



LA SCIENCE AU SERVICE DES ÉLEVEURS

Trois recherches majeures effectuées au Québec sur la nutrition et la santé des volailles permettront aux éleveurs d'optimiser la croissance de leurs oiseaux dans le respect du développement durable. Alors que la première s'intéresse aux effets de la stratégie de déplétion-réplétion pour diminuer les apports nutritionnels en phosphore et en calcium, la deuxième s'attarde à l'ajout d'enzymes comme la phytase et la xylanase pour améliorer la digestibilité chez les poulets de chair.

La dernière recherche fait part de la découverte d'une seconde application possible pour un additif alimentaire qui empêcherait la contamination interne des foies par l'agent pathogène *Campylobacter jejuni*.

1. Un petit régime en phosphore? Pas de problème, nos poulets s'adaptent!

TEXTE ANNE-SOPHIE VALABLE, PITERSON FLORADIN, CHERCHEUR POSTDOCTORAL, UNIVERSITÉ LAVAL ; LAETITIA CLOUTIER, AGR., M.SC. RESPONSABLE ALIMENTATION ET NUTRITION ; MARIE-PIERRE LÉTOURNEAU MONTMINY, PH.D, PROFESSEUR AGRÉGÉE

Pour réduire l'impact environnemental de nos élevages, il est important d'alimenter précisément nos poulets, c'est-à-dire en limitant les excès de nutriments, dont le phosphore (P). Sachant en plus que nos poulets utilisent peu le phosphore des grains consommés, du phosphore doit être ajouté dans l'aliment, ce dernier provenant en partie ou en totalité de la roche phosphatée, une ressource non renouvelable limitée. En effet, dans le contexte européen notamment et dans les aliments tout végétal, les farines animales, une source durable de P, ne sont pas permises. Le phosphore peut donc engendrer non seulement des coûts importants, mais lorsqu'apporté en excès dans l'alimentation, il constitue un polluant majeur des écosystèmes aquatiques. Dans un contexte de production durable, il est nécessaire de trouver des stratégies alimentaires pour maîtriser les apports de phosphore et limiter son excrétion dans l'environnement, tout en maintenant des performances de croissance optimales chez les animaux.

15

P

Phosphore
30.973762



Un petit régime en phosphore...

Plusieurs travaux réalisés en nutrition avicole au cours des dernières années ont montré qu'il est possible de diminuer de 20 % à 30 % les apports de phosphore et calcium pour l'ensemble de l'élevage, sans affecter les performances de croissance, par l'utilisation d'une stratégie de « déplétion-réplétion ». Ceci en raison des régulations phosphocalciques qui visent à maintenir les niveaux sanguins stables, ce qui est vital.

De précédentes études ont montré que l'usage de cette stratégie chez le poulet a le potentiel d'augmenter de 15 à 35% le taux d'absorption du phosphore et de réduire les rejets de 40 à 60%. Cependant, son effet sur la récupération des pertes osseuses n'est pas clairement observé dans l'ensemble des études, certaines observant un rattrapage complet du déficit osseux à la fin de la phase de réplétion et d'autres non. Il semblerait que la capacité des animaux à compenser les pertes de minéralisation osseuse dépend de plusieurs facteurs tels que l'âge, les niveaux d'apports de phosphore et de calcium alimentaires, le moment de la mise en place de la déplétion ou de la réplétion et du type d'os analysé. >



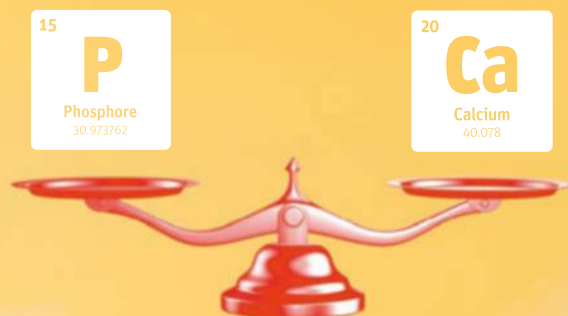
QU'EST QU'UNE STRATÉGIE DE « DÉPLÉTION-RÉPLÉTION » ?

Cela consiste en une phase de réduction des apports nutritionnels en phosphore et calcium, visant à déclencher des mécanismes d'adaptation physiologiques pour augmenter l'utilisation du phosphore et du calcium dite « déplétion » par une augmentation de l'absorption par exemple. S'ensuit une phase de compensation où les apports de phosphore coïncident ou excèdent les besoins pour permettre la récupération des pertes engendrées par la déplétion soit une phase dite de « réplétion ».



