



International Journal of Natural Resources and Environment

Journal home page: <https://ijnre.univ-adrar.dz>

ISSN 2710-8724



I
J
N
R
E

Valorisation comme catalyseur, des noyaux de dattes de la variété Elgharss, dans le processus de production du biodiesel

Mostefa Khelafi^{1*}, Kamel Hadri¹, Ahmed Boulal²

¹Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, URER/MS, Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, 01000, Adrar, Algérie,

²Laboratoire des Ressources Naturelles Sahariennes. Faculté des Sciences et de la Technologie. Université Ahmed Draïa, Adrar, Algérie.

* Corresponding author: e_khelafi@yahoo.fr (M. Khelafi)

Article details: Received: 30 August 2020, Revised: 20 October 2020, Accepted: 10 December 2020

Résumé:

Le biodiesel est devenu plus attrayant récemment en raison de ses avantages environnementaux et du fait qu'il est fabriqué à partir de ressources renouvelables. La production de biodiesel à partir d'huile de friture usagée est bénéfique pour l'environnement, car elle peut entraîner une réduction importante de CO₂.

Dans cette étude un catalyseur basique a été synthétisé à partir des noyaux de la variété de dattes (Elgharss) par calcination dans un four à moufle. Le catalyseur préparé a été utilisé dans la réaction de transestérification de l'huile de tournesol vierge et usagée pour la production de biodiesel. Le biodiesel obtenu a été caractérisé par mesure de sa densité, sa viscosité et le point d'éclair. Les résultats obtenus montrent que les noyaux de dattes, variété Elgharss, peuvent être utilisés dans la réaction de transestérification comme catalyseur bio (non chimique) le rendement en biodiesel (pour l'huile vierge) a atteint une valeur maximale de 95,13% pour une concentration en catalyseur de 5%, pour l'huile usagée le rendement en biodiesel diminue jusqu'à 92,5% avec une concentration en catalyseur de 7%.

Mots clés : Biodiesel; Catalyseur hétérogène; Transestérification; Huile végétale, Noyau de dattes

Abstract:

Biodiesel has become more attractive recently due to its environmental benefits and the fact that it is made from renewable resources. Producing biodiesel from used cooking oil is good for the environment, as it can lead to significant reductions in CO₂.

In this study a basic catalyst was synthesized from date seed variety (Elgharss) by calcination in a muffle furnace. The prepared catalyst was used in the transesterification reaction of virgin and used sunflower oil for the production of biodiesel. The biodiesel obtained was characterized by measuring its density, viscosity and flash point. The results obtained show that the date seeds, variety Elgharss, can be used in the transesterification reaction as a bio (non-chemical) catalyst. the yield of biodiesel (for virgin oil) has reached a maximum value of 95.13% for a catalyst concentration of 5%, for used oil the yield of biodiesel decreases to 92.5% with a catalyst concentration of 7%.

Keywords: Biodiesel; Heterogeneous catalyst; Transesterification; Vegetable oil; Date seed

1. Introduction

Ces dernières années, l'accent a été mis sur le réchauffement climatique et l'épuisement des ressources résultantes de la consommation exagérée de ressources fossiles. Afin de résoudre ces problèmes, la biomasse a bien attirée l'attention de la communauté internationale en tant que source d'énergies renouvelables. Le biodiesel est produit à partir d'huiles végétales par la réaction de transestérification, durant laquelle les triglycérides réagissent avec le méthanol en présence d'un

catalyseur pour donner les esters méthyliques d'acides gras correspondants (EMAG) et le glycérol comme co-produit. Bien que la production de biodiesel par catalyse homogène est relativement rapide et donne une haute conversion elle a de sérieux inconvénients (Kumar et al. 2010).

