



HAL
open science

Nouveaux procédés pour améliorer la bioaccessibilité des nutriments

Catherine Renard

► **To cite this version:**

Catherine Renard. Nouveaux procédés pour améliorer la bioaccessibilité des nutriments. Université d'été de Nutrition 2015, Sep 2015, Clermont-Ferrand, France. hal-01241708

HAL Id: hal-01241708

<https://hal.science/hal-01241708v1>

Submitted on 10 Dec 2015

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.

Nouveaux procédés pour améliorer la bioaccessibilité des nutriments

Catherine M.G.C. Renard

UMR408 Sécurité et Qualité des Produits d'Origine Végétale, INRA, Avignon University, 84000 Avignon France

1- Introduction

La bioaccessibilité peut être comme la quantité d'un nutriment ingéré présente dans l'intestin sous une forme qui en permettrait l'absorption. Elle est donc déterminée essentiellement par des phénomènes physico-chimiques, et notamment la libération du nutriment à partir de la matrice alimentaire, y compris l'accès des enzymes digestives à leurs composés cibles, la formation de complexes insolubles avec les macromolécules présentes, mais aussi la solubilité (ou non) du nutriment dans le liquide gastrointestinal, et enfin la stabilité du nutriment dans les conditions de la digestion.

La structure et la composition de l'aliment vont ainsi avoir une forte influence sur ces différents phénomènes, et ce en particulier pour les aliments naturellement structurés que sont les produits carnés ou encore plus les fruits et légumes ou la viande. En effet l'architecture des fruits et légumes est constituée par les parois végétales, qui sont des fibres, composés non digérés par les enzymes endogènes du tube digestif.

Or les procédés appliqués à l'aliment avant son ingestion vont interagir avec sa structure et la réponse de l'aliment et des nutriments aux conditions physico-chimiques du tube digestif. Ce sont ces phénomènes qui vont être décrits ci-dessous, et ce plus particulièrement pour les fruits et légumes et les micronutriments.

2- Les spécificités de la matrice végétale

Deux particularités des tissus végétaux vont avoir une influence marquée sur la bioaccessibilité de leurs nutriments. La première est la présence d'une paroi végétale qui entoure les cellules (Fig 1). La paroi des cellules parenchymateuses, qui est elle-même une fibre, c'est-à-dire non digestible par les enzymes endogènes du tube digestif de l'Homme, réalise de facto une encapsulation des nutriments. La destruction des membranes plasmiques ne suffit donc pas à libérer le contenu cellulaire dans le tube digestif. Cette paroi est hydrophile et poreuse, elle ne présente donc pas d'obstacle absolu à la diffusion des petites molécules hydrosolubles tels les sucres. La taille des pores dans les parois de cellules vivantes a pu être estimée à 3-6 nm et est suffisamment petite pour empêcher l'entrée de protéines de plus de 10-20 KDa donc l'accès de certaines enzymes digestives à leurs substrats. Cependant elle va de facto encapsuler en particulier les macroconstituants lipidiques et les microconstituants lipophiles comme les caroténoïdes ou la vitamine E.

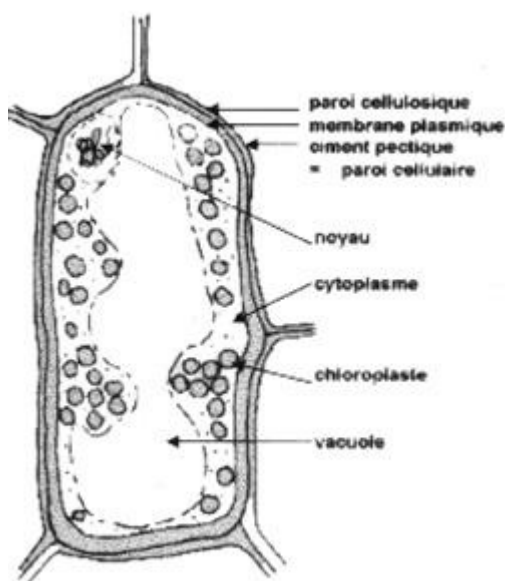


Fig 1 : Une cellule végétale

La deuxième est la compartimentation des différentes molécules dans ces tissus et cellules : les différents nutriments sont rarement distribués dans l'ensemble des organelles de la cellule. Ainsi les polyphénols s'accumulent dans la vacuole, l'amidon dans des plastes spécifiques, les caroténoïdes dans les mitochondries etc. Et les enzymes susceptibles de les dégrader sont soit dans un autre compartiment (la polyphénoloxydase est dans les plastes, bien séparée des polyphénols dans la plante intacte), voir dans d'autres cellules du même tissu (glucosinolate / myrosinase). Un ensemble de réactions pourront donc avoir lieu lorsque les différents procédés vont rompre la compartimentation interne, détruire les membranes plasmiques. A signaler que cette rupture a aussi lieu lors de la mastication.

