



Effect of treatment with soda and dimethoxydimethylsilane on water absorption and thermal stability of olive pomace flour and date stone

Mohand Ameziane Rahmoune¹, Amina Benhamou²,
Farida Fernane¹, Joumana Toufaily³

¹Chemical Department –University of Tizi-Ouzou-Algeria, Algeria ;

²Energetic Department-University of Boumerdes-Algeria, Algeria ;

³Laboratoire de Matériaux, Catalyse, Environnement et Méthodes Analytiques (MCEMA), Campus Rafic Hariri, Hadath, Liban, Lebanon ;

Received 25 Mar 2015, Revised 25 Aug 2015, Accepted 26 Aug 2015,

*Corresponding author: E-mail: amina_benhamou@hotmail.com

Résumé :

Dans ce présent article nous avons étudié l'effet de la modification chimique de la surface de fibres de grignon d'olives et de noyaux de dattes locales sur leurs propriétés physiques et thermiques. L'utilisation du traitement à la soude et du dimethoxydimethylsilane ainsi que de ce dernier après mercerisations préalable des fibres a conduit à une amélioration de la stabilité thermique des fibres ainsi qu'une diminution de l'absorption d'eau, ce qui nous permet de préconiser l'utilisation de ces farines comme charges ou renforts dans l'élaboration des matériaux composites bois-polymères.

Mots clés : fibres végétales, traitement alcalin, silane, stabilité thermique

Abstract :

In this article it was investigated the effect of chemical modification of the surface of olive pomace fiber and local date stones on their physical and thermal properties. The use of soda treatment, the dimethoxydimethylsilane, and alkaline pretreatment followed by treatment with dimethoxydimethylsilane fibers leads to an improvement of the thermal stability of the fibers and a reduced absorption of water, which allows us to recommend the use of its flour as fillers or reinforcements in the development of Wood Plastic Composites.

Keywords: plant fiber, alkali treatment, silane, thermal stability.

Introduction

Les fibres naturelles de nature lignocellulosique sont des ressources abondantes et renouvelables, et utilisables pour l'élaboration de matériaux composites « bon marché », en l'occurrence les matériaux à matrice polymère et charge ou renfort végétal. Toutefois la nature hydrophile des matériaux lignocellulosiques présente un désavantage lorsqu'ils sont incorporés dans un polymère, du fait de l'hydrophobie des polymères, de la mauvaise dispersion de la charge ou du renfort végétal dans les matrices polymères, une interface entre charge/renfort et matrice non propice au transfert de contraintes et des poches d'eau causant des cavités lors de la transformation, le tout conduit à un matériau de faible propriété mécanique. Ajouté à cela, la température de dégradation des fibres lignocellulosiques inférieure à 200 °C est limitative dans la transformation des composites bois- polymère à cause des volatiles pouvant être engendrés, ainsi que la dégradation des fibres [1,2]. C'est dans cet esprit que le procédé d'obtention des fibres ainsi que la modification de surface de la fibre ou bien du polymère sont d'une importance capitale pour aboutir à un matériau ayant de bonnes propriétés mécaniques intéressantes.

Afin d'améliorer la résistance thermique de la sciure de l'hêtre Ruxuanda B. et al. [3] ont modifié chimiquement la sciure en question par l'anhydride maléique et l'anhydride phtalique. Les auteurs ont démontré que la modification s'est opérée par la diminution des bandes hydroxyles aux alentours de 3500 cm⁻¹ et par l'augmentation des bandes carbonyles aux alentours de 1743 cm⁻¹, et que la stabilité thermique s'est vue

augmenter pour les sciures traitées et particulièrement pour le traitement à l'anhydride phtalique. Aussi l'influence du temps de réaction chimique (180, 300, 420 min) a été mis en évidence, et les auteurs ont démontré que plus le temps de réaction étudié augmente, plus la modification ainsi que la stabilité thermique augmentent. C. F. Liu., et al. [4] ont étudié entre autre l'effet de la modification la cellulose de la bagasse de canne par l'anhydride succinique, modification faite dans le Chlorure du 1-allyl-3-méthylimidazolium (solvant ionique), sur les propriétés thermiques de la cellulose. Les auteurs ont montré grâce à l'analyse thermogravimétrique (ATG) que la cellulose native était plus stable thermiquement que celle modifiée, aussi avec la DSC un pic exothermique inférieur (281°C) à celui enregistré pour la cellulose native (362 °C) lié à la dissolution de la cellulose et sa modification est enregistrée à une température inférieure que pour la cellulose native.

V. Tserki et al. [5] ont étudié l'effet du traitement par l'anhydride acétique et propanoïque des farines de déchets de papiers, du bois d'épicéa et du grignon d'olive sur la stabilité thermique, la cristallinité, la teneur en humidité à l'équilibre. La modification chimique s'est vérifiée grâce à l'IRTF (Infrarouge à Transformée de Fourier), et à cause de la teneur en lignine/hémicellulose relativement élevée de farine du grignon d'olive, l'estérification est plus prononcée que pour la farine du bois de l'épicéa et encore plus relativement à la farine des déchets de papier. Aussi un temps maximal de 2 heures et une température de 120° C sont choisis comme paramètres réactionnelles. La teneur en humidité relative a montré qu'elle diminue en fonction du taux d'estérification et que l'acétylation donne des teneurs inférieures à la propylation. Concernant la stabilité thermique, les farines modifiées sont moins stables thermiquement que les farines non traitées, résultat similaire avec ceux trouvés par d'autres auteurs [4, 6, 7, et 8] dans le cas d'estérifications des fibres de paille de colza, du bagasse et de la sciure de bois dur avec l'anhydride maléique, succinique respectivement et différent anhydride (maléique, succinique, phtalique) respectivement. Y. Leonard et al. [9] ont étudié l'effet de l'alcalisation par la soude caustique à différentes concentrations (0.8 %, 2 %, 4 %, 6 %, 8 %, 30 %, 400 % g/g sur les propriétés physiques, thermiques et chimiques de quatre différentes fibres : le chanvre, le sisal, le jute et le kapok. De leur travail il découle de l'analyse DRX (Diffraction des rayons X) à large angle, que l'indice de cristallinité suivi subie une très légère diminution pour les fibres de jutes, alors qu'une augmentation légère a été signalée pour les autres fibres de 0.8 % à 30 % g/g de soude caustique, alors que la stabilité thermique suivie par DSC (analyse calorimétrique différentielle) augmente suite au traitement alcalin. L'analyse par IRTF montre que la modification de surface s'est opérée suite au traitement du fait de la diminution notamment des hémicelluloses et de la disparition des pics caractéristiques aux alentours de 1245-1259 cm⁻¹, toutefois l'IRTF montre que la fibre qui subie le plus de transformation est le kapok. Enfin les observations au Microscope électronique à balayage ont montré qu'exception du Kapok, toutes les autres fibres après traitement montrent une surface plus rugueuse. Toutefois à trop forte concentration, la surface des fibres de kapok devient dentelée.