Citons parmi ces problèmes ; l'impossibilité de récupérer le catalyseur qui doit être neutralisé et séparé de la phase ester méthylique à la fin de la réaction, Ces deux opérations génèrent un grand volume d'eaux usées. Ces problèmes ont donné une impulsion à la recherche de catalyseurs solides stables (hétérogène) et plus écologiques. En cherchant des catalyseurs solides prometteurs, plusieurs tentatives ont été faites avec des oxydes alcalino-terreux tels que CaO, SrO and BaO (Liu et al. 2008 ; Liu et al. 2007), sels alcalins et alcalino-terreux fixés sur des oxydes métalliques tels que KOH /Al₂O₃ (Patil et al. 2009), KF / MgO (Noiroj et al. 2009), Sr(NO₃)₂ / ZnO (Wan et al. 2009), Ca(NO₃)₂ / Al₂O₃ (Yang et Xie 2007). Une variété des acides solides a déjà été testée tels que l'acide solide à base de carbone (Benjapornkulaphong et al. 2009), WO₃ / ZrO₂ Peng et al. 2010), SO₄ / ZrO₂ (Park et al. 2010), SO₄ / TiO₂ (Furuta et al. 2004), SO₄ ZrO₂-Al₂O₃ (De Almeida et al. 2008).

Boey et al. (2011), ont effectué une transestérification d'huile de palme en utilisant la coque de coquillage Anadara Granadosa à 900 °C pendant 2 h et ont obtenu une conversion de 98,5% du biodiesel. Sirisomboonchai et al. (2011), ont indiqué que la coque de coquillage Saint-Jacques était utilisée comme catalyseur après avoir subi une calcination à 1000 °C et produit du biodiesel à un rendement de 85% dans des conditions optimales de rapport molaire méthanol/huile (6/1), concentration de catalyseur de 5% pendant 120 min.

Dans ce travail on a essayé d'utiliser un catalyseur hétérogène dérivé du noyau des dattes variété Elgherss dans la réaction de transestérification dans le but de remplacer le catalyseur chimique par un catalyseur bio d'origine végétale. L'étude consiste à déterminer la concentration optimale du catalyseur hétérogène pour un rendement maximale de production du biodiesel. Différentes pesés de catalyseur ont été utilisé sur deux échantillons d'huile, une vierge à indice d'acide 0,2 et l'autre usagée (l'huile de friture) à indice d'acide 1,25.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Matériels

L'huile végétale vierge (tournesol) à indice d'acide 0,2 ; l'huile usagée à indice d'acide 1,25 ; noyau de dattes variété Elgherss (issu de la wilaya de Ouargla en 2018); le méthanol absolu ; agitateur + plaque chauffante ; Ballon en verre de 250 ml ; un réfrigérant, centrifugeuse, four à moufle, viscosimètre à bille (Fungilab) et densimètre (Mettler Toledo, Densito 30PX).

2.2. Méthodes

Les noyaux de dattes ont été calcinés dans le four à moufle pendant deux (02) heures à une température de 800 °C (Sirisomboonchai et al. 2015). L'huile vierge et l'huile usagée ont été caractérisées en déterminant leur indice d'acide ainsi que leur indice de saponification.

2.2.1. Production du biodiesel par la transestérification

Dans un ballon conique, on place, 10 g d'huile, 3 g de méthanol, et une masse (m) du catalyseur (0,3 ; 0,5 ; 0,7 ; 0,9 g). Le mélange est chauffé dans un bain marie à 60°C sous reflux et sous agitation, pendant 1 heure (Khelafi et al. 2016 ; Boulal et al. 2016) (Photo 1).

Le mélange réactionnel obtenu après transestérification est centrifugé à 4000 tr/mn pendant 20 minutes. La masse théorique du glycérol est calculée à partir de l'indice d'acide et de l'indice de saponification. Pour la détermination de la masse théorique du glycérol on doit déterminer la masse molaire (PM) de l'huile. Cette dernière est donnée par la formule suivante (Khelafi et al. 2015) :

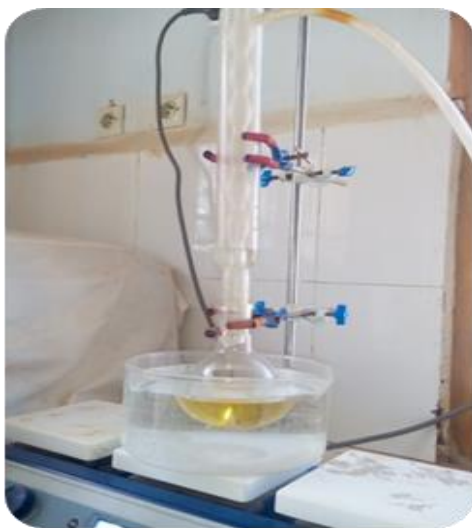
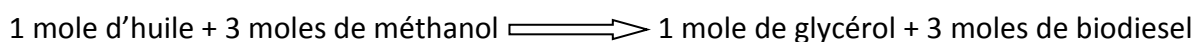


