LIÈGE université
Gembloux
Agro-Bio Tech

Le Corps professoral de

Gembloux Agro-Bio Tech - Université de Liège vous prie

de lui faire l'honneur d'assister à la défense publique de la dissertation originale que

Monsieur TIAPPI DEUMAGA Mathias Florian,

Titulaire d'un diplôme de master en science et technologie, chimie industrielle et environnement, spécialité procédés et ingénierie chimique,

présentera en vue de l'obtention du grade et du diplôme de

DOCTEUR EN SCIENCES AGRONOMIQUES ET INGENIERIE BIOLOGIQUE,

le 28 juin 2019, à 14h00 précises (personne ne sera admis après cette heure),

en l'auditorium CG (Chimie Générale, Bât. 8),

Passage des Déportés, 2, à 5030 GEMBLOUX.

Cette dissertation originale a pour titre :

« Valorisation de la fraction lignocellulosique des résidus agricoles par des procédés de bioraffinerie : applications aux hampes de bananiers (*Musa spp.*) ».

Le jury est composé comme suit :

Président : Prof. M. VANDENBOL, Professeur ordinaire,
Membres : Prof. A. RICHEL (Promoteur), Prof. M. DELEU (Copromoteur), Prof. C. BLECKER, Dr N. JACQUET, Prof. P GERIN (UCL), Prof. F. ALLAIS (AgroParis Tech, France).

UNIVERSITE DE LIEGE – GEMBLOUX AGRO-BIO TECH – SERVICE INSCRIPTIONS ET APPARITORAT
Passage des Déportés, 2 - 5030 Gembloux - Belgique
Téléphone +32(0)81 62 23 45 - Fax +32(0)81 62 21 68 - www.gembloux.ulg.ac.be

Résumé

La composition chimique et les caractéristiques structurales de la fraction lignocellulosique des hampes de bananiers de la variété Grande naine (*Musa cavendish*) ont été analysées. Les composants lignocellulosiques majeurs étaient la cellulose (36,3%) et les hémicelluloses (17,8%). De même, des fractions importantes en composés extractibles à l'eau (13,6%) et en cendres (30,2%) ont été observées. La teneur en lignine était, quant à elle, relativement faible (6,6%).

Afin d'évaluer l'influence du facteur génotypique sur la composition des hampes de bananiers, trois cultivars ont été sélectionnés et comparés. Il s'agit des cultivars Grande naine (AAA), Pelipita (ABB) et CRBP969 (AAAB). Il en est ressorti que les teneurs en fractions cellulose, hémicelluloses étaient statistiquement similaires. Cependant, le cultivar Grande naine avait une teneur significativement plus élevée en cendres totales et une teneur en lignine insolubles significativement plus faible. De plus, l'analyse structurale des fractions de lignine pour les trois cultivars a permis de mettre en évidence des différences significatives des proportions en unités H/G/S de lignine. Sur base de ces résultats, il a pu être déterminé que la variété Grande naine était plus adaptée pour une valorisation par voie biochimique.

L'un des principaux obstacles à la conversion de la biomasse par voie biochimique est la teneur en complexes lignine-hémicelluloses. Dans ce travail, deux techniques de prétraitement ont ensuite été investiguées pour l'extraction des hémicelluloses et de la lignine.

Pour l'extraction des hémicelluloses, la technique de prétraitement par explosion à la vapeur a été investiguée. Il a pu être observé une corrélation entre le rendement d'extraction des hémicelluloses (41,7% ; 42,3% et 70,4%) et la sévérité du traitement (2,97 ; 3,57 et 3,78 respectivement). Cependant, le traitement à un facteur de sévérité de 2,97 permettait de minimiser la formation de composés inhibiteurs (5-HMF) et d'obtenir des hémicelluloses à plus haut poids moléculaire (143790 g/mol). L'analyse structurale a permis de déterminer que les hémicelluloses extraites étaient majoritairement des arabino-glucuronoxylanes (AGX). Enfin, une co-extraction de la lignine a été observée. Cependant, le fractionnement à l'éthanol (80%) a permis de les séparer des hémicelluloses extraites. Néanmoins, les teneurs résiduelles en lignine dans les extraits d'hémicelluloses précipitées à 60% d'éthanol restaient significatives par rapport aux teneurs initiales dans les fractions d'hémicelluloses (24%, 20% et 28% respectivement).

Pour l'extraction de la lignine, deux solvants d'extraction (acide acétique/acide formique/eau et acide sulfurique/éthanol/eau) associés à deux méthodes de chauffages différentes (conduction thermique et microondes) ont été investiguées. La méthode d'extraction par un chauffage par microondes et à l'aide du mélange d'extraction acide sulfurique/éthanol/eau s'est avérée être la plus efficace. Cette méthode d'extraction a permis l'extraction de la lignine avec un rendement plus élevé (58,7% Vs 45,3%) ayant une plus grande pureté (76.5% Vs 71,0%) relativement à la méthode par conduction thermique et à l'aide du mélange d'extraction acide acétique/acide formique/eau. En effet, durant le processus d'extraction, le chauffage par microondes favorise les réactions d'hydrolyse par la fragilisation ciblée des groupes dipolaires au sein de la macromolécule de lignine et entre la lignine et les hémicelluloses.

Cette étude a démontré que les hampes de bananier constituent une ressource de biomasse intéressante pour une valorisation par les procédés de bioraffinage. Diverses options de valorisation des produits et sous-produits de prétraitement et de transformation (liqueur résiduelle riche en potassium, hémicelluloses, lignine, acide lactique, résidu solide) ont été identifiées. Il a aussi été déterminé que l'implantation d'une bioraffinerie des hampes de bananier intégrée à une exploitation agricole permettait une intégration de la majorité des produits générés et des opportunités d'emplois pour les populations locales. Néanmoins, des essais de transformation à l'échelle pilote permettront d'évaluer précisément les rendements économique, énergétique et écologique.