

FICHE DE RECUEIL DES FAITS MARQUANTS DEPARTEMENTS/CENTRES

(Renseigner une fiche par fait marquant.

Les départements/centres peuvent choisir de faire la synthèse de plusieurs FM en une seule fiche si pertinent)

Année concernée : 2021 (Publication ou réalisation de 2021)

Fiche envoyée par : TRANSFORM / Versailles

Priorité attribuée au FM (à renseigner par le CD/PC/) :

Titre du fait marquant : Des hydroperoxydes purs, stables et peu coûteux pour des études et applications les plus diverses.

Catégorie: Article publié dans une revue internationale

<https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.132978>

Contact (adresse mail) : wafa.guiga@lecnam.net; rebeca.garcia@lecnam.net; laure.bertrand@lecnam.net; kevin.crouvisier-urion@lecnam.net

Unité : UMR SayFood

Adresse mail DU : catherine.bonazzi@agroparistech.fr

Département : Transform

Centre INRAE : Versailles

OS ou OP INRAE 2030 (cf. classification proposée en annexe) :

Metaprogramme (si adapté) :

Mots-clés (rubrique libre) : 13-hydroperoxyde d'acide linoléique ; transfert d'oxygène gaz-liquide ; mécanisme de la lipoxigénase, contrôle de la réactivité enzymatique

Résumé (10 à 15 lignes max. à rédiger sous une forme exportable dans le Rapport Annuel.)

Grâce à la compréhension et la connaissance des mécanismes réactionnels, des caractéristiques de l'enzyme (lipoxigénase-1 de soja) et du rôle central du transfert d'oxygène gaz-liquide, la production d'un isomère pur d'hydroperoxyde d'acide linoléique avec un taux de conversion proche de 100% a été obtenue. Contrairement au procédé de synthèse chimique utilisé pour les productions industrielles, ce procédé simple, peu polluant et peu coûteux énergétiquement permet d'avoir de meilleurs rendements, une plus grande pureté et donc une meilleure stabilité du produit obtenu. Le 13-hydroperoxyde ainsi synthétisé est très utile dans les études de toxicité liée à l'oxydation des lipides *in situ*, dans les études de dégradation des lipides dans les matrices alimentaires mais aussi pour la production de composés d'arômes.

Le procédé de production proposé contribue à la diffusion des bioconversions pour la production de molécules d'intérêt en minimisant l'impact environnemental des procédés.

(400 mots/ 2700 caractères max. pour l'ensemble des 4 rubriques ci-dessous)

Pourquoi produire une molécule déjà disponible dans le commerce ? Les hydroperoxydes d'acides gras polyinsaturés sont les premiers produits de la cascade de réactions de dégradation oxydative de ces acides gras. Ils sont donc fréquemment utilisés dans les études visant à comprendre les mécanismes et les cinétiques d'oxydation des lipides en général et dans les études sur la cyto-toxicité des produits d'oxydation des lipides. Leur production par synthèse chimique (procédé industriel actuel) ne permet pas d'obtenir des isomères purs et nécessite des étapes de purification ultérieures coûteuses. La production par voie

enzymatique ne présente pas ces inconvénients du fait de la spécificité de l'enzyme. Elle nécessite cependant la maîtrise du transfert de l'oxygène, substrat indispensable à la réaction d'oxydation, de la phase gazeuse vers la phase liquide pendant toute l'étape de catalyse.

Un procédé vert et une meilleure compréhension des mécanismes : L'utilisation de la lipoxigénase-1 de soja permet d'orienter la réaction vers la production d'un isomère pur, le 13-hydroperoxyde d'acide linoléique (13-HPX). Une condition souvent négligée est celle de garantir un transfert d'oxygène gaz-liquide qui soit suffisant pour éviter que la réaction ne s'oriente vers une voie anaérobie aboutissant à la formation de produits secondaires. La prise en compte du transfert d'oxygène a donc permis d'ajuster la cinétique réactionnelle et la cinétique de transfert entre elles et d'assurer ainsi un rendement de conversion de l'acide linoléique en son 13-HPX, proche de 100%. En comparaison avec les isomères disponibles dans le commerce, ce procédé permet d'obtenir un produit de plus grande pureté, et donc plus stable au cours du stockage. De plus, la prise en compte du transfert d'oxygène permet de corriger les cinétiques réactionnelles et d'avoir ainsi une estimation plus précise des constantes cinétiques de l'enzyme.

L'obtention de cet hydroperoxyde pur a d'ores et déjà une retombée importante : il n'est plus besoin de se procurer dans le commerce les hydroperoxydes qui sont soit insuffisamment purs soit au coût très élevé, permettant ainsi d'alimenter aisément les études menées sur l'oxydation des lipides.

Vers une intensification du procédé : Le transfert d'oxygène peut encore être augmenté par la conception de réacteurs microstructurés où l'aire interfaciale d'échange entre le gaz et le liquide peut être grandement améliorée, ce qui permettrait d'intensifier le procédé. L'utilisation d'autres acides gras polyinsaturés et/ou d'autres enzymes pourrait également élargir l'éventail des molécules d'intérêt à produire.

Bibliographie :

- Aline Boussard, Maïgwen Guillard, Christophe Lévêque, Wafa Guiga (2018). Control oxygen transfer to ensure fully linoleic acid oxidation into hydroperoxide with soybean lipoxygenase, 2. International Symposium on Lipid Oxidation and Antioxidants, Graz, Austria.
- Kevin Crouviers Urion, Rebeca Garcia, Aline Boussard, Laure Degrand, Wafa Guiga (2021) *Optimization of pure linoleic acid 13-HPX production by enzymatic reaction pathway: unravelling oxygen transfer role*, Chemical Engineering Journal, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.132978>.

Illustrations (photos au format jpg, avec légende, auteur de la photo, et copyright s'il y en a un)



Détermination du coefficient de transfert d'oxygène dans un bioréacteur (auteur : Sandrine Villain)

Copyright

Dircom Cnam © Sandrine Villain