2- Effets des procédés sur les tissus végétaux

2.1 Les procédés thermiques

Ce sont les procédés les plus classiques, mais des développements récents concernent les modes d'application et de transfert de la chaleur. Dans le traitement thermique classique, l'aliment est chauffé à partir d'une source ou d'une paroi chaude, et la température va diffuser vers l'intérieur de l'aliment par conduction ou convection. Ainsi la montée en température dépendra de la forme (et notamment de l'épaisseur) et de la texture même du produit. Certains procédés innovants permettent au contraire de générer la chaleur directement dans le produit alimentaire. C'est le cas du chauffage ohmique, qui utilise la résistance (électrique) des matériaux ou du chauffage par micro-onde. Cependant les effets de ces procédés innovants sont ceux de la chaleur, modulés par les cinétiques de montée en température.

L'effet des traitements thermiques sur les matrices végétales est complexe. En effet il va intégrer successivement (Fig. 2) la décompartimentation proprement dite, due à la destruction des membranes plasmiques (vers 50°C) puis des structures pariétales, essentiellement les pectines (à haute température). La décompartimentation permet aux enzymes endogènes et à leurs substrats d'entrer en contact ; elle permet aussi la diffusion des petites molécules hydrosolubles (sucres, vitamine C...). La dégradation des pectines conduit à une augmentation de la porosité des parois, donc une diffusion facilitée des enzymes et des molécules hydrosolubles. Par ailleurs les traitements thermiques modifient l'amidon, effet majeur puisque permettant la conversion des grains d'amidon en amidon gélatinisé, digestible par les enzymes digestive de l'Homme. Cet effet est majeur pour les féculents à structure de «

fruits et légumes », comme la banane plantain, les pommes de terre, ... Ils permettent également en règle général d'augmenter la digestibilité des protéines (animales ou végétales).

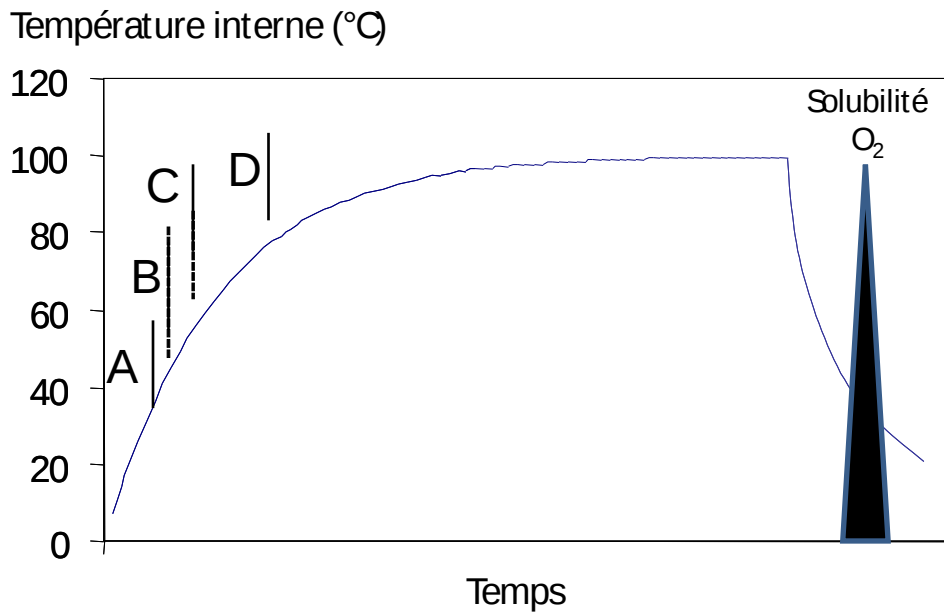


Figure 2 : Schéma de principe des effets des traitements thermiques sur les tissus végétaux
 A : perte de l'intégrité des membranes (formation de liposomes); les petites molécules et l'oxygène peuvent diffuser librement ;

B : activation des enzymes endogènes : accès à leurs substrats ;

C : changement de conformation des protéines : inactivation des enzymes, aggrégation ou ouverture des structures

D : gélatinisation de l'amidon ; dégradation des pectines ; autres réactions chimiques : hydrolyses

Des traitements thermomécaniques sont très souvent appliqués aux produits végétaux, pour l'obtention de purées, compotes etc. Ils associent chauffage et broyage (broyage ou souvent raffinage, c'est-à-dire passage par une filière du tissu végétal ramolli). Aux effets de la température vient s'ajouter une ouverture des cellules, plus ou moins marquée selon l'état des parois, qui induit donc une libération extrêmement facilitée des contenus cellulaires des couches périphériques des fragments.

2.2 Procédés athermiques

Depuis quelques années un certain nombre de procédés dits « athermiques » sont proposés pour le traitement des aliments, pour en permettre une certaine stabilisation sans avoir les effets des traitements thermiques sur les vitamines, la couleur, la texture etc.. Deux d'entre eux sont particulièrement d'intérêt, à la fois par leurs effets spécifiques sur les tissus végétaux et par leur adoption.

