

THESE DE DOCTORAT DE

NANTES UNIVERSITE

ECOLE DOCTORALE N° 600

Ecole doctorale Ecologie, Géosciences, Agronomie et Alimentation

Spécialité : « Sciences de l'aliment »

Par

Yuzi WANG

Multifactorial analysis of the structure contribution on wheat starch hydrolysis by α -amylase

Thèse présentée et soutenue à Nantes, le 29 Juin 2022

Unité de recherche : INRAE Biopolymères Interactions et Assemblages, Nantes, France

Rapporteurs avant soutenance :

Valérie LULLIEN-PELLERIN
Gabrielle POTOCKI-VERONESE

Directrice de Recherche, INRAE MONTPELLIER
Directrice de Recherche, INRAE/INSA TOULOUSE

Composition du Jury :

Président : Christophe D'HULST
Examineurs : Alain LEBAIL
Frederick WARREN

Professeur, Université de LILLE
Professeur, ONIRIS NANTES
Principal Researcher, QUADRAM Institute NORWICH (UK)

Dir. de thèse : Luc SAULNIER
Encadrant de thèse : Kamal KANSOU
Encadrant de thèse : Jean-Philippe RAL

Directeur de Recherche, INRAE NANTES
Chargé de Recherche, INRAE NANTES
Principal Researcher, CSIRO CANBERRA (AUSTRALIE)

Invité(s)

Corinne RONDEAU

Ingénieure de Recherche, INRAE RENNES

Titre : Analyse multifactorielle de la contribution de structure sur l'hydrolyse de l'amidon de blé par l' α -amylase

Mots clés : amidon de blé, digestion in vitro, analyse multifactorielle, modèle cinétique, structure multi-échelle

Résumé : L'un des principaux défis à relever lors de l'étude de l'interaction "structure-dégradabilité" de l'amidon natif est de démêler l'interdépendance entre les différents niveaux de structure. Pour relever ce défi, 224 amidons de blé ont été criblés pour leurs caractéristiques structurales et leurs profils de dégradation par l' α -amylase pancréatique de porc. La procédure de dégradation s'est avérée robuste et suffisamment sensible pour cribler une grande collection d'amidons. Une classification hiérarchique sur les composantes principales a été utilisée comme analyse multifactorielle pour explorer la structure des données. Cette approche a mis en évidence les effets combinés de la distribution de la taille des granules et de la distribution des chaînes d'amylopectine sur la cinétique de dégradation.

Une analyse de suivi du modèle cinétique de dégradation de l'amidon (différentes origines) a été réalisée et a révélé que les cinétiques

d'hydrolyses dépendent initialement des propriétés de surface des granules, alors qu'ensuite, elles dépendent principalement de la composition inhérente aux granules.

Afin de mieux comprendre la relation "structure-dégradabilité", mis en évidence dans l'approche de criblage des d'amidons de blé, les propriétés structurales détaillées et la cinétique d'hydrolyse des granules purifiés de quatre amidons de blé ont été analysées. Il s'est avéré que la vitesse d'hydrolyse était principalement affectée par la taille des granules (surface), tandis que la dégradabilité finale dépendait principalement de la composition des granules, comme la distribution des chaînes d'amylopectine et la teneur en amylose. Ces résultats fournissent une méthode de criblage innovante et des facteurs de structure à considérer en priorité pour la sélection de l'amidon de blé.

Title : Multifactorial analysis of the structure contribution on wheat starch hydrolysis by α -amylase

Keywords : wheat starch, In vitro digestion, multifactorial analysis, multi-scale structure, kinetic model

Abstract : A major challenge faced when studying the "structure-degradability" interaction of native starch is deciphering the interdependency between different structural levels. To tackle this challenge, 224 wheat starches were screened for structural features and degradation profiles by porcine pancreatic α -amylase. The degradation procedure was proved to be robust and sensible enough to screen a large collection of starches. A hierarchical clustering on principal components were used as multifactorial analysis to explore the data structure and highlighted the combined effects of granule size distribution and amylopectin fine structure on degradation kinetics.

A follow-up analysis on the kinetic model of starch (from different botanical origins) was performed and revealed that hydrolysis

performances initially depend on the surface property of starch granules, while later on, mainly depend on the inherent granular composition.

In order to get a better understanding of the "structure-degradability" relationship, evidenced during the screening approach of wheat starches, detailed structural properties and hydrolysis kinetics of purified starch granules of four wheat starch were analyzed. It was conformed that the hydrolysis rate was showed to be primarily affected by the granule size (surface area), while the final degradability depended mainly on the granule composition such as the amylopectin fine structure and amylose content. These findings provide an innovative screening method and structural factors to be primarily considered for wheat starch selection in breeding programs.