

Nom et Prénom : ZOUHAIR FATIMA ZAHRA

Date de soutenance : 21 /11/2020

Directeur de Thèse : A. ESSAMRI

Sujet de Thèse :

Evaluation and optimization of bioethanol production from argane pulp as a new biomass for second generation biofuel

Résumé :

La production de bioéthanol à partir de matières lignocellulosiques à faible coût comme les résidus de cultures et d'horticulture est très prometteuse pour la production future de biocarburants. Dans ce travail, la pulpe d'argane a été collectée de plusieurs sites du sud du Maroc, caractérisée et utilisée pour la production de bioéthanol. Ce travail de recherche est le premier qui décrit cette application, dans le but de valoriser les sous-produits du processus de production de l'huile d'argane ainsi son évaluation comme une nouvelle source de production industrielle de bioéthanol.

La caractérisation physico-chimique de cette biomasse a montré qu'elle contient un maximum de $379,31 \pm 0,59$ mg/g DM de sucres extractibles et $16,53 \pm 0,60$ % de cellulose. L'effet des conditions géo-climatiques sur la composition de la pulpe d'argane a été étudié.

L'étape de saccharification de cette biomasse a été réalisée en utilisant de l'acide sulfurique dilué suivit d'une deuxième étape d'hydrolyse avec l'acide sulfurique pour extraire le maximum de sucres fermentescibles. Ce qui a généré un maximum de sucres totaux (TS) et de sucres réducteurs (RS) respectivement de TS : 171,46 mg/mL, RS : 54,83 mg/mL et TS : 58,28 mg/mL, RS : 36,28 mg/mL par le prétraitement et l'hydrolyse.

L'hydrolysate obtenu a fait l'objet d'une étude comparative de fermentation à l'aide de la levure *S. cerevisiae* commerciale et celle isolée au laboratoire. Toutes ces précédentes étapes ont été optimisées à l'aide de la méthodologie de surface de réponse à l'aide du logiciel Nemrodw. L'étape finale a été la déshydratation du bioéthanol produit par pervaporation. Les résultats ont montré que la levure isolée *S. cerevisiae* (Saxapahaw-DS1693) était plus efficace que la levure commerciale avec un rendement maximal de 5,91 mg/mL et une productivité de 0,098 g/L.h durant 60 h, permettant l'utilisation de ce résidu comme nouvelle biomasse pour améliorer sa valorisation.

En outre, le bouillon de fermentation a été soumis à une double distillation pour extraire le bioéthanol du mélange, avec une concentration de 10 % d'eau. Le procédé de pervaporation a finalement été utilisé pour déshydrater ou concentrer le bioéthanol produit, ce qui a amélioré sa pureté de 90% à 97%.

Mots clés: Bioethanol de deuxième génération, pulpe d'argane, Valorisation, Biomasse, Saccharification, Fermentation, Saccharomyces cerevisiae, Pervaporation

Abstract :

Bioethanol production from low cost lignocellulosic materials as crop and horticulture residues has substantial promise for future source of biofuel. In this work, argane pulp was collected from several locations of southern morocco, characterized and used for bioethanol production. This work is the first that describes this application, with a purpose of valorization of the argane oil production process by-products and its evaluation as a new source for industrial production of bioethanol.

Physico-chemical characteristics of argane pulp were determined. The values observed for carbohydrates and cellulose were 379.31 ± 0.59 mg/g DM and 16.53 ± 0.60 %, respectively. The effect of geoclimatic conditions on argane pulp composition was investigated.

The saccharification step of this biomass was carried out using dilute sulfuric acid followed by a second stage of sulfuric acid hydrolysis to extract the maximum of fermentable sugars, generating a maximum of total (TS) and reducing (RS) sugars of TS: 171.46 mg/mL, RS: 54.83 mg/mL and TS: 58.28 mg/mL, RS: 36.28 mg/mL for pretreated and hydrolysed argane pulp, respectively.

The obtained hydrolysate was subjected to a comparative fermentation study using commercial and laboratory scale isolated *S. cerevisiae* yeast. All these steps were optimized using response surface methodology with Nemrodw software. The final step was the dehydration of the produced bioethanol using pervaporation process. The results showed that the isolated *S. cerevisiae* (Saxapahaw-DS1693) yeast was more efficient than the commercial *S. cerevisiae* with highest yield of 5.91 mg/mL and productivity of 0.098 g/L.h during 60 h, providing the possible use of this argane by-product as new biomass to improve its valorization.

Moreover, the fermentation broth was subjected to double distillation to extract bioethanol from the mixture, with a concentration of 10 % of water content. The pervaporation process was used finally to dehydrate or concentrate the produced bioethanol, which improved its purity from 90% to 97%.

Keywords : Second generation bioethanol, *Argania Spinosa* pulp, Valorization, Biomass, Saccharification, Fermentation, *Saccharomyces cerevisiae*, Pervaporation.