P. Gañan et al. [10] ont montré que l'effet du traitement alcalin (20 % g/g) et de glycidoxypropyltriméthoxysilane (5 % g/g) sur les fibres de silane. L'IRTF a montré que le traitement alcalin a causé les bandes aux alentours de 1245-1268cm⁻¹ des liaisons C-O de la lignine et 1740 cm⁻¹ des carboxyles des hémicelluloses et des pectines, et enfin une diminution de la bande des hydroxyles aux alentours de 3022-3600 cm⁻¹, ce qui montre une modification claire des fibres. La modification par le glycidoxypropyltriméthoxy-silane (G.L.Y.M.O.) a été aussi mise en évidence par l'apparition de la bande aux alentours de 840 cm⁻¹ caractéristique de la bande Si-C. Aussi l'analyse thermogravimétrique montre une amélioration de la stabilité thermique relativement aux fibres non traitées, toutefois l'ordre de l'amélioration est le suivant : traitement alcalin < traitement au G.L.Y.M.O. < prétraitement alcalin suivi du traitement au G.L.Y.M.O. ; cette amélioration de la stabilité thermique par le traitement au silane a été aussi signalé par d'autres travaux [11, 12, et 13].

L'objectif de ce travail est l'étude de la stabilité thermique avec l'ATG, de l'hydrophile et des changements de structure chimique avec l'IRTF, de deux farines végétales à savoir la farine de grignon d'olives et celle des noyaux de dattes non traitées et traitées avec de la soude et le diméthoxydiméthylsilane (D.M.D.M.S) en vue de leur utilisation ultérieure pour l'élaboration d'un composite bois-polymère.

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériels

La matière lignocellulosique utilisée est obtenue à partir du grignon d'olives de la région des Ath Douala de la région de Kabylie au nord Algérien et noyaux de dattes Deglat-Ennour de la région de Ouargla au Sud-Est Algérien. L'obtention de la farine se fait par voie mécanique, toutefois dans le cas du grignon d'olives, un lavage intensif à l'eau chaude est fait au préalable et une réduction de la taille du grignon se fait avant son introduction dans un moulin approprié. Pour les noyaux de dattes, après avoir fait une réduction préalable, on introduit les noyaux réduits dans un moulin approprié. Les farines sont

ensuite tamisées à travers un tamis de dimensions inférieures à 100 µm. L'analyse chimique est faite selon la méthode TAPPI Test [14,15], elle est donnée au tableau 1.

Les différents réactifs utilisés pour la modification des farines de grignons d'olive (G.O) et des noyaux de dattes (N.D) sont la soude (98 %), le méthanol (99,7 %), le diméthoxydiméthylsilane (95 %) fournis par SIGMA-ALDRICH (99,5 %) et l'acide acétique (99 %) ainsi que la soude (98 %) fournis respectivement par Scharlab S.L et Biochem Chemopharma.

2.2. Traitements de la fibre

2.2.1. Traitement alcalin

Les farines de G.O. et de N.D. exemptes d'extractibles sont complètement immergés dans une solution alcaline à 5 % massique en soude et agitées pendant une heure, ensuite filtrées, lavées à l'eau distillée jusqu'à obtention d'un Ph neutre et enfin séchées pendant 24 heures à 105 °C.

2.3.2. Traitements au diméthoxydiméthylsilane

On introduit une quantité de silane correspondant à 1% p/p (relativement à la masse de la fibre à modifiée) dans un mélange méthanol/eau (90/10 w/w) à une température de 25 °C et on laisse agité pendant 20 minutes. Le Ph de la solution est ajusté à 3,5 grâce l'acide acétique. Ensuite on immerge dans les farines exemptes d'extractibles dans des béchers appropriés et on laisse agiter à température ambiante pendant une heure. Enfin on filtre et sèche à 105°C pendant 24 heures.

Le même procédé inspiré par la littérature [41,42] est utilisé pour les farines exemptes d'extractibles et prétraités avec 5 % massique de soude.

2.4. Analyse de l'absorption d'eau.

L'absorption d'eau est déterminée sur les échantillons non modifiés et modifiés par immersion dans l'eau distillée à température de 25 °C pendant 24 heures [16,17]. La teneur en eau absorbée est calculée suivant la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau absorbée (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100$$

m₁ masse initial de l'échantillon, m₂ masse finale de l'échantillon.

2.5. Caractérisation de la fibre traitée

Pour ce faire, on a utilisé l'analyse infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), à l'aide d'un spectrophotomètre IRTF de modèle SHIMATZU FTIR 8400S piloté par ordinateur. Les pastilles des différents échantillons de fibre traitée et non traitée sont obtenues à l'aide d'un mélange KBr/fibre d'alfa à une concentration de 1.20 % de farine de G.O (modifiée ou non) et 1,15% de farine de N.O. (modifiée ou non)

L'analyse ATG-DTG a été aussi employée pour évaluer les propriétés thermiques et faire une comparaison avec la fibre non traitée, en utilisant un appareil de type STD Q 600, piloté par ordinateur, avec un programme de température allant de 10 à 600 °C à une vitesse de chauffage de 10 °C/min sous atmosphère inerte.

3. Résultats et discussion

3.1. Résultat de l'analyse chimique des fibres.

Les résultats de l'analyse chimique des farines sont donnés au tableau (1). On remarque que la farine de noyaux de dattes est plus riche en cellulose que la farine du grignon d'olives, toutefois la lignine est plus présente dans le grignon d'olives.

