutrient composition; 2) to develop a methodology to produce valuable substances through the treatment of the nutrient solution, in this objective, microalgae cultivation will be examined to remove nutrient from wastewater and to produce carotenoids, the high-valued pigment; 3) to discuss the possibilities and issues of the hydroponic system for future food-production by evaluating its economic and environmental impacts. To achieve these objectives, four key investigations were conducted and the structure of this dissertation is organized into seven chapters. This research introduces a significant knowledge gap in the use of <i>C. zoofingiensis</i> for hydroponic wastewater treatment and carotenoid accumulation. It discusses hydroponic systems, wastewater impacts, nutrient recycling, and microalgae cultivation, emphasizing the integration of wastewater and microalgae as innovative solutions to water scarcity, pollution, and sustainable agriculture. Furthermore, it discusses the growing need for sustainable agricultural practices due to urbanization and increasing food demand. It explores hydroponics, its efficiencies and challenges, hydroponic water characterization, and nutrient management, and it highlights the reuse and nutrient recovery from hydroponic wastewater. We studied the impact of carbon source and light condition on <i>C. zoofingiensis</i> cultured with different carbon sources (carbonate, glucose, acetate, pyruvate) and light conditions (dark, blue, red) under heterotrophic, autotrophic, and mixotrophic conditions. The energy utilization efficiency, biomass and carotenoid accumulation were evaluated. Additionally, studies on the autotrophic growth and light effects on <i>C. zoofingiensis</i> and <i>Haematococcus lacustris</i> under autotrophic conditions to assess cell size, nutrient transport and light absorption, photosynthetic and respiratory rates were evaluated. This study highlights the biotechnological potential of <i>C. zoofingiensis</i> for oxygen production and high-value product synthesis. Furthermore, discussions on the enhancement of biomass and carotenoid accumulation utilizing <i>C. zoofingiensis</i>: effects of light manipulation strategies were also carried out. Hydroponic effluent culture system simulation with data from previous studies for microalgae nutrient reduction and carotenoid synthesis were discussed: Given the environmental need for sustainable agricultural practices, hydroponic effluents have been studied for its transformation carotenoids and reduction in environmental pollution. In conclusion, this thesis summarizes the importance of this research and draws a general conclusion based on the results observed. Finally, this research highlights research on effluent monitoring, nutrient reduction and carotenoid production using microalgae in hydroponic wastewater treatment.			

論文審査結果の要旨

本論文は農業に関する排水処理の持続可能性を高めることを目的に、排水の処理と同時に付加価値物質の生産を試みようとしたものである。排水としては養液栽培の排水を想定し、ここで微細藻類*Chromochloris zofingiensis*を培養することで残存する栄養塩を吸収・除去させると同時に、*C. zofingiensis*にアスタキサンチン等のカロテノイドを生産させる方法について実験的に検討を行っている。

学位論文は7章で構成されている。第1章では本論文の背景・課題とともに目的を述べ、第2章では関連する過去の研究をレビューしている。第3章は*C. zofingiensis*の増殖に及ぼす因子に関し実験的な検討を行っている。光の波長、有機物の種類を変更した条件で培養を行い、増殖速度・増殖量・カロテノイド生産量を比較し、光は青色が、有機物はグルコースが増殖に適していることを明らかにした。また、熱力学的な考察から、エネルギーの利用効率を評価している。第4章は光条件が*C. zofingiensis*の光合成・呼吸速度に及ぼす影響を別の微細藻類*Haematococcus lacustris*との比較において議論している。この実験において、培養槽の水質変化をモニタリングし、機器を制御する安価なシステムを構築している。このシステムは、養液栽培における溶液の管理にも適用できるものである。第5章では光条件を変更することで、より早く*C. zofingiensis*を増殖させ、より多くのカロテノイドを生産させる方法として、青色光と赤色光との切り替えによる培養法を検討している。第6章では、これまでの議論をもとに、*C. zofingiensis*を用いた養液栽培排水処理システムの設計を行い、*C. zofingiensis*濃度9,000 mg/L、処理時間10日で、十分な処理が行えることを示している。第7章は結論である。

本論文では、単に処理するだけでなく付加価値を同時に生産することで農家の経済的負担を軽減し、持続可能な食料生産に貢献しようとした研究であり、社会的に意義がある。また、微細藻類 *C. zofingiensis* の培養方法、特に光の波長・強度、有機物の添加による影響について詳細に検討し、学術的にも価値が高い。よって、本研究は博士学位の授与に相応しいと判断する。