

Valorisation de résidus agro-industriels en biomolécules d'intérêt pour les secteurs alimentaire, pharmaceutique et cosméceutique

CONTEXTE

Problématique : En 2022, il sera interdit de procéder à l'enfouissement des matières putrescibles.

Besoin de développer des procédés pour valoriser au maximum la matière organique résiduelle (MOR), dans un contexte de développement durable et d'économie circulaire. Développement des technologies que soient une option aux technologies traditionnellement utilisées : compostage et biométhanisation.

Ces technologies émettent des gaz à effet de serre (dioxyde de carbone et méthane; CO₂ et CH₄) et des effluents liquides qui doivent être traités. Principale source de MOR : secteur agroalimentaire.

Ces MOR représentent un important gisement pour la production de biomolécules.

Principal défi pour la valorisation de MOR : développement des procédés simples et économiques pour l'extraction, la séparation et la purification des biomolécules. **Nous avons donc décidé de faire ce projet afin de valoriser, entre autres, le lactosérum qui est un résidu agro-industriel riche en précurseurs des biomolécules à haute valeur économique et technologique.**

MÉTHODOLOGIE

À ce jour, les activités réalisées se divisent en quatre grandes étapes :

- I. Caractérisation des MOR et des biomolécules. Lors de cette étape, en plus des méthodes analytiques traditionnelles de caractérisation de biomasse (ex. teneur en solides, azote, etc.), nous avons développé des méthodes analytiques spéciales pour identifier et quantifier des peptides et des acides aminés.
- II. Extraction des peptides et obtention d'acides aminés. Cette étape consiste à concentrer les peptides du lactosérum, puis à les hydrolyser dans ses unités structurales (acides aminés) et déterminer sa teneur en acides aminés essentiels.
- III. Fermentation. La fraction liquide riche en lactose a été envoyée en fermentation avec des levures pour la production d'éthanol et d'alcools de fusel (d'alcools à haut masse molaire, ayant des propriétés aromatiques et antiseptiques).
- IV. Extraction de bioproduits fermentatifs. L'éthanol et les alcools de fusel sont extraits du bouillon de culture par filtration membranaire, distillation et extraction liquide-liquide.

RETOMBÉES SUR LA FORMATION

Dans ce projet, une étudiante ainsi qu'un professeur sont impliqués. L'étudiante a développé des compétences plus poussées en laboratoire. Effectivement, grâce au projet, elle a travaillé avec de nouvelles techniques et méthodes qui n'avaient pas encore été abordées dans ses cours. L'étudiante a aussi acquis des compétences en production et diffusion de résultats, ce qui est un point positif pour ses études. De plus, c'est elle qui présentera le présent projet à l'atelier des experts.

FINANCEMENT

FQRNT-projet en équipe, entre chercheurs de l'INRS-ETE et du CNETE, et PART.

HYPOTHÈSE DE DÉPART ET RISQUE

Notre hypothèse consiste à valoriser et appliquer le principe de bioraffinerie pour la valorisation du lactosérum. Nous cherchons donc à produire des fractions de composés trouvés dans le lactosérum pour les purifier et/ou les transformer. Ce principe de bioraffinerie permettra donc d'extraire et de produire de façon sélective une panoplie de biomolécules très demandées dans le marché mondial.

Nous supposons que l'extraction de peptides du lactosérum permettra d'avoir une fraction riche en peptides actifs (antioxydants et antimicrobiens), et une fraction riche en lactose et minéraux qui peuvent servir de milieu de culture dans des fermentations microbiennes.

Un risque faible auquel nous pourrions être exposés serait que les résidus liquides après l'extraction des peptides pourraient ne pas comporter tous les nutriments nécessaires pour supporter la croissance des levures et la production de certains produits d'intérêt.

Également, l'extraction de peptides enlèvera des acides aminés qui sont précurseurs des alcools à masse molaire élevée. Ce qui diminuera le rendement des fermentations et la rentabilité de la bioraffinerie, car ces alcools ont un prix élevé dans le marché mondial.

