

Transformation de deux plantes locales, *Symphytum officinale* L. et *Panicum virgatum* L., en biocarburants

Auteurs :

- Alexandrine Martel, M.Sc. Département de Chimie et Biochimie, az_martel@laurentian.ca
- Gerardo Ulibarri, Professeur, gulibbarri@laurentian.ca
- Sabine Montaut, Professeure agrégée, smontaut@laurentian.ca

INTRODUCTION

L'utilisation en hausse de combustibles fossiles non renouvelables est en partie responsable d'émission de polluants, ce qui représente un réel problème pour l'avenir. Les biocarburants, définis comme étant une source de carburants produite à partir de biomasse organique, sont présentement utilisés sur le marché dans le but de remplacer les combustibles fossiles. Bien que ces biocarburants soient dits plus écologiques, ils sont présentement produits à partir de plantes comestibles en raison de leur haute teneur en sucres simples et amidon. Cependant, ceci entraîne l'utilisation de pesticides, l'érosion des champs, et la réduction de la disponibilité des sources alimentaires humaines et/ou animales (Pimentel, 2003). La biomasse composée de lignocellulose présente une alternative plus écologique (Naik *et al*, 2010). Par contre, la biomasse lignocellulosique pose aussi des problèmes, principalement liés à la difficulté de briser la cellulose en sucres simples nécessaires pour la transformation en biocarburants.

L'objectif de notre recherche vise à synthétiser la molécule de 5-hydroxyméthylfurfural (HMF) à partir de deux plantes locales de Sudbury, le *Symphytum officinale* et le *Panicum virgatum*. Le HMF peut être directement dérivé du glucose provenant de la cellulose dans les plantes. Ensuite, le HMF peut être converti en 2,5-diméthylfurane (DMF), un carburant comparable au pétrole par rapport à l'énergie produite, et qui présente un meilleur rendement énergétique que le bioéthanol (Binder et Raines, 2009). La figure 1 représente les étapes de synthèse du HMF et du DMF à partir de la cellulose.

Lorsqu'on utilise de la biomasse lignocellulosique, la majorité des sucres provenant de la cellulose est du glucose. Ces sucres ne peuvent pas être directement convertis en biocarburant car ils sont liés par des liens glycosidiques et des liaisons hydrogène, formant un réseau difficile à briser (Naik *et al*, 2010). La cellulose et les sucres simples doivent donc être brisés, ou dissous en solution, avant de synthétiser le HMF. C'est pourquoi ce projet visera aussi à découvrir une façon de dissoudre et/ou briser la cellulose contenue dans les deux plantes, en utilisant des traitements variés, afin de produire des extraits riches en sucres. La synthèse organique du HMF sera ensuite faite à partir de ces extraits de plantes.

MÉTHODE

Les échantillons de consoude et de panic érigé ont été collectés à maturité et ont été séchés. Plusieurs types de traitements de biomasses ont été analysés pour l'extraction de sucres et l'hydrolyse de la cellulose. Ceux-ci incluent l'extraction avec le méthanol, la dissolution de biomasse dans le liquide ionique chlorure de 1-butyl-3-méthylimidazolium ([BMIM]Cl), et l'hydrolyse par traitement basique avec l'hydroxyde de sodium et par traitement acide avec l'acide sulfurique. Les sucres ont été quantifiés par analyses spectrophotométriques.

La synthèse organique de HMF a été faite à partir de plantes, ou d'extraits de plantes, dans le liquide ionique [BMIM]Cl. Différents catalyseurs, tels que des chlorures de métaux ($\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CrCl_2 , CuCl_3), et des acides (HCl, H_2SO_4 , acide tétrafluoroacétique), ont été testés pour la production de HMF. La chromatographie sur couche mince (CCM) a été utilisée pour la détection rapide du HMF et la chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG-SM) a été utilisée pour la quantification du HMF.

RÉSULTATS

Le traitement de 0,5 M H₂SO₄ durant 30 min à 121°C et 117-138 kPa (17-20 psi) a été le plus efficace pour hydrolyser la cellulose de la consoude et du panic érigé. L'extraction de sucres solubles par méthanol peut être utilisée pour créer un extrait sec riche en sucres, mais seulement une petite fraction des sucres totaux dans chaque plante est soluble dans le méthanol, et très peu de la biomasse peut être dissoute dans ce solvant. La figure 2 compare les résultats obtenus à partir de ces deux traitements pour la consoude et le panic érigé. La figure 2 A montre le pourcentage de sucres contenus dans l'extrait par rapport à la biomasse hydrolysée, tandis que la figure 2 B représente le pourcentage de sucres obtenus par rapport à la biomasse sèche totale.

La production de HMF à partir de la consoude et du panic érigé a été confirmée par CG-SM pour la transformation de biomasse brute, ainsi que pour la transformation de l'extrait sec méthanolique. Les rendements de HMF produit à partir de la biomasse non-traitée étaient inférieurs à 1%, tandis que le meilleur rendement en HMF à partir de l'extrait méthanolique était de 6.0±1.4% pour la consoude, et <1% pour le panic érigé. La production de HMF à partir du traitement acide n'a pas encore été testée.