Tableau 1 : Analyse chimique des farines de G.O. et de N.D.

| Propriétés | T cell % | T lig % | T hem % | T ext % | T cendre % | Th % |
|----------------------------|----------|---------|---------|---------|------------|------|
| Farine de grignon d'olives | 40,5 | 24 | 21,1 | 12,1 | 2,02 | 10,5 |
| Farine de noyaux de dattes | 41,6 | 16 | 20 | 20,3 | 1,93 | 09,2 |

T cell : Taux de cellulose

T lig : Taux de lignine

Them : Taux d'hémicellulose

T cendre : Taux de cendre

T ext : Taux d'extractible

Th : Taux d'humidité

3.2 Résultat du test d'absorption d'eau

Le test d'absorption d'eau tel que montré par le tableau (2), montre une réduction de l'absorption d'eau de tout les échantillons modifiées, particulièrement pour ceux traitées avec le diméthoxydiméthylsilane et ceux traités préalablement avec la soude avant le traitement avec le D.M.D.M.S. D'ailleurs une diminution de 10% pour le G.O et de 8% pour le N.D., alors que pour le traitement au S.D.M.D.M.S une diminution de 30% pour le G.O., et de 18 % pour le N.D.

Ceux-ci est dû au fait que dans le cas du traitement alcalin, certains constituants solubles tel que les hémicelluloses [9,18], qui sont hydrophiles, leurs diminutions entraînent la diminution du caractère hydrophile des fibres. Aussi dans le cas du traitement au D.M.D.M.S. et du S.D.M.D.M.S. la diminution de l'absorption est probablement due, au fait que les silanes sont de nature hydrophobe [18] et leur greffage fait diminuer la tendance à l'absorption d'eau.

Tableau 2 : Absorption d'eau des farines modifiées et non modifiées.

| Echantillons | Absorption d'eau (%) |
|--------------------------------------|----------------------|
| Farine G.O non modifiée | 45 |
| Farine N.D. non modifiée | 38 |
| Farine G.O. modifiée par la soude | 35 |
| Farine N.D. modifiée par la soude | 30 |
| Farine G.O. modifié par le D.M.D.M.S | 22 |
| Farine N.D. modifié par le D.M.D.M.S | 25 |
| Farine G.O. modifiée par S.D.M.D.M.S | 15 |
| Farine N.O. modifiée par S.D.M.D.M.S | 20 |

3.3. Analyse IRTF des farines traitées et non traitées.

L'analyse IRTF est une importante analyse qui permet de voir le changement de structure induite par la modification chimique des fibres végétales.

La figure 1, 2, 3, 4, 5,6 montrent la différence entre les farines (G.O., N.D.) sans traitement préalable et les farines modifiées par la soude (figures 1,2) le diméthoxydiméthylsilane (figures 3,4) et prétraitement avec la soude suivie du traitement avec le diméthoxydiméthylsilane (figures 5,6).

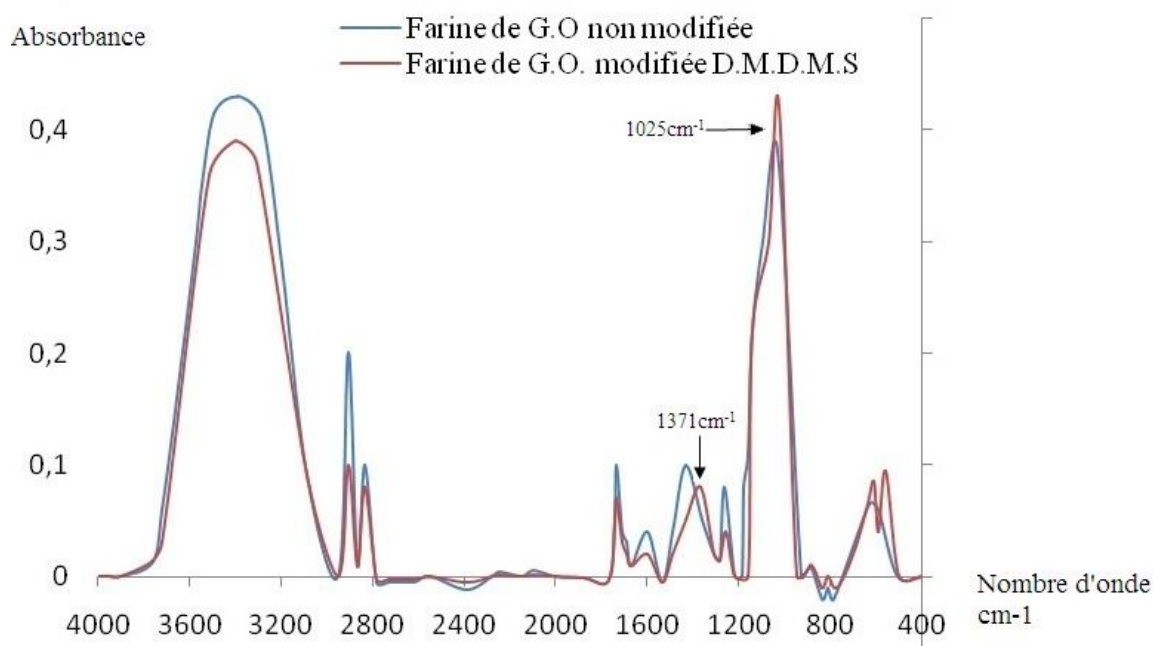


Figure 3 : IRTF des farines du grignon d'olives non modifiées et modifiées avec DMDMS

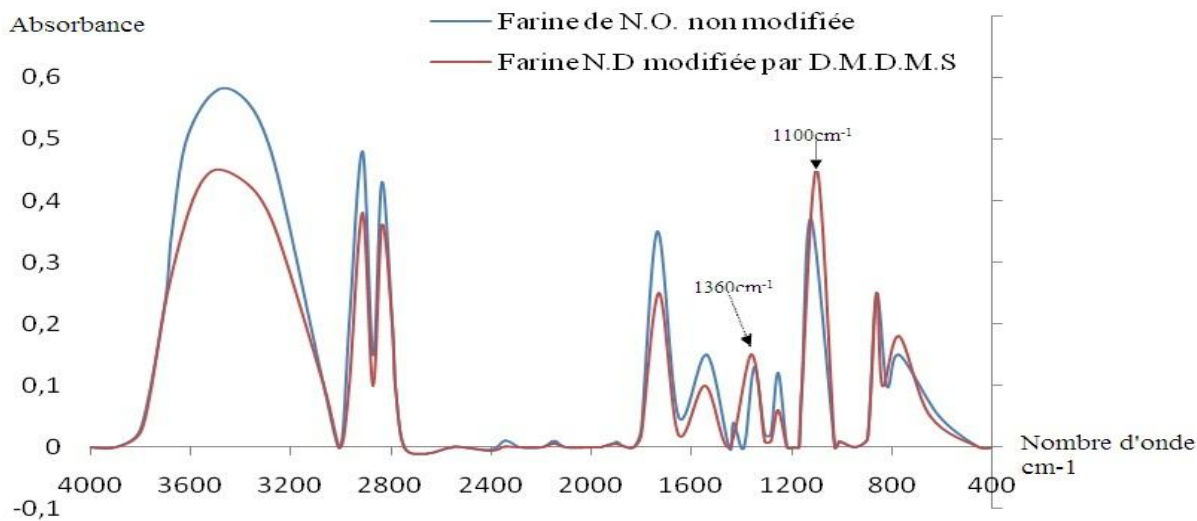


Figure 4 : IRTF des farines de noyaux de dattes non modifiées et modifiées avec DMDMS