Photo 1. Montage de trans-estérification.

$$PM = \left(1000 \times \frac{1 - IA}{IS} \times 56 \times 3 \right) \times \frac{1}{(IS - IA)} \quad (1)$$

- IA= indice d'acide de l'huile ;
- IS = indice de saponification qui est calculé selon le protocole (AFNOR T60 206).

Le glycérol résulte de la réaction de transestérification suivante :



$$\text{Masse théorique du glycérol} = \left(\frac{m_{\text{huile}}}{PM} \right) \times M_g \quad (2)$$

- M_g : masse molaire du glycérol.

2.2.2. Détermination du rendement

Le biodiesel récupéré est chauffé à 70 °C pendant 30 minute afin d'éliminer le méthanol restant après la réaction de trans-estérification. Le rendement est calculé par la formule suivante (Hamad 2009 ; Xuan et al. 2011) :

$$R(\%) = \left(\frac{M}{m} \right) \times 100 \quad (2)$$

- M : masse du biodiesel ; m : masse d'huile.

3. Résultats et Discussions

3.1. Transestérification d'huile vierge et d'huile usagée

La réaction de transestérification d'huile vierge nous a permis d'avoir les résultats présentés dans le Tableau 1, et l'histogramme de la Figure 1. On remarque que le rendement optimum a été obtenu pour une concentration du catalyseur de 5%. Au-delà de cette concentration on observe que le rendement diminue. Cela peut être expliqué par le fait que le milieu devient plus visqueux ce qui diminue l'efficacité de l'agitation (Boulal et al. 2019).

Tableau 1. Effet de la concentration du catalyseur sur le rendement en biodiesel (Huile vierge est IA=0,2)

Poids du catalyseur bio (g)	Masse du biodiesel (g)	Masse du glycérol (g)	Rendement (%)
0,3	9,46	0,61	94,6
0,5	9,513	0,86	95,13
0,7	9,504	0,9	95,04
0,9	9,438	0,77	94,38

