

## Un inhibiteur de protéase de pois (*Pisum sativum*) à l'origine de perturbations de la digestion chez le poulet : de l'importance de bien caractériser l'aliment.

**Contact : Thierry MOREAU et Sophie REHAULT-GODBERT**

**Unité : BOA**

**Département : PHASE**

**Centre INRAE : Val de Loire**

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

**OS 2.4. Construction des qualités des régimes alimentaires**

**Publication(s) DOI obligatoire(s) , DOI : 10.1016/j.psj.2023.103182**

### Résumé

Le régime alimentaire des poulets repose sur le soja importé comme principale source de protéines. Le pois, riche en protéines, pourrait constituer une bonne alternative au soja mais il contient un petit inhibiteur de protéase (inhibiteur Bowman-Birk) susceptible de compromettre la digestibilité des autres protéines de l'aliment. Pour le démontrer, nous avons exploré l'activité des protéases digestives du poulet en réponse à un aliment enrichi en pois, comparativement à des régimes à base de soja, maïs ou colza. Nous avons montré que la présence de cet inhibiteur de pois dans l'intestin du poulet modifiait drastiquement le profil d'activité de certaines protéases digestives, et que l'animal, probablement pour contrecarrer l'effet délétère de cet inhibiteur, sécrète en retour une protéase capable de se fixer à l'inhibiteur pour le rendre moins actif. Ces résultats sont un bon exemple d'adaptabilité des poulets en réponse à de nouveaux régimes alimentaires et souligne l'importance de bien caractériser les aliments pour optimiser leur assimilation par les animaux.

### Contexte et enjeux

Le tourteau de soja importé essentiellement d'Amérique du Sud est couramment utilisé comme source protéique dans l'alimentation des volailles. Pour réduire l'impact environnemental des importations, la France s'oriente vers des sources protéiques alternatives cultivées localement, telles que le pois. Toutefois, cette légumineuse contient un inhibiteur de protéase (Bowman-Birk inhibitor, ou BBI) qui pourrait inhiber les protéases digestives et altérer la digestibilité de l'aliment par l'animal entraînant ainsi des baisses de performance et des rejets plus importants dans l'environnement. Dans un travail précédent, des analyses protéomiques des contenus digestifs de poulets dont la seule source de protéines dans le régime était soit le pois, le colza, le soja ou le maïs, avaient révélé la présence du BBI et d'une protéase de type trypsine (PRSS3) uniquement chez les animaux ayant reçu le régime à base de pois [1]. Dans la continuité de ce travail, nous avons exploré l'impact de la présence du BBI sur le profil protéolytique des contenus digestifs des animaux nourris avec l'aliment « Pois » et caractérisé l'interaction entre le BBI et les protéases digestives, par des approches *in silico*.

### Résultats

Nous avons observé que les contenus intestinaux provenant des poulets ayant reçu l'aliment « pois » présentaient un profil protéolytique différent de ceux des poulets nourris soit avec du colza, du maïs ou du soja. Ce profil spécifique à l'aliment à base de pois correspond à la présence d'une bande protéique qui résiste à la protéolyse. Par spectrométrie de masse, nous avons montré que cette bande contenait l'inhibiteur de protéase Bowman-Birk (BBI) du pois, trois protéases digestives, dont le chymotrypsinogène 2-like (CTRB2) et la trypsine II-P39 (PRSS2) qui sont bien connues, mais aussi la trypsine I-P38 (PRSS3) qui n'avait pas encore été caractérisée chez le poulet. L'étude par modélisation moléculaire de l'interaction du BBI du pois avec les trypsines PRSS2 et PRSS3 du poulet a révélé que les propriétés électrostatiques de PRSS3 sont en faveur de la formation d'un complexe BBI-PRSS3 plutôt que d'un complexe BBI-PRSS2. Ces résultats suggèrent donc que la protéase PRSS3 serait exprimée puis sécrétée dans la lumière intestinale pour se lier au BBI (protéase « suicide »)[2] permettant ainsi la digestion des protéines par PRSS2 et le chymotrypsinogène de type 2. Nous faisons l'hypothèse que la protéase PRSS3, probablement exprimée par le pancréas comme les autres protéases digestives, pourrait servir de marqueur des troubles digestifs du poulet liés à la présence d'inhibiteurs de protéases actifs dans l'aliment puis dans la lumière intestinale, comme cela a été montré chez l'homme [3].