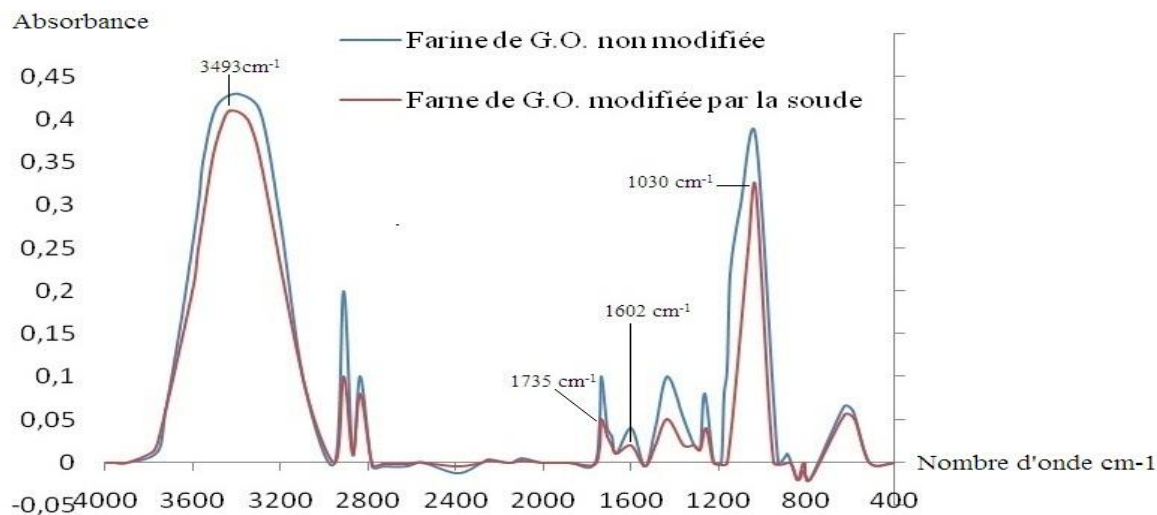


Figure 1: IRTF des farines du grignon d'olives non modifiées et modifiées avec la soude

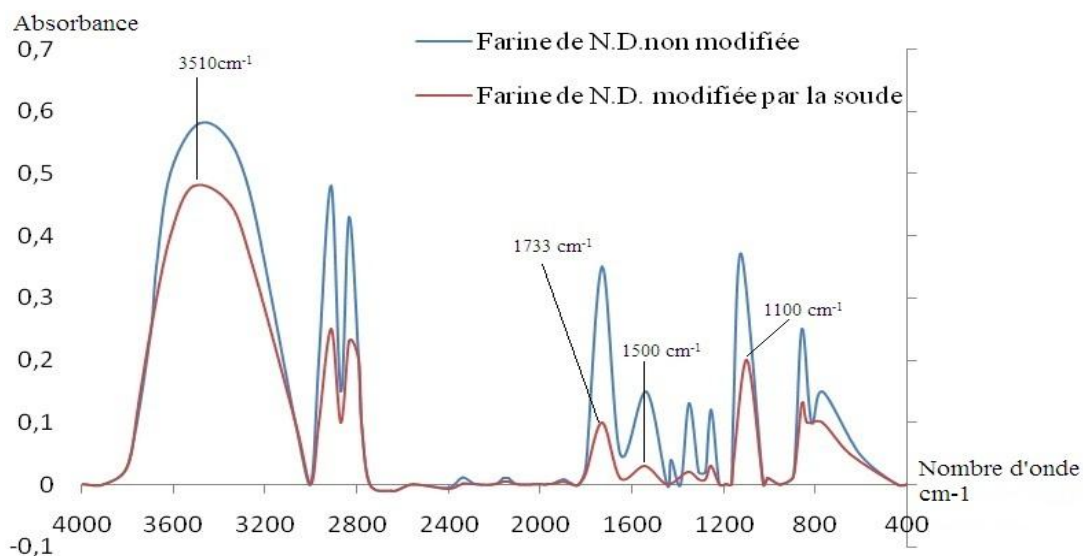


Figure 2: IRTF des farines des noyaux de dattes non modifiées et modifiées avec la soude