RÉSULTATS

Le lactosérum contient des peptides et protéines qui peuvent être extraits par chromatographie sur colonne. Ces biomolécules sont riches en acides aminés essentiels, tels que la L-phénylalanine et le tryptophane.

La fermentation de la fraction riche en lactose utilisant des levures capables d'utiliser ces sucres sans une hydrolyse préliminaire a permis d'obtenir de l'éthanol et des alcools de fusel après 24 à 48 heures de fermentation.

Parmi les alcools de fusel, la production de 2-phényléthanol (2PE) est appréciable.

Ayant pour but la production des arômes pour des produits alimentaires, nous avons testé l'extraction de 2PE par extraction liquide-liquide avec des huiles comestibles (maïs et canola). Afin de quantifier la teneur en 2PE dans la phase organique lors de l'extraction L-L, nous avons développé des méthodes de quantification par HPLC, transférant le 2PE de l'huile à la phase mobile aqueuse par l'intermédiaire d'un solvant organique polaire (2-propanol, iso-butanol et acétone).

Il reste à réaliser l'optimisation des phases d'extraction et de purification des alcools de fusel.

IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Ce projet vise à valoriser des déchets hautement polluants provenant de l'exploitation agricole pour la production d'aliments. Le lactosérum issu de la transformation laitière (production de fromage et yogourt) est un effluent avec une haute charge de composés organiques et inorganiques. Les approches les plus utilisées de gestion du lactosérum consistent en son utilisation comme supplément des rations et son traitement dans des usines des eaux usées. Ces options peuvent être coûteuses du point de vue économique ou environnemental, et certaines génèrent également un autre effluent secondaire à traiter.

AVANCÉE TECHNIQUE OU TECHNOLOGIQUE

Les molécules utilisées pour donner des arômes et des saveurs aux aliments sont souvent produites par voie chimique. La production des additifs alimentaires provenant d'une source biologique et par une voie biologique répond à une demande en constante croissance. Le mode de vie sain qui est adopté de plus en plus par la population québécoise en particulier et, dans un grand nombre de pays en général, fait que la production de composés biosourcés soit de plus en plus compétitive dans le marché mondial.

TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

Le présent projet est le développement d'une preuve de concept, comportant les étapes les plus risquées. Présentement, il y a des échanges avec deux partenaires industriels intéressés à une mise à l'échelle qui permettra d'analyser la faisabilité technico-économique du procédé.

COMPÉTITIVITÉ

Le projet montrera des options différentes des options traditionnelles de gestion du lactosérum. L'obtention de produits à valeur ajoutée pourrait être de l'intérêt des petits producteurs, des coopératives agricoles ou de grandes entreprises de transformation laitière. L'avantage des unités de séparation et de fermentation est qu'elles peuvent être adaptées aux besoins des utilisateurs.

DANS UN MONDE SANS CONTRAINTE...

Sans la contrainte financière, il aurait été possible d'explorer l'alternative de l'hydrolyse enzymatique. Malheureusement, même si elle s'avère l'option ayant la plus faible empreinte environnementale, elle demeure très coûteuse. Il est certain que sans cette contrainte, nous aurions pu développer une méthode plus performante, qui nous aurait permis de diminuer les réactifs chimiques.

Dans un monde idéal, le mode de production basé sur l'économie circulaire devrait primer afin de diminuer ou éviter la production de résidus à traiter ou disposer.

PARTENAIRES

SIMARD Dominique enseignante en chimie au Cégep Shawinigan, VALDEZ CASTILLO Mariana stagiaire doctorale au CNETE inscrite à l'INRS.

PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

Actuellement, la PI est partagée selon les activités développées dans chaque centre de recherche. La PI des activités de la présente communication appartient au CNETE et l'équipe de recherche qui les a développées.

ÉQUIPE DE RÉALISATION
BOISVERT Arianne, étudiante au Cégep de Shawinigan
NADEAU Mireille, assistante de recherche CNETE
AVALOS RAMIREZ Antonio, chercheur CNETE.