

**DÉVELOPPEMENT DE PROCÉDÉS DE BIOCONVERSION INNOVANTS  
POUR LA VALORISATION DES PRODUITS ACÉRIQUES SOUS-EXPLOITÉS  
EN PRODUITS ET INGRÉDIENTS FONCTIONNELS**

Salwa Karboune, Luc Lagacé et Varoujan Yaylayan

**No de projet :** 811315

**Durée :** 03/2012 – 10/2015

**FAITS SAILLANTS**

L'un des défis importants de l'industrie acéricole du Québec est la diversification de ses produits et l'exploitation de ses surplus sous-exploités et ceux déclassés. L'innovation, à travers le développement de nouveaux produits d'érable enrichis et des ingrédients fonctionnels à haute valeur ajoutée à partir des produits, représente une avenue prometteuse pour ce secteur. Dans cette perspective, ce projet a permis le développement de nouveaux procédés de bioconversion enzymatique pour la génération d'ingrédients fonctionnels à haute valeur ajoutée, en l'occurrence, les fructooligosaccharides (FOSs), les oligolevans et les levans à partir des produits acéricoles. Les enzymes, le levansucrase et l'endo-inulinase, ont été identifiées comme étant des biocatalyseurs efficaces pour la conversion enzymatique du saccharose présent dans les sirops d'érable en produits de transfructosylation. Les paramètres réactionnels importants à contrôler, pour un rendement viable, ont également été identifiés et établis lors de cette étude. Les produits fonctionnels générés sont d'un grand intérêt vu leurs propriétés fonctionnelles potentielles. Étant donné que ces produits sont obtenus par des procédés enzymatiques de bioconversion, ils auraient le label « naturel » et seraient mieux perçus par les consommateurs que les produits faits de composés synthétisés chimiquement.

**OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE**

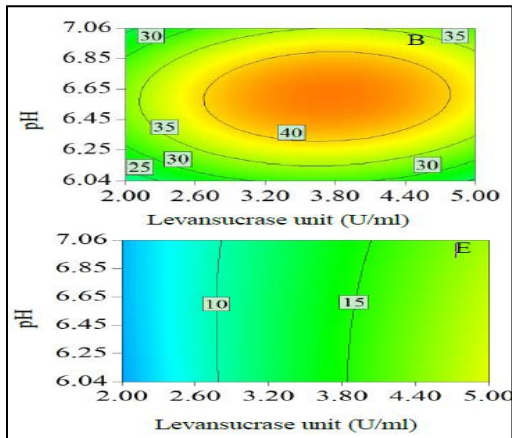
L'objectif ultime de ce projet était de développer des procédés de bioconversion enzymatique pour la biogénération d'ingrédients fonctionnels à haute valeur ajoutée, en l'occurrence, les fructooligosaccharides (FOSs) et les polyfructoses levans, à partir des produits acéricoles en surplus et pour l'enrichissement de ceux de faible qualité déclassés par des FOSs prébiotiques. Pour accomplir cet objectif, les étapes suivantes ont été effectuées : (a) identifier les meilleurs biocatalyseurs pour les bioconversions ciblées en utilisant des sirops ayant différents taux de Brix (15°, 30°, 60° Brix); (b) identifier les paramètres de bioconversion importants à contrôler pour un rendement viable et déterminer leurs interactions; (c) optimiser les conditions de bioconversion dans des réacteurs de type batch; (d) caractériser les propriétés structurelles des composés biogénérés.

Le levansucrase a permis la conversion du saccharose en FOSs ( $2 < DP \leq 10$ ), en oligolevans ( $10 < DP \leq 30$ ) et en levans ( $DP \geq 30$ ), et l'abondance d'un produit par rapport à l'autre dépendait du Brix du sirop d'érable (15°, 30°, 60° Brix) utilisé et des conditions de réactions. Alors que l'endo-inulinase, qui est déjà utilisée à l'échelle industrielle, a conduit à la formation de FOSs (kestose, nystose, fructosyl-nystose) dans un milieu biphasique.

