25èmes Journées 3R 2020 - Édition Numérique, 2-3 décembre 2020, Paris – Poster N° 326853

L'extrusion des protéagineux modifie la dégradation dans le rumen et la digestibilité intestinale de l'azote, de la lysine et des composés de Maillard

Chapoutot P.[1], Dhumez O.[1], Mendowski S.[2], Germain A.[2], Chesneau G.[2], Nozière P.[3]

[1] Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR Modélisation Systémique Appliquée aux Ruminants, 16, rue Claude Bernard, 75005 Paris, France
[2]Valorex, La Messayais, F-35210 Combourtillé, France
[3]Université Clermont Auvergne, INRAE, VetAgro Sup, UMR Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle, France

Objectifs

Mesurer la dégradabilité ruminale et la digestibilité intestinale de la lysine disponible (Lys), de l'N-ε-carboxyméthyl-lysine (CML) comparées à celles de l'N de mélanges à base de féverole et de lupin après différents traitements d'extrusion.

Matériel et méthodes

2 mélanges de féverole/lin (Fév) ou lupin/lin (Lup) (90 %/10 %)

- ***Extrudés selon différentes modalités***, *issus de 2 essais in vivo E1 et E2 (tableau 1) (Mendowski et al., 2019 ; Mendowski et al., 2020 ; Dhumez et al., 2020)*
- ***Incubés selon la méthode des sachets mobiles*** *(Peyraud et al., 1988) :*
  - ✓ *Sachets SEFAR® (maille calibrée à 50 µm)*
  - ✓ *Mesure de **dégradation rumen après 16 h d'incubation** (Deg, %) : 3 vaches x 2 séries (16h = représentatif du temps de séjour moyen ; Deg16h → estimation de la DT6)*
  - ✓ *Mesures de **digestibilité intestinale** (Dig, %) : 3 vaches x 7 répétitions (correspondant à la digestibilité réelle des PIA du système INRA 2018)*
  - ✓ *Analyse de variance-covariance (Procédure GLM sous Minitab) sur Deg et Dig → effets « aliments » et « Traitements » + interactions, sur E1 pour Fév et Lup, sur E1+E2 pour Fév, ou sur les 11 aliments des 2 essais*
- ***Dosages CML et lysine*** *selon méthode de Niquet-Léridon et Tessier (2011).*

Tableau 1 : Modalités expérimentales appliquées selon les essais

Essai	Modalités expérimentales	Nb d'aliments
1	2 mélanges (Fév et Lup) ; Cru vs 2 traitements (BT, HT) [1] : Fév-BT (154/103), Fév-HT (172/103), Lup-BT (143/91), Lup-HT 160/86 comparés à du Tourteau de soja (TSJ)	7
2	1 mélange (Fév) ; Cru vs 3 traitements de maturation avant extrusion, sans (Ext) ou avec ajout d'enzymes amylolytiques (Enz) ou de sucres réducteurs (Suc)	4

[1] T° maximale relevée dans l'extrudeur (°C) / puissance mécanique (KW) mesurée à partir du moteur de l'extrudeur qui exprime l'effort résultant de l'interaction entre configuration mécanique et résistance à l'écoulement de la matrice végétale.

Résultats et discussion

- **Extrusion → baisse de DegN par rapport à Cru :**
  - Sur E1 (Fév & Lup) (ETR=3.4) :
    Effet + marqué pour Lup que pour Fév *(p<0.001)*
    Effet T°C significatif pour Lup *(p<0.001)*
  - Sur E1+E2 (Fév seul) (ETR=5.0) :
    DegN + faible pour Suc et Extr que pour BT + HT + Enz *(p<0.001)*
  - Sur les 11 aliments (comparaison au TSJ) (ETR=4.9) :
    DegN + faible que TSJ pour Suc, Ext, Lup-BT, Lup-HT *(p<0.05)*
- **Extrusion → augmentation de DigN par rapport à Cru :**
  - Sur E1 (Fév & Lup) (ETR=2.8) :
    Effet + marqué pour Lup que pour Fév *(p<0.05)*. Pas d'effet de T°C
  - Sur E1+E2 (Fév seul) (ETR=1.0) :
    Effet Traitements significatif *(p<0.001)*
  - Sur les 11 aliments (comparaison au TSJ) (ETR=2.1) :
    DigN équivalentes à TSJ pour tous les traitements *(p<0.05)*
- **Mêmes tendances pour DegLys et DigLys que pour DegN et DigN :**
  - Sur les 11 aliments (comparaison au TSJ) :
    DegLys + faible que TSJ pour tous les traitements (ETR=6.2, p<0.05)
    DigLys idem TSJ pour tous sauf Fév-HT (+ faible) (ETR=1.7, p<0.05)
- **Mais DegLys + faible que Deg N et DigLys + forte que DigN :**
  - Relations linéaires entre critères sur Lys et sur N (voir figure 1) :
    DegLys = -34,2 + 1,33 DegN (n=11, R^2=0,93 ETR=4,9)
    DigLys = 56,9 + 0,43 DigN (n=11, R^2=0,86, ETR=2,2)