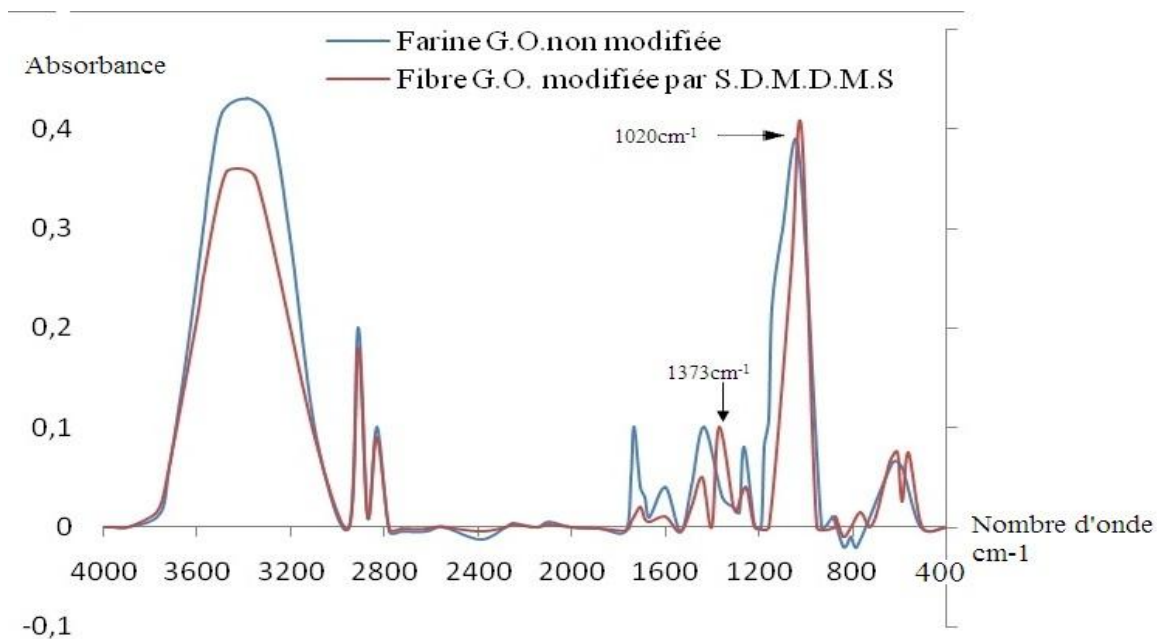


Figure 5 : IRTF des farines du grignon d’olives non modifiées et modifiées avec le SDMDMS

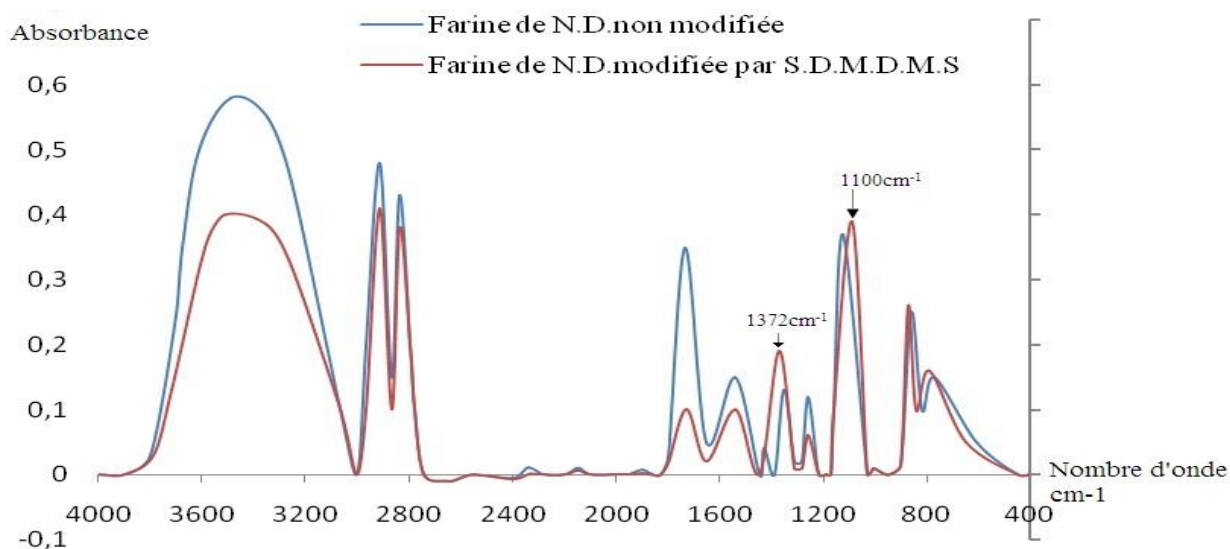


Figure 6 : IRTF des farines de noyaux de dattes non modifiées et modifiées avec le SDMDMS

Les spectres IRTF des farines non traitées montrent des similitudes du fait de leurs natures lignocellulosiques. On remarque donc pour les farines non modifiées de G.O. et N.O. la présence de bandes aux alentours de 3392 cm^{-1} et 3490 cm^{-1} respectivement, qui sont liées à l’étirement des groupes hydroxyles (-O-H) des celluloses et des lignines [13,19,20,21], les pics à 2910 cm^{-1} , 2835 cm^{-1} et 2915 cm^{-1} , 2837 cm^{-1} respectivement sont liés aux groupes C-H , C-H_2 ou C-H_3 des lignines et des cires [13,19,20,21]. Les pics à 1735 cm^{-1} , 1602 cm^{-1} pour la farine du G.O., et 1733 cm^{-1} , 1550 cm^{-1} pour la farine de N.D. sont le fait des groupes carbonyles C=O des hémicelluloses [19, 20,21]. Aussi les pics à 1265 cm^{-1} du G.O, 1257 cm^{-1} du N.O, que nous pouvons attribuer aux hémicelluloses, et ceux 1030 cm^{-1} , 1125 cm^{-1} des farines non modifiées de G.O et N.O sont liés à l’étirement des groupes -CH des lignines [19,20,21], et à 1435 cm^{-1} , 1431 cm^{-1} des pics des noyaux aromatiques de la lignine des farines de G.O et N.O. respectivement [19, 20,21]. Nous pouvons aussi mettre en évidence les pics à 630 cm^{-1} (G.O), 710 cm^{-1} (N.O) des groupes -COOH des acides gras [22].

L’effet du traitement alcalin sur la structure se traduit par la diminution des bandes des hydroxyles et aussi des pics dans la région des carbonyles, ainsi que par une diminution des autres pics du fait de l’opération de lavage causée par la soude et cela en parfait accord avec la littérature [9, 23,24]. En effet les bandes des farines non traitées aux alentours de 3493 cm^{-1} et 3440 cm^{-1} ont diminué ainsi que les pics des carbonyles à 1735 cm^{-1} , 1602

cm⁻¹, pour le G.O. et 1733 cm⁻¹, 1550 cm⁻¹ pour le N.O. Cette diminution est caractéristique de la dissolution des hémicelluloses dans les solutions alcalines [8, 23, 24,25]. Aussi d'autres constituants tel que la lignine ainsi que la cellulose connaissent une légère dissolution [24,25], toute fois dans le cas de la lignine, on peut envisager qu'elle est entraînée en solution par le fait que les hémicelluloses sont entraînées, rappelant que des liaisons existent entre la lignine et les hémicelluloses. Aussi nous pouvons remarquer que l'effet du traitement alcalin est plus prononcé sur la farine du N.D., et nous pouvons attribuer ce fait à la composition chimique de cette farine, qui rappelle la présence de taux très faibles en hémicellulose, lignine relativement à la farine de G.O. Ceci dit le schéma de la figure (7) montre le mécanisme de réaction de la soude sur les farines végétales utilisées.



