



HAL
open science

Process integration for microbial production of glutamate and xylitol from wheat bran hydrolysate

Daniele Farias, Patricia Taillandier, Cédric Brandam, Hélène Roux-de Balmann, Sylvain Galier, Caroline Rémond, Claire Joannis-cassan

► To cite this version:

Daniele Farias, Patricia Taillandier, Cédric Brandam, Hélène Roux-de Balmann, Sylvain Galier, et al.. Process integration for microbial production of glutamate and xylitol from wheat bran hydrolysate. SFGP, Société Française de Génie de Procédé, Oct 2024, Deauville, France. hal-04777382

HAL Id: hal-04777382

<https://hal.science/hal-04777382v1>

Submitted on 12 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Couplage de procédés pour la production microbienne de glutamate et de xylitol à partir de son de blé

Daniele FARIAS¹, Patricia TAILLANDIER¹, Cédric BRANDAM¹, Hélène ROUX DE BALMAN¹, Sylvain GALIER¹, Caroline REMOND², Claire JOANNIS-CASSAN^{1*},

¹ *Laboratoire de Génie Chimique, UMR 5503, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UT3, Toulouse, France*

² *Université de Reims Champagne-Ardenne, INRAE, FARE, UMR A 614, AFERE, Reims, France*

* claire.joanniscassan@ensiacet.fr

RESUME

Ce travail a démontré la faisabilité d'un procédé original pour la production d'acide glutamique et de xylitol à partir d'hydrolysats de son de blé. Ce procédé couple 3 étapes : une hydrolyse enzymatique des polysaccharides du son de blé, une fermentation des hexoses (C6) et des pentoses (C5), sans séparation préalable par une culture mixte d'une bactérie et d'une levure, et une séparation membranaire par électrolyse.

MOTS-CLES DU THEME

Bioprocédés, bioraffinerie : biocarburant, chimie du végétal, génie des procédés pour l'agroalimentaire.

MOTS-CLES LIBRES

Hydrolyse enzymatique, fermentation, culture microbienne mixte, séparation membranaire, électrolyse

INTRODUCTION

Face à la nécessité de réduire l'utilisation des ressources pétrolières, de limiter les émissions de gaz à effets de serre et de valoriser les déchets, l'utilisation de biomasse lignocellulosique pour produire de l'énergie, des matériaux ou des molécules d'intérêt présente de nombreux avantages. L'objectif de cette étude est de concevoir un schéma de procédé original pour produire de l'acide glutamique (ou glutamate) et du xylitol à partir de son de blé. Ces deux molécules présentent un marché en forte croissance et une valeur ajoutée plus élevée que l'éthanol [1]. Le son de blé, co-produit agro-industriel abondant, représente une source d'intérêt de glucides de type pentoses (C5) et hexoses (C6) grâce à sa teneur élevée en amidon, cellulose et xylanes [2]. Le procédé proposé couple une étape d'hydrolyse enzymatique, une étape de fermentation et une étape de séparation/purification par des techniques membranaires. Afin de limiter le nombre d'étapes et rendre le procédé économiquement rentable, la stratégie repose sur une co-fermentation des sucres, hexose (C6) et pentoses (C5) obtenus après hydrolyse, sans séparation préalable, par un couple de microorganismes : une bactérie transformant le glucose en acide glutamique et une levure transformant le xylose en xylitol. La faisabilité de ce procédé est étudiée dans le projet SUGARMIX financé par le Carnot 3BCAR en cours [2023-2024]. Nous présentons ici les premiers résultats obtenus pour chacune de ces 3 étapes.

HYDROLYSE ENZYMATIQUE

L'hydrolyse enzymatique du son de blé a été étudiée pour produire divers hydrolysats riches en D-glucose et en D-xylose et présentant des ratios C6/C5 contrastés pour l'étape ultérieure de fermentation. Plusieurs conditions réactionnelles ont été testées (natures et doses d'enzymes, charge en son de blé, durée d'hydrolyse). Dans les conditions optimales, une hydrolyse de son de blé avec un cocktail cellulosique et hémicellulosique (Novozymes Cellic Ctec2) a permis d'obtenir un hydrolysat contenant 32 g.L⁻¹ de D-glucose et D-xylose avec un ratio C6/C5 de 1. Une complémentation avec un cocktail amylolytique (*Bacillus* sp., Sigma Aldrich) a permis de générer un hydrolysat de 68 g.L⁻¹ de D-glucose et D-xylose avec un ratio C6/C5 de 3,4. Ces résultats démontrent l'efficacité de l'hydrolyse enzymatique du son de blé pour produire des sirops de sucres concentrés et pouvant présenter des ratios C6/C5 contrastés.