**A. Le procédé de bioconversion basé sur l'action de levansucrase**

Parmi les trois sirops d'érable étudiés, le sirop d'érable ayant un Brix de 30° Brix a conduit à la plus forte production d'oligolevans/FOSs par le levansucrase; tandis que le sirop d'érable 66° Brix a été identifié comme étant le meilleur milieu réactionnel pour la synthèse d'oligolevans/levans. Le temps de réaction a été identifié comme le facteur le plus influant affectant à la fois la production d'oligolevans/FOSs et

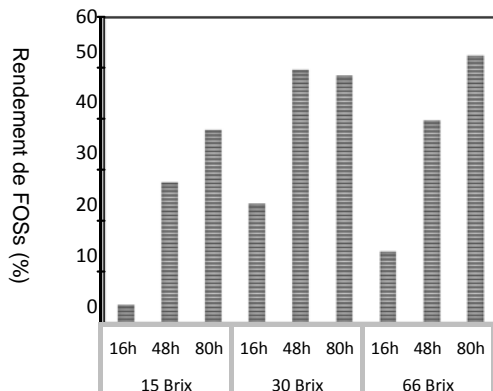
d'oligolevans/levans. Des modèles ont été développés pour comprendre les effets des conditions de bioconversion et pour pouvoir prédire les rendements. L'enrichissement des sirops d'érable par des disaccharides (lactose, cellibiose, melibiose) comme des accepteurs fructosylés a permis la biogénération d'hetero-FOSs comme le lactose-fructose.



**Figure 1.** Des modèles prédictifs des rendements d'oligolevans/FOSs (B) et d'oligolevans/levans (E) générés dans les systèmes réactionnels à base de sirop d'érable de 30° Brix- and 66° Brix, respectivement.

**B. Le procédé de bioconversion basé sur l'action de l'endo-inulinase**

Le rendement maximal de bioconversion du saccharose par l'endo-inulinase en FOSs variait de 37,0 à 60,24 % dépendamment du milieu biphasique utilisé. Les rendements les plus élevés ont été obtenus dans le milieu biphasique contenant 25 % d'acétate de butyle et d'heptane. Cependant, le produit dominant en présence d'acétate de butyle était le nystose (56 % de FOSs) avec 7 % de fructosyl nystose. Alors qu'en présence d'heptane, le kestose, le nystose et le fructosyl nystose représentaient 60,1, 35,4 et 4,5 %, respectivement. Les conditions optimales pour la production de FOSs ont été identifiées et utilisées pour l'enrichissement des sirops d'érable ayant 15°, 30° et 60° Brix.



**Figure 2.** Les rendements de bioconversion de saccharose présent dans des sirops d'érable à 15, 30 et 66°Brix- en FOS.

**APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER**

Lors de cette étude, des procédés de bioconversion ont été développés et ont démontré un potentiel très prometteur. Les paramètres réactionnels importants à contrôler pour un rendement viable ayant été identifiés lors de cette étude, la prochaine étape à envisager serait la mise à l'échelle semi-pilote de ces procédés. Nous déterminerions alors la faisabilité et la possibilité du transfert de cette technologie vers l'industrie. De plus, l'évaluation des propriétés fonctionnelles est nécessaire pour permettre à l'industrie ciblée de juger de leurs potentiels et de déterminer ceux d'un grand intérêt pour un transfert technologique.

## **POINT DE CONTACT POUR INFORMATION**

Responsable de projet : Mme Salwa Karboune

Téléphone : 514 398-8666

Télécopieur : 514 398-7977

Courriel : [salwa.karboune@mcgill.ca](mailto:salwa.karboune@mcgill.ca)

## **REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

Ces travaux ont été réalisés grâce à une aide financière du Programme de soutien à l'innovation en agroalimentaire, un programme issu de l'accord du cadre Cultivons l'avenir conclu entre le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et Agriculture et Agroalimentaire Canada.