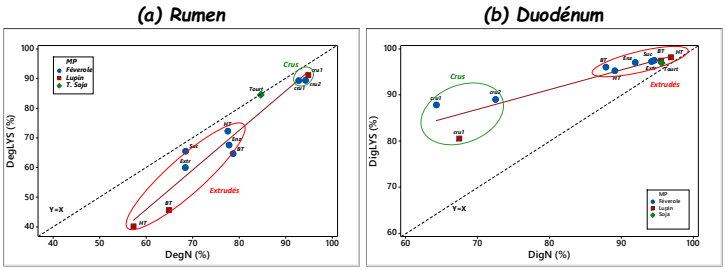

Figure 1 : Relations entre la Deg (a) ou la Dig (b) de la lysine (Y) et de l'azote (X)

Contexte

Les traitements d'extrusion protègent les protéines des aliments de la dégradation ruminale et améliorent leur digestibilité intestinale chez les ruminants. Cependant, ils tendent à créer des composés de Maillard, dont la digestion est peu connue chez les ruminants, et ainsi peuvent modifier l'intensité et les sites de la digestion de la Lysine.

- **DegCML très variable** *(p<0.001)* **mais DigCML ↗ avec extrusion :**
  - Sur E1 (Fév + Lup) : pas d'effet de T°C *(p<0.001)* (ETR=2.7)
  - Sur E2 (Fév seul) (ETR=2.7) : impact +fort de Suc vs Ext et Enz
  - La disparition de la CML dans rumen + intestin (DisPCML R+I) ↗ avec extrusion : de 80 % (Cru) → 95 % (Extrudés) (figure 2)

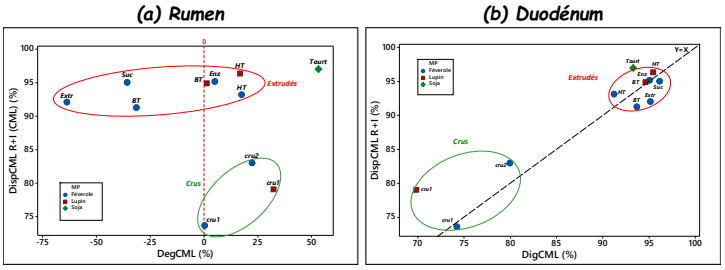

Figure 2 : Relations entre la Deg (a) ou la Dig (b) de la CML (en X) et sa disparition dans l'ensemble du tube digestif (R+I) (en Y)

- **↗ des flux de protéines digestibles et de lysine disponible :**
  LysDisp (ou NDisp) = Lys (ou N) x (1-Deg/100) x Dig (en % ingéré)
  + marqué pour Lys vs N
  LysDisp%Ing = 2,3 + 1,32 NDisp%Ing (n=11, R^2=0,93, ETR=5,0)
- **L'extrusion modifie la partition de la digestion de la Lysine :**
  ↗ du flux de Lysine disponible au duodénum (% ingéré) (figure 3)
  Fév Cru ≈ 10 g → Fév Extrudée ≈ 30 g
  Lup Cru ≈ 10 g → Lup Extrudée ≈ 50 g

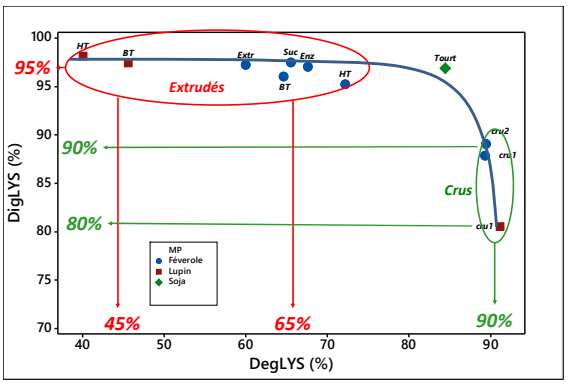

Figure 3 : Partition de la digestion de la lysine entre rumen (X) et duodénum (Y) selon les mélanges et les traitements d'extrusion

Conclusion

- ❖ ***Confirme l'effet de l'extrusion qui accroit la protection et la digestibilité de l'azote des protéagineux***
- ❖ ***Précise la partition de la digestion de la lysine et des composés de Maillard entre le rumen et l'intestin***
- ❖ ***Nuance les principes de calcul des AADI INRA 2018 basés sur Deg et Dig égales pour N et AA alimentaires***

Références

Dhumez O., Germain A., Chesneau G., Mendowski S., Noziere P., Chapoutot P., 2020. *Renc. Rech. Ruminants, à paraitre.*
Mendowski S., Chapoutot P., Chesneau G., Ferlay A., Enjalbert F., Cantalapiedra-Hijar G., Germain A., Nozière, P., 2019. *J. Dairy Sci. 102:5130–5147*
Mendowski S., Chapoutot P., Chesneau G., Ferlay A., Enjalbert F., Cantalapiedra-Hijar G., Germain A., Nozière P., 2020. *J. Dairy Sci. 103:396–409*
Niquet-Léridon C., Tessier FJ., 2011. *Food Chemistry.126, pp655-663*
Peyraud J. L., Genest-Rulquin C., Vérité R., 1988. *Reprod. Nutr. Dev., 28 (Suppl1), 129-130.*