## Perspectives

Dans un contexte de recherche de matières premières riches en protéines plus locales et durables (dont les insectes), ces résultats montrent la nécessité de bien caractériser leur impact sur la physiologie digestive pour pouvoir envisager des améliorations soit par la sélection variétale ou la mise en œuvre de procédés de fabrication permettant d'inactiver d'éventuels facteurs antinutritionnels.

## Valorisation

- Moreau T, Recoules E, De Pauw M, Labas V, et Réhault-Godbert S. Evidence that the Bowman-Birk Inhibitor from *Pisum sativum* affects intestinal proteolytic activities in chickens. *Poult. Sci.*, 2023, 103182

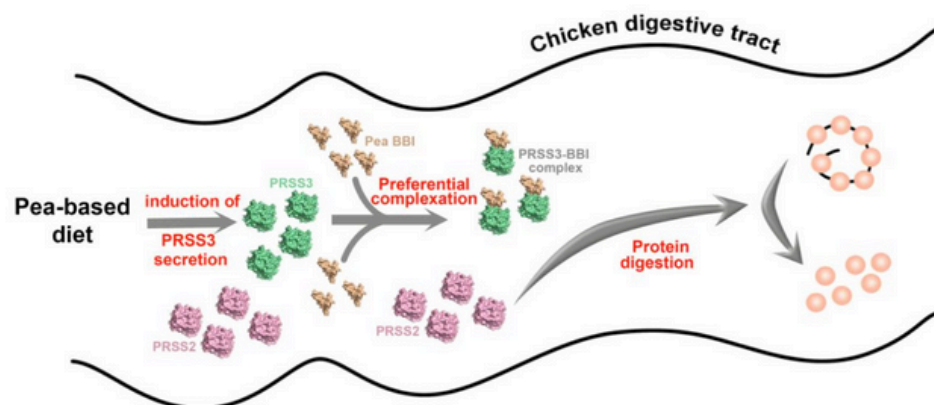
## Référence Bibliographique

[1] Recoules, E., H. Sabboh-Jourdan, A. Narcy, M. Lessire, G. Harichaux, V. Labas, M. J. Duclos, and S. Réhault-Godbert. 2017. Exploring the in vivo digestion of plant proteins in broiler chickens. *Poult. Sci.* 96:1735-1747. doi 10.3382/ps/pew444

[2] Mendonça, E. G., R. de Almeida Barros, G. Cordeiro, C. R. da Silva, W. G. Campos, J. A. de Oliveira, and M. G. de Almeida Oliveira. 2020. Larval development and proteolytic activity of *Anticarsia gemmatilis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) exposed to different soybean protease inhibitors. *Arch. Insect Biochem. Physiol.* 103:e21637. doi 10.1002/arch.21637

[3] Szmola, R., Z. Kukor, and M. Sahin-Tóth. 2003. Human mesotrypsin is a unique digestive protease specialized for the degradation of trypsin inhibitors. *J. Biol. Chem.* 278:48580-48589. doi 10.1074/jbc.M310301200

## Illustrations



Légende : L'aliment contenant du pois comme source de protéines induit la sécrétion d'une protéase de type trypsine, la PRSS3, dans la lumière intestinale en plus de la PRSS2 impliquée dans la digestion des protéines de l'alimentation.

La présence de BBI, un inhibiteur de protéase présent en grande quantité dans le pois, semble être à l'origine de cette sécrétion de PRSS3. Cette protéase pourrait alors agir comme protéase « suicide » en se complexant préférentiellement au BBI, pour que la digestion des protéines de l'aliment par la PRSS2 puisse se poursuivre.

Figure © Thierry Moreau/INRA