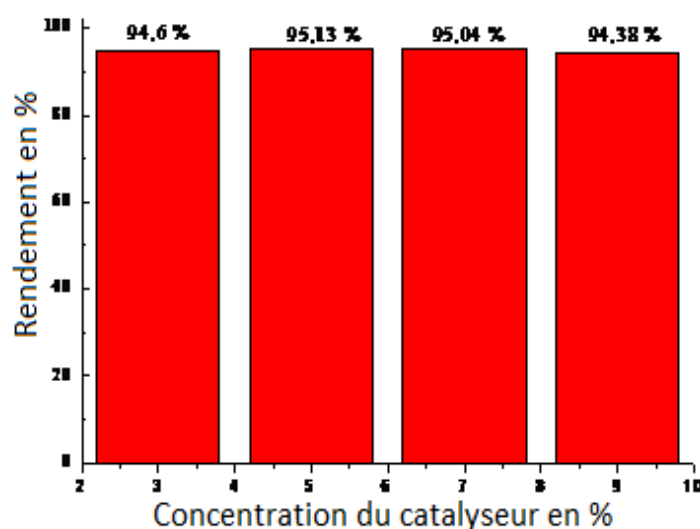


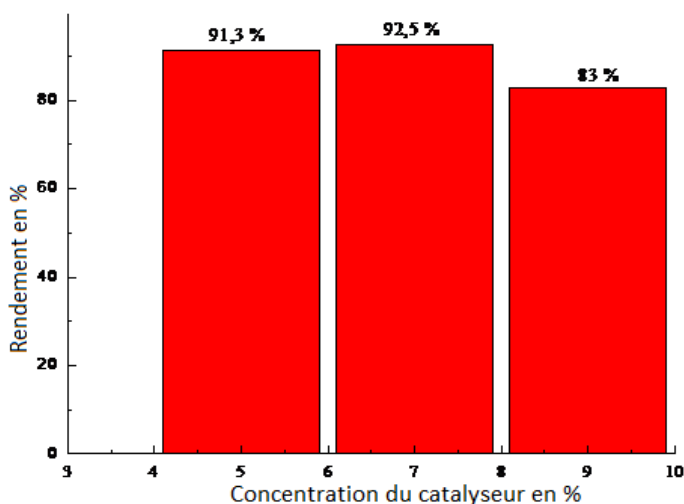
Fig. 1. Effet de la concentration du catalyseur sur le rendement du biodiesel (IA=0.2)

Pour avoir une huile à indice d'acide supérieur à celui de l'huile vierge, on a préparé un mélange d'huile vierge à indice d'acide égale à 0,2 avec une huile usagée à indice d'acide égal à 2 selon les pourcentages 20 % et 80 % respectives. L'indice d'acide de cette huile déterminé par le protocole (Wolf, 1969. AFNOR, 1981) est égal à 1,25.

La transestérification de l'huile usagée nous a permis d'avoir les résultats présentés dans le tableau 02 et par l'histogramme de la Figure 02, qui montrent que le pourcentage adéquat du catalyseur hétérogène pour un rendement optimum est de 7 %.

Tableau 2. Effet de la concentration du catalyseur sur le rendement en biodiesel (Huile usagée IA=1,25).

Poids du catalyseur bio (g)	Masse du biodiesel (g)	Masse du glycérol (g)	Rendement en %
0,3	00	00	00
0,5	9,13	0,1	91,3
0,7	9,25	0,81	92,5
0,9	8,3	0,73	83

**Fig. 2.** Effet de la concentration du catalyseur sur le rendement du biodiesel (IA=1.25).

En comparant les deux résultats issus de la réaction de transestérification, on peut conclure que le rendement de la transestérification en présence du catalyseur hétérogène est inversement proportionnel à l'augmentation de l'indice d'acide de l'huile utilisée.

3.2. Caractérisation de biodiesel

Les propriétés physiques du biodiesel produit en utilisant le catalyseur à base de noyaux de dattes sont regroupées dans le Tableau 03, sur ce tableau on remarque que la viscosité du biodiesel se situe dans l'intervalle fixé par les normes ASTM et que le point d'éclair est supérieur au minimum fixé par ces normes.

Tableau 3. Propriétés physiques du biodiesel comparées avec les normes Américain.

Paramètre	Biodiesel	Normes ASTM D-6751
Densité à 40°C	0,88	-
Viscosité mm ² /s à 40°C	4,51	1,9 - 6
Point d'éclair °C	135°C	Min 130

4. Conclusion

Les noyaux de datte de la variété Elgherss, transformés par calcination à 800°C, représentent une source naturelle de catalyseur hétérogène efficace dans le processus de production de biodiesel. Le rendement optimum de biodiesel produit a atteint une valeur de 95,13% pour une concentration de

catalyseur de 5% et pour un indice d'acide de 0,2. Le rendement de la transestérification en présence du catalyseur hétérogène est inversement proportionnel à l'augmentation de l'indice d'acide de l'huile usagée utilisée.