Figure 7 : Schéma réactionnel avec la soude

Les figures (3,4) montrent l'effet du traitement par le D.M.D.M.S. sur les farines de G.O. et N.D. On remarque une diminution de la bande des hydroxyles pour les deux types de farines étudiées comparativement à la farine non modifiée. En effet la bande située aux alentours de 3992 cm⁻¹ pour la farine de G.O. non modifiée et 3490 cm⁻¹ pour la farine de N.D. diminuent à cause de leur traitement, et se retrouvent diminuée avec un léger déplacement. Dans le cas du G.O. la bande des hydroxyles se retrouve au alentour de 3400 cm⁻¹, et celle du N.D. aux alentours de 3502 cm⁻¹.

Un autre fait important est l'apparition de bandes aux alentours de 1371 cm⁻¹ et 1360 cm⁻¹ pour le grignon d'olive et le noyau de datte respectivement modifiés par le D.M.D.M.S., attribuées au groupe -Si-O-C- [26,27]. Aussi on remarque un pic à 1025 cm⁻¹ pour la farine de G.O. modifiée et vers 1100 cm⁻¹ pour le N.D. modifié, que nous pouvons attribuer au groupe Si-O-Si [26,28] relatif à la formation de polysiloxanes [26]. Les faits énumérés montrent que la modification par le D.M.D.M.S. est bien lieu.

Ceci est conforté par le fait que le prétraitement avec la soude suivi par le D.M.D.M.S. (S. D.M.D.M.S) tel que montré par les figures (5,6) engendrent une diminution plus prononcée des bandes des hydroxyles, et une augmentation d'intensité d'absorption des bandes caractéristiques du groupe -Si-O-C- (1373 cm⁻¹ pour le G.O., et 1372 cm⁻¹ pour le N.D.). Aussi les bandes situées à 1020 et 1090 pour les farines de G.O. et N.D. respectivement traitées par le S.D.M.D.M.S relatives à la formation polysiloxanes sont de moindre intensité que celle des farines traitées par D.M.D.M.S, ce qui montre que les sites réactionnelles sont plus libérées pour la réaction entre le D.M.D.M.S et la farine grâce à la soude et que l'adsorption est meilleure avec un prétraitement à la soude, résultat que d'autres auteurs ont mis en évidence [11,26]. Un dernier fait mérite d'être cité puisque il confirme non seulement la modification par le D.M.D.M.S, mais aussi l'influence du prétraitement avec la soude. Il s'agit des bandes caractéristiques des groupes -CH- (2910 cm⁻¹, 2835 cm⁻¹ pour le G.O. [13,19,20] et 2915 cm⁻¹, 2837 cm⁻¹ pour le N.O [13,19,20]) qui diminuent par le traitement sodique tel que montré par les figures (1,2), mais connaissent une augmentation par le traitement avec le D.M.D.M.S (figures 3,4) et encore plus par le S.D.M.D.M.S (figures 5,6) ceci est dû à la contribution des groupes C-H du dimethoxydimethylsilane qui est greffé aux farines végétales selon le schéma réactionnel de la figure (8).

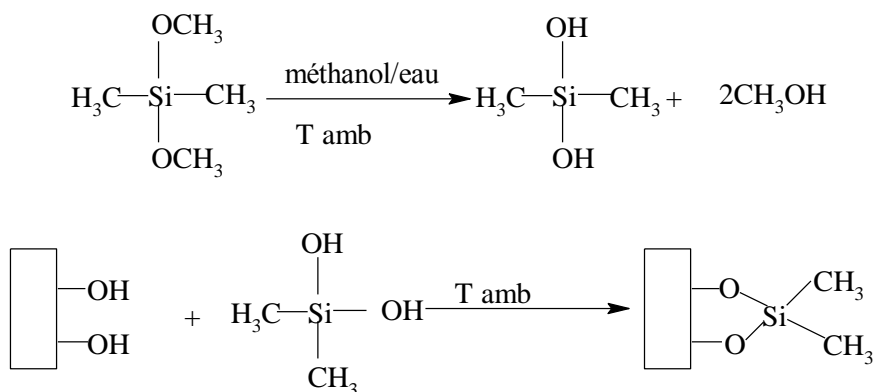


Figure 8: Schéma réactionnel avec le DMDMS

3.4. Analyse thermique des farines traitées et non traitées.

L'analyse thermiques des farines non modifiées et modifiées sont mises en évidences par les courbes des figures (9,10).

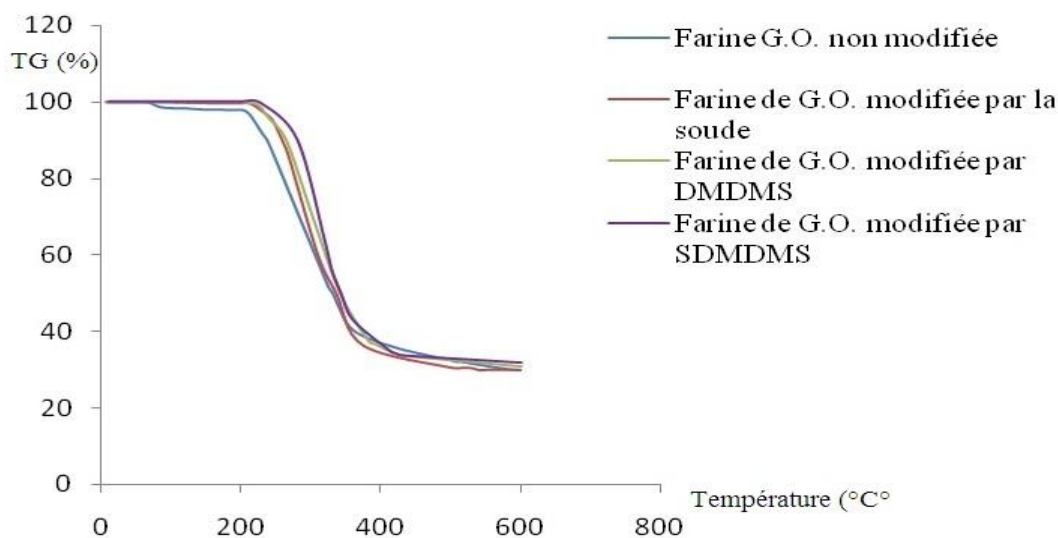


Figure 9 : Analyse thermogravimétriques des farines du grignon d'olives modifiées et non modifiées