CONCLUSION

Jusqu'à présent, nous avons démontré que la production de HMF est possible à partir de deux plantes locales, la consoude et le panic érigé. Ceci offre un avenir prometteur pour la production de biocarburants à partir de sources lignocellulosiques complexes qui poussent dans des environnements difficiles comme les terrains riches en métaux de Sudbury. La prochaine étape vers la production de biocarburants sera l'optimisation du procédé pour obtenir de meilleurs rendements en HMF. La transformation par hydrolyse acide des plantes en HMF sera aussi étudiée afin de comparer les rendements obtenus à partir de la biomasse non-traitée et de la biomasse traitée. Puisque les extraits de plantes sont plus riches en sucres simples par rapport à la biomasse non-traitée, nous nous attendons à obtenir des rendements plus élevés en HMF.

MOTS CLÉS: consoude, panic érigé, biocarburant, 5-hydroxyméthylfurfural

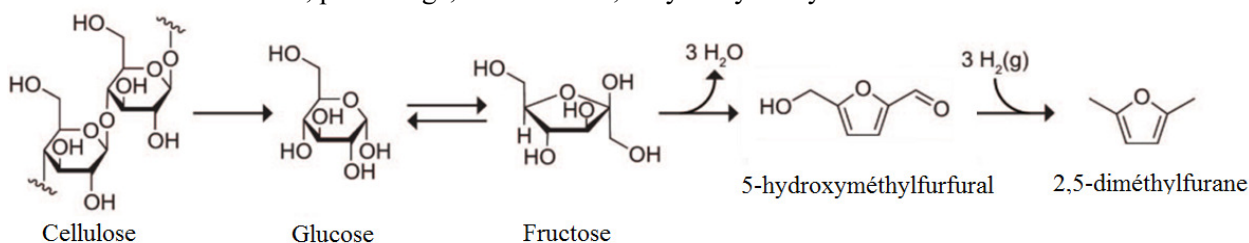


Figure 1. Synthèse du 5-hydroxyméthylfurfural à partir de la cellulose (adapté de Binder et Raines, 2009).

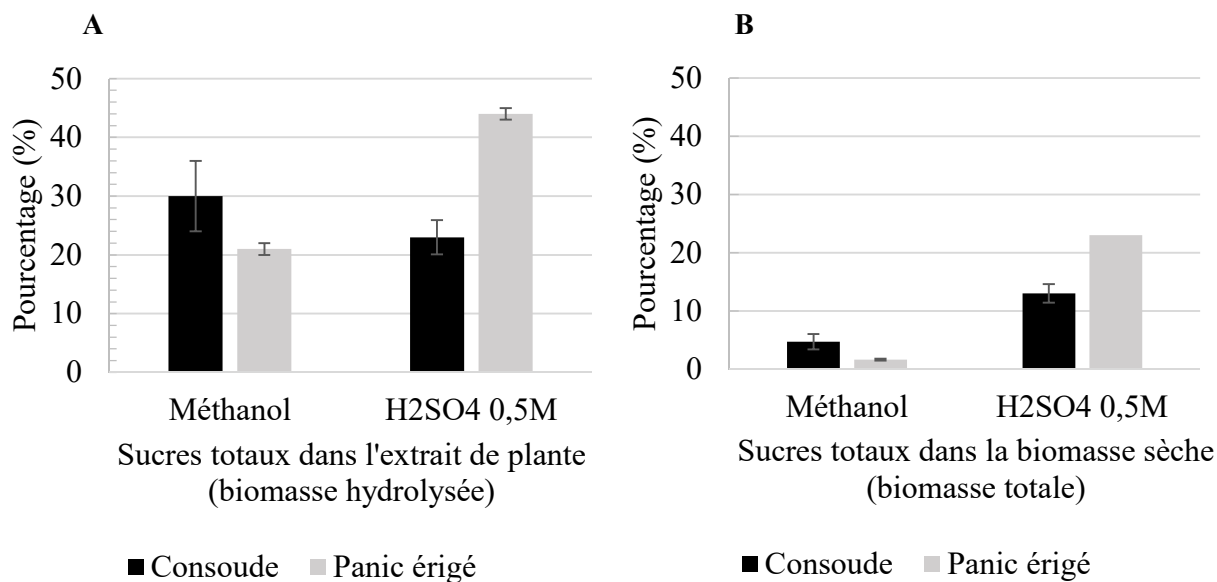


Figure 2. Sucres totaux obtenus à partir de l'extrait méthanolique, et de l'hydrolyse de H₂SO₄ 0,5M. **A** : sucres totaux contenus dans l'extrait par rapport à la biomasse hydrolysée. **B** : sucres totaux extraits de la biomasse sèche totale.

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

- Binder, J. B., & Raines, R. T. (2009). Simple chemical transformation of lignocellulosic biomass into furans for fuels and chemicals. *Journal of the American Chemical Society*, 131(5), 1979–1985.
- Naik, S. N., Goud, V. V., Rout, P. K., & Dalai, A. K. (2010). Production of first and second generation biofuels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(2), 578–597.
- Pimentel, D. (2003). Ethanol fuels: energy balance, economics, and environmental impacts are negative. *Natural Resources Research*, 12(2), 127–134.