Références

- Benjapornkulaphong S, Ngamcharussrivichai C, Bunyakiat K** (2009). Al₂O₃-supported alkali and alkali earth metal oxides for transesterification of palm kernel oil and coconut oil. *Chem Eng J*, vol 145 pp 468–74.
- Boey PL, Maniam GP, Hamid SA, Ali DMH** (2011). Utilization of waste cockle shell (*Anadara granosa*) in biodiesel production from palm olein: Optimization using response surface methodology. *Fuel*, vol 90 pp 2353–8.
- Boulal A., Atabani A.E., Mohammed M.N., Khelafi M., Gediz U, Sutha S, Awais BokhBarig, Gopalakrishnan K** (2019). Integrated valorization of *Moringa oleifera* and waste *Phoenix dactylifera* L. dates as potential feedstocks for biofuels production from Algerian Sahara: An experimental perspective. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol 20 pp 101-234.
- Boulal, A., Khelafi M., Gaffour H., Bakache Y.** (2016). Synthèse de biodiesel en utilisant des huiles végétales usagées. *Revue des énergies renouvelables*, vol 19 pp 409-413.
- De Almeida RM, Noda LK, Goncalves NS, Meneghetti SMP, Meneghetti MR** (2008). Transesterification reaction of vegetable oils, using superacid sulfated TiO₂-base catalysts. *Appl Catal A*, vol 347 pp 100–5.
- Furuta S, Matsushashi H, Arata K** (2004). Biodiesel fuel production with solid superacid catalysis in fixed bed reactor under atmospheric pressure. *Catal Commun*, vol 5 pp 721–3.
- Hamad Berna** (2009). Transestérification des huiles végétales par l'éthanol en conditions douces par catalyses hétérogènes acide et basique" *Thèse de doctorat, Université Claude Bernard-Lyon1*,
- Khalafi M., bakache Y., Gaffour H., Boulal A.** (2015). Production of biodiesel from waste cooking oil issued from restaurants of Adrar city in Algeria. *International Journal of Scientific Research & Engineering Technology (IJSET)*, vol 3 pp 129-132.
- Khelafi M., Kalloum S., Boulal A., Mansir N., Bakache Y., Taufiq-Yap Y.H.** (2016). Transesterification of Sunflower Oil Using Heterogeneous Catalyst Derived From Date Seeds of South Algeria. *Journal of ChemTech Research (IJCRGG)*, vol 11 pp 249-259.
- Kumar D, Kumar G, Singh PCP** (2010). Fast, easy ethanolysis of coconut oil for biodiesel production assisted by ultrasonication. *Ultrason Sonochem*, vol 17 pp 555–9.
- Liu X, He H, Wang Y, Zhu S** (2007). Transesterification of soybean oil to biodiesel using SrO as a solid base catalyst. *Catal Commun*; vol 8. pp 1107–11.
- Liu X, He H, Wang Y, Zhu S, Piao X** (2008). Transesterification of soybean oil to biodiesel using CaO as a solid base catalyst. *Fuel*, vol 87 pp 216–21.
- Noiroj K, Intarapong P, Luengnaruemitchai A, Jai-In S** (2009). A comparative study of KOH/Al₂O₃ and KOH/NaY catalysts for biodiesel production via transesterification from palm oil. *Renew Energy*, vol34 pp 1145–50.
- Park YM, Lee JY, Chung SH, Park IS, Lee SY, Kim DK, et al.** (2010). Esterification of used vegetable oils using the heterogeneous WO₃/ZrO₂ catalyst for production of biodiesel. *Bioresour Technol*, vol 101 pp 59–61.
- Patil PD, Gude VG, Deng S** (2009). Biodiesel production from *Jatropha curcas*, waste cooking, and camelina sativa oils. *Ind Eng Chem Res*, vol 48 pp 10850–6.
- Peng L, Philippaerts A, Ke X, Noyen V, Clippel FD, Tendeloo GV, et al.** (2010). Preparation of sulfonated ordered mesoporous carbon and its use for the esterification of fatty acids. *Catal Today*, vol 150 pp 140–6.
- Sirisomboonchai S, Abuduwayiti M, Guan G, Samart C, Abliz S, Hao X, et al.** (2015). Biodiesel production from waste cooking oil using calcined scallop shell as catalyst. *Energy Convers Manage*, vol 95 pp 242–7.
- Wan T, Yu P, Gong S, Li Q, Luo Y** (2008). Application of KF/MgO as a heterogeneous catalyst in the production of biodiesel from rapeseed oil. *Korean J Chem Eng*, vol 25 pp 998–1003.

- Xuan Wu, Dennis Y.C. Leung** (2011). Optimization of biodiesel production from camelina oil using orthogonal experiment" *Applied Energy*, vol 88 pp 3615-3624.
- Yang Z, Xie W** (2007). Soybean oil transesterification over zinc oxide modified with alkali earth metals. *Fuel Process Technol*, vol 88 pp 631–8.
- Yee KF, Wu JCS, Lee KT** (2011). A green catalyst for biodiesel production from jatropha oil: optimization study. *Biomass Bioenergy*, vol 35 pp 1739–46.