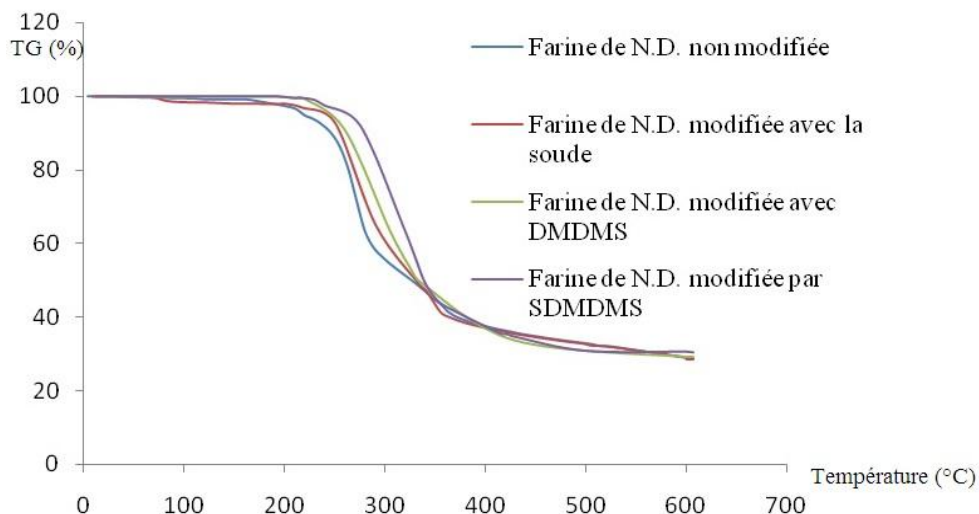


Figure 10 : Analyse thermogravimétriques des farines de noyaux de dattes modifiées et non modifiées

Une première perte de masse pour les farines non modifiées ,située au alentour de 100 °C, est attribuée à la perte d'eau [29,30,31,31,33,34], s'ensuit le début de décomposition de la lignine, pectines et hémicelluloses montré par les courbes TG [35,36] avec une prépondérance de la dégradation des hémicelluloses entre 220°C et 315°C [37,38] , ensuite s'ensuit la rupture de lien glucocidique de la cellulose [29,39,40] et par conséquent la dégradation de la cellulose entre environ 315°C à 400°C [37,38]. Cependant la lignine, qui commence à se dégrader en premier, est stable thermiquement relativement aux autres constituants cités [5] car elle continue sa décomposition jusqu'à 800 °C [35].

Le relevé des températures de début de dégrédation (Td), de la perte de 10 % (T10) et de 50 % (T50) en masse des farines non modifiées (tableau 3) montre que le grignon d'olives est plus stable thermiquement que les noyaux de dattes, malgré que pour T 10 les noyaux de dattes montre une légère stabilité relativement au grignon d'olives. La modification par la soude améliore la stabilité thermique des fibres , avec une légère amélioration pour le grignon d'olives. Ceci peut être attribué au fait que la soude dissous les hémicelluloses et pectines qui se dégrade presque au même temps que la lignine [35,36] , et comme ses constituants , à savoir les hémicelluloses et pectines sont d'une moindre stabilité thermique relativement aux lignines au celluloses [5,35] il s'ensuit une

amélioration de la stabilité thermique par leurs éliminations partielles. Le traitement au silane améliore d'avantage la stabilité thermique, légèrement mieux pour le grignon par apport à la farine du noyau de datte, ceci peut être attribué au fait que le groupe aux fibres les rends rigides et réduit leur mobilité [12]. Enfin le prétraitement à la soude suivie du DMDMS améliore encore mieux la stabilité thermique, du fait de l'élimination au préalable des constituants moins stables thermiquement, et ce lavage améliore la possibilité d'adsorption en surface [26] et génère plus de sites réactionnels, ce qui conduit à une réactivité améliorée des farines vis-à-vis du silane et encore à une mobilité réduite des constituants des farines, ce qui améliore la stabilité thermique d'avantage.

Tableau 3 : Stabilité thermique des farines traitées et non traitées.

| Echantillons | T _d (°C) | T ₁₀ (°C) | T ₅₀ (°C) |
|---------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Farine G.O non modifiée | 211,7 | 237,5 | 330,7 |
| Farine N.D. non modifiée | 201,2 | 246 | 322 |
| Farine G.O. modifiée par la soude | 220 | 260 | 336,1 |
| Farine N.D. modifiée par la soude | 217 | 248 | 333,3 |
| Farine G.O. modifiée par le D.M.D.M.S | 229 | 265,1 | 342 |
| Farine N.D. modifiée par le D.M.D.M.S | 219 | 260 | 336 |
| Farine G.O. modifiée par S.D.M.D.M.S | 231 | 280,6 | 343 |
| Farine N.D. modifiée par S.D.M.D.M.S | 230 | 276 | 339 |

Conclusion

À l'issue de notre travail, on peut conclure que :

1. Les traitements des farines de G.O. et N.D. ont fait tendre la tendance des farines à l'absorption d'eau, particulièrement pour le traitement à l'S.D.M.D.M.S, qui a engendré une diminution de 30% dans le cas du grignon d'olives et de 18% pour les noyaux de dattes. Les modifications proprement dites sont mises en évidence par l'IRTF, qui dans le cas du traitement sodique, montre une diminution des différentes bandes caractéristiques des fibres lignocellulosiques, particulièrement celle des hydroxyles. Aussi le traitement au silane qu'il soit direct ou après traitement préalable à la soude a fait diminuer les bandes hydroxyles plus que le traitement sodique, que ce soit pour le G.O ou pour le N.D., surtout pour les farines prétraitées en premier lieu avec la soude, après quoi le traitement au DMDMS a suivi. La modification est démontrée par l'apparition de bandes aux alentours de 1371 cm⁻¹ et 1360 cm⁻¹ pour le grignon d'olives et les noyaux de dattes respectivement, attribué au groupe -Si-O-C. Aussi l'augmentation des bandes relatives aux groupes -CH, à cause du greffage du DMDMS, toutefois une augmentation plus significative pour le traitement SDMDMS.
2. La stabilité thermique est améliorée indéniablement avec les traitements choisis, toutes fois le prétraitement à la soude suivie du traitement au DMDMS donne une meilleure stabilité thermique, avec une stabilité meilleure pour le grignon d'olives. Dans le cas du traitement sodique, cette stabilité nous l'avons attribué à la réduction de constituants de moindre stabilité, qui sont solubles. Pour ce qui est du traitement au silane, un déplacement des températures T_d, T₁₀ et T₅₀ vers des valeurs de températures supérieures, que nous avons attribués à la rigidité introduite par le greffage du DMDMS.
3. Enfin, à cause des résultats trouvés, on peut préconiser l'utilisation des farines de G.O. et N.D. comme charge/renfort pour l'élaboration des matériaux bois-polymères

Remerciement-Les auteurs tiennent à remercier le laboratoire de Chimie du Campus Universitaire de Tamda de l'Université de Mouloud Mammeri (Algérie), le Département d'Énergétique de l'Université de Boumerdes (Algérie) ainsi que SOUNDOUS energy (Algérie) pour le matériel et les produits chimiques qu'ils ont mis à notre disposition.