FERMENTATION PAR CULTURE MIXTE

Deux souches ont été sélectionnées : *Corynebacterium glutamicum* – ATCC13032 pour la production d'acide glutamique et *Candida tropicalis* – FTI 20037 pour la production de xylitol. Les essais préliminaires sur des milieux modèles avec des ratios en sucre variables ($C6/C5 = 3$ et $C6/C5 = 0,3$) ont montré que si la présence de xylose ne gêne pas la production d'acide glutamique quel que soit le ratio $C6/C5$, la présence de glucose pour le ratio $C6/C5 = 3$, oriente le métabolisme de la levure vers la production d'éthanol au lieu du xylitol. Des essais de cultures mixtes en fermenteurs de 1,5 L ont ensuite été réalisés pour maîtriser l'apport d'oxygène, paramètre clé de ces fermentations, pour un ratio en sucres $C6/C5 = 3$ et une concentration totale en sucres de 50 g.L^{-1} . L'inoculation des 2 microorganismes a été réalisée de manière séquentielle, c'est-à-dire une inoculation initiale de *Corynebacterium bacterium* pour produire l'acide glutamique puis lorsque la concentration en glucose atteint 10 g.L^{-1} , une inoculation de *Candida tropicalis* pour produire le xylitol. Plusieurs paramètres ont été variés : quantité de microorganismes inoculés, apport d'oxygène ($k_L a$) dans chacune des phases de production, concentration en glucose lors de l'inoculation de *Candida tropicalis*... Une aération constante ($k_L a = 20 \text{ h}^{-1}$) sur les deux phases, a permis une consommation totale des 2 sucres et une production d'acide glutamique avec un rendement de 50% en raison de la production simultanée d'acide lactique, et de xylitol avec un rendement de 43% identique aux rendements obtenus en culture pure.

SEPARATION MEMBRANAIRE

L'électrodialyse a été envisagée pour séparer le mélange glutamate/xylitol. Le pilote d'électrodialyse utilisé était constitué d'un empilement PC CELL (ED 64002) équipé de membranes PC SK et PC SA, et de surface active de membrane de $0,064 \text{ m}^2$ (10 motifs élémentaires, section 64 cm^2). L'étude expérimentale a été réalisée en mode batch à différentes intensités (0,5 – 1 – 1,5 A) avec un mélange synthétique glutamate (30 g.L^{-1}) / xylitol (25 g.L^{-1}) à pH 7. Les résultats expérimentaux ont montré que les grandeurs de transfert du glutamate en mélange sont proches de celles obtenues lorsqu'il est seul en solution. Ces premiers essais ont également permis de démontrer la faisabilité de la séparation par électrodialyse. Le rendement et la pureté obtenus pour le glutamate sont respectivement de 50% et 94 % dans le compartiment concentrat, tandis que dans le compartiment diluat, la pureté du xylitol passe de 45 à 60 % avec un rendement de 96 %. L'optimisation de l'opération d'électrodialyse (durée séparation, courant appliqué, mode opératoire) doit permettre d'améliorer la pureté en xylitol d'une part et le rendement en glutamate d'autre part.

CONCLUSION

Ces résultats prometteurs permettent de démontrer la faisabilité du couplage original d'une hydrolyse enzymatique, d'une fermentation des sucres C5 et C6 par une culture mixte de microorganismes et d'une séparation membranaire pour la production d'acide glutamique et de xylitol. Les rendements de l'étape de fermentation et de séparation doivent encore être améliorés en modifiant les paramètres opératoires de ces procédés. Le schéma de procédé sera être validé sur plusieurs hydrolysats réels de son de blé.

FINANCEMENT

Ce projet a été financé par le Carnot 3BCAR (projet de ressourcement SUGARMIX- 2023-2024)

REFERENCES

- [1] Morakile, T., Mandegari, M., Farzad, S., & Görgens, J. F. (2022). Comparative techno-economic assessment of sugarcane biorefineries producing glutamic acid, levulinic acid and xylitol from sugarcane. *Industrial Crops and Products*, 184, 115053.
- [2] Jocquel, C., Muzard, M., Plantier-Royon, R., & Rémond, C. (2021). An integrated enzymatic approach to produce pentyl xylosides and glucose/xylose laurate esters from wheat bran. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9, 647442.