2.2.1. Hautes pressions hydrostatiques

L'application de hautes pressions ou pascalisation consiste à soumettre l'aliment à des pressions de 300-600 MPa, comparables à celles rencontrées au fond des mers. L'aliment préemballé est enfermé dans une enceinte dans laquelle de l'eau est pompée jusqu'à atteindre la pression souhaitée. Celle-ci est maintenue quelques minutes, puis relâchée. Le traitement est dit athermique, cependant la compression adiabatique de l'eau conduit à des augmentations significatives (une ou deux dizaines de degrés) de la température. On trouve dans les supermarchés français des jus pascalisés, des charcuteries et tapas pascalisés ... En effet la pascalisation permet une stabilisation, similaire à la pasteurisation, de produits délicats découpés dans leur emballage final.

La pascalisation agit par une diminution du volume des molécules. Elle est réputée avoir peu d'effet sur les petites molécules (vitamines, arômes). Par contre, elle a des effets paradoxaux et très variables sur les enzymes, avec notamment l'activation de polyphénoloxydases ou des pectinméthylestérases. Cette dernière enzyme est cruciale, car elle conduit à un renforcement (et non une dégradation) des parois végétales, avec un meilleur maintien de la texture mais une bioaccessibilité diminuée.

2.2.2. Champs électriques pulsés

La technologie par champs électriques pulsés est une technique de traitement non thermique qui utilise des champs électriques de très forte intensité pour perméabiliser les membranes.

Deux emplois sont proposés industriellement :

- l'utilisation de champs électriques pulsés de relativement faible intensité pour perméabiliser des cellules végétales, accroissant ainsi les rendements de pressage ou d'extraction de jus, la cinétique d'imprégnation etc,
- l'utilisation de champs intenses pour dégrader les microorganismes dans les aliments liquides.

A priori les champs électriques pulsés permettent une décompartmentation sans dégradation pariétale, mais il y a peu d'études sur leurs effets sur l'accessibilité des nutriments.

3- Impact sur la bioaccessibilité des nutriments

3.1 Effet d'encapsulation de la paroi végétale

Les tissus végétaux, souvent avalés sous forme de particules millimétriques, peuvent contenir des cellules intactes en fin d'iléon, et ces cellules réalisent de facto une encapsulation de leur contenu. Les fruits et légumes crus présentent donc souvent de faibles bioaccessibilités des molécules lipophiles (caroténoïdes, lipides...). Les modifications des parois végétales au cours de la digestion (augmentation de leur gonflement, solubilisation de pectines) restent ainsi insuffisantes pour permettre le passage dans les liquides digestifs de micelles ou de gouttelettes grasses. Il est donc important que les procédés permettent une dégradation suffisante des tissus et des parois.

Cet effet d'encapsulation est particulièrement marqué pour les molécules lipophiles, et a été en particulier été mis en évidence pour les caroténoïdes, dont la bioaccessibilité est nettement améliorée dans les produits végétaux cuits et broyés. Un bon exemple concerne aussi les lipides dans les fruits secs : les amandes sont connues pour la faible bioaccessibilité de leurs lipides. Lors des phases gastriques seules les cellules périphériques des fragments d'amandes séchées sont vidés de leurs contenus cellulaires après environ 1h. Un traitement thermique (blanchiment, grillage) modifie la structure cellulaire, augmente la désintégration des fragments d'amandes et conduit également à une diminution de leur résistance mécanique après imprégnation par les sucs gastriques.

Des effets contrastés sont observés selon les procédés : ainsi, alors que les traitements thermiques classiques augmentent la bioaccessibilité des caroténoïdes, les traitements en haute pression hydrostatiques (HPP, pascalisation) ne donnent que des bioaccessibilités proches de celles des produits crus.

3.2 Formation de complexes

Certains polyphénols et en particulier les tannins sont susceptibles de former des complexes avec les fibres alimentaires ou les protéines présentes.

En ce qui concerne les protéines, on peut observer à la fois une inhibition des enzymes protéolytiques endogènes, et la formation de complexes insolubles, plus lents à être dégradés, pour les protéines ingérées. L'interaction avec les fibres peut aussi inhiber la fermentation colique des fibres elles-mêmes, avec diminution de la formation d'acides gras volatils et augmentation du volume des selles.

3.3 Accessibilité aux enzymes endogènes

Les parois réalisent une barrière mécanique et les fibres solubles qu'elles libèrent sont capables d'augmenter la viscosité du chyme alimentaire. Deux mécanismes contraires peuvent être identifiés : augmenter la porosité des parois facilite l'accès des enzymes endogènes à leur substrat et la diffusion des produits solubles (glucose à partir de l'amidon, etc) à partir des particules résiduelles de fruits et légumes; l'augmentation de la viscosité du bol alimentaire par les fibres solubles libérés à partir des parois lors de traitements thermiques) ralentit la diffusion des enzymes et des produits vers la muqueuse digestive.

4 Conclusion

Peu de travaux traitent spécifiquement de bioaccessibilité en lien avec des procédés innovants. Il semble cependant que le traitement par pascalisation potentialise l'effet d'encapsulation des parois et donc diminue la bioaccessibilité des lipides et molécules lipophiles par rapport aux procédés thermiques.