Références

1. Naghi K.A., Tajvidi M., Pourabbasi S., *Polym Compos.* 28 (2007) 273.
2. Wambua P., Ivens J., Verpoest I., *Compos. Sci. Technol.* 63 (2003) 1259.
3. Teacă C.A., Spiridon I., *BioRes.* 3(3) (2008) 789.
4. Liu C. F., Sun R. C., Zhang A. P., Ren J. L., Wang X. A., Qin M. H., Chaod Z. N., Luod W., *Carbohydr. Res.* 342 (2007) 919.
5. Tserkia V., Matzinos P., Kokkoub S., Panayiotou C., *Compos. A.* 36 (2005) 965.
6. Paukszta D., Doczekalska B., Ostrowski A., Bartkowiak M., *J. Compos. Mater.* 49 (11) (2014) 1369-1378.
7. Hassan M.L., Rowell R.M., Fadel N.A., Yacoub S.F., Christiansen A.W., *J. Appl. Polym. Sci.* 76 (2000) 561.

8. Bodîrlău R., Teacă C.A., *Rom. J. Phys.* 54 (2009) 93.
9. Leonard Y., Waikambo M., Martin P.A., *J. Appl. Polym. Sci.* 84 (2002) 2222.
10. Gañan P., Garbizu S., Llano-Ponte R., Iñaki Mondragon I., *Polym. Compos.* 26 (2005) 121.
11. Khan M.A., Hassan M. M., *J. Appl. Polym. Sci.* 100 (2006) 4142.
12. Gañan P., Mondragon I., *Polym. Compos.* 23 (2002) 383.
13. Martín-Lara M.A., Pagnanelli F., Mainelli S., Calero M., Torob L., *J. Hazard. Mater.* 156 (2008) 448.
14. Benyoucef S., Harrache D., *J. Mater. Environ. Sci.* 6 (3) (2015) 765.
15. Cordeiro E.M.S., Nunes Y.L., Mattos A.L.A., Rosa M.F., Filho M.M.S., Ito E.N., *Macromol. Symp.* 39 (2014) 344.
16. Dixit S., Verma P., *Adv. Appl. Sci. Res.* 3(3) (2012) 1463.
17. Srinivasa C.V. Bharath .K.N., *Inter. J. Mater. Biomat. Appl.* 2(2) (2012) 12.
18. Singh B., Gupta M., Verma A., *Polym. Compos.* 17(66) (1996) 91.
19. Gañan P., Cruz J., Garbizu S., Arbelaiz A., Mondragon I., *J. Appl. Polym. Sci.* 94 (2004) 1489.
20. Poletto M., Zattera A.J., C. Santana R.M.C., *J. Appl. Polym. Sci.* 126 (2012) 336.
21. Bledzki A.K., A. Mamun A.A., Volk J., *Compos. A.* 41 (2010) 480.
22. Sgriccia N., Hawley M.C., Misra M., *Compos. A.* 39 (2008) 1632.
23. Alawar A., Hamed A.M., Al-Kaabi K., *Compos. B.* 40 (2009) 601.
24. Valadez-Gonzalez A., Cervantes-Uca J.M., Olayob R., Herrera-Francoa P.J., *Compos. B.* 30 (1999) 309.
25. Xiao B., Sun X.F., Sun R., *Polym. Degrad. Stabi.* 74 (2001) 307.
26. Valadez-Gonzalez A., Cervantes-Uc J.M., Olayo R., Herrera-Franco P.J., *Compos. B.* 30 (1999) 321.
27. Britcher L., Kehoe D., Matisons J., Swincer G., *Macrom.* 28 (1995) 3110.
28. Ronga M.Z., Zhang M.Q., Liu Y., Yang G. C., Zeng H.M., *Compos. Sci. Tech.* 61 (2001) 1437.
29. Albano C., González J., Ichazo M., Kaiser D., *Polym. Degrad. Stab.* 66 (199) 179.
30. Siracusa G., La Rosa A.D., Siracusa V., Trovato M., *J. Polym. Environ.* 44 (2002) 1766.
31. Valcineide O., Tanobe A., Sydenstricker T.H.D., Munaro M., Amico S.C., *Polym. Test.* 24 (2005) 474.
32. Zhou X.P., Li R.K.Y., Xie X.L., Tjong S.C., *J. Appl. Polym. Sci.* 88 (2003) 1055.
33. Arzondo L.M., Vazquez A., Carella J.M., Pastor J.M., *Polym. Eng. Sci.* 44 (2004) 1766.
34. Xie H., Jarvi P., Karesoja M., King A., Kilpelainen I., Argyropoulos D.S., *J. Appl. Polym. Sci.* 11 (2009) 2468.
35. Jakab E., Várhegyi G., Faix O., *J. Analyt. Appl. Pyrol.* 56 (2000) 273.
36. Araújo J.R., Waldman W.R., De Paoli M.A., *Polym. Degrad. Stab.* 93 (2008) 1770.
37. Yang H., Yan R., Chen H., Lee D.H., Zheng C., *Fuel.* 86 (2007) 1781.
38. Ouajai S., Shanks R.A., *Polym. Degrad. Stab.* 89 (2005) 327.
39. Fung K.L., Xing X.S., Lia R.K.Y., Tjonga S.C., Mai Y.W., *Compos. Sci. Technol.* 63 (2003) 1255.
40. Fung K.L., Li R.K.Y., Tjong S.C., *Appl. Polym. Sci.* 85 (2002) 169.
41. Threepopnatkul P., Kaerkitcha N., Athipongarporn N., *Compos. B.* 40 (2009) 628.
42. Herrera-Franco P.J., Valadez-González A., *Compos. A.* 35 (2004) 339.

(2015) ; <http://www.jmaterenvironsci.com/>