POURQUOI PARLE-T-ON TOUJOURS DU BESOIN EN PHOSPHORE ET CALCIUM ?

Il existe différents liens entre ces deux minéraux. Au niveau de l'os, ils sont liés physiquement sous la forme d'hydroxyapatite, le dépôt d'un dépend d'un apport conjoint de l'autre sinon les excès sont excrétés dans l'urine. Au niveau intestinal, ils peuvent former des complexes insolubles Ca-phosphate et Ca-phytate limitant l'utilisation des deux minéraux par l'animal. Enfin, au niveau de leur homéostasie, mécanisme qui vise à maintenir des concentrations fixes nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme, ils sont régulés par les mêmes hormones. Ainsi, un déséquilibre dans un des deux minéraux va influencer l'utilisation de l'autre.

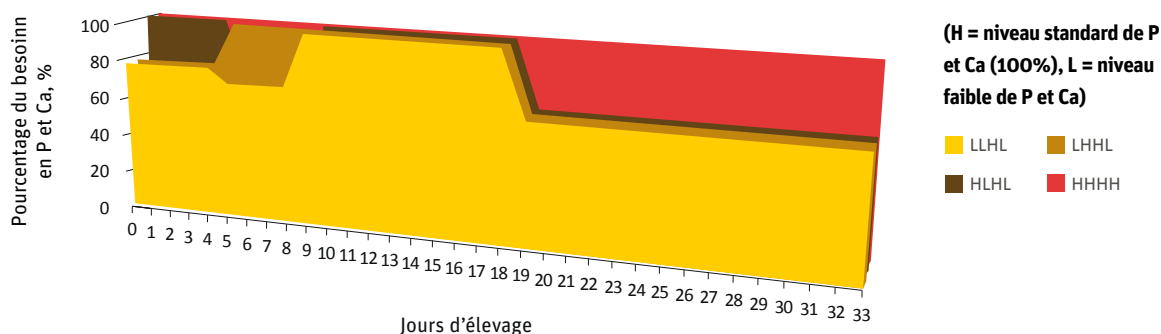


Planification de la stratégie déplétion-réplétion

Afin de planifier une stratégie de déplétion-réplétion optimale assurant à la fois le maintien de la minéralisation osseuse à l'abattage des poulets et la réduction des rejets en phosphore, les travaux réalisés par Anne-Sophie Valable, dans le cadre d'une cotutelle de thèse entre l'Université Laval au Canada et l'Université de Tours en France, ont testé l'effet des stratégies de baisse des apports de phosphore et calcium sur le

rattrapage osseux chez les poulets (Figure 1). Le statut minéral osseux dans ces essais a été estimé par des méthodes classiques et par la détermination du contenu minéral osseux au moyen d'un ostéodensitomètre bi-énergétique à rayons X (DXA). L'efficacité d'utilisation digestive de phosphore a été évaluée par des mesures de digestibilité iléale et d'expression des transporteurs intestinaux.

Figure 1 : Stratégies de déplétion et réplétion testées



Différentes stratégies de déplétion et réplétion ont ainsi été comparées. Pour la période de déplétion, la première stratégie consistait à réduire les apports en phosphore et calcium pendant les 8 premiers jours d'élevage (LLHL, Figure 1 jaune), les deux autres stratégies consistaient en des périodes plus courtes de déplétion soit pendant les 4 premiers jours seulement (LHHL, Figure 1 ocre) ou du 4^e jour au 8^e jour (HLHL, Figure 1 brun). Ensuite, l'ensemble des stratégies offraient une

période de réplétion des jours 9 à 18 (H) puis certains terminaient avec une période plus faible lors des jours 19 à 33 (LLHL, LHHL et HLHL). L'ensemble de ces stratégies a été comparé à une stratégie d'apport standard (HHHH). Les périodes de déplétion représentaient des diminutions d'apports en phosphore par rapport aux recommandations actuelles variant de l'ordre de 20 à 40 % pour les phases de démarrage (jours 0 à 8) et de finition (jours 19 à 33).

Les résultats...

Les différentes stratégies de déplétion-réplétion testées dans l'essai n'ont pas modifié les performances de croissance, mais diminuaient de façon significative la minéralisation osseuse dans les phases de démarrage et de croissance. Cependant, sur la phase de finition, suite à des réplétions, le contenu minéral osseux du tibia était similaire pour tous les traitements (Figure 2). Ces résultats suggèrent que les animaux étaient capables de rattraper leur déficit de minéralisation osseuse malgré des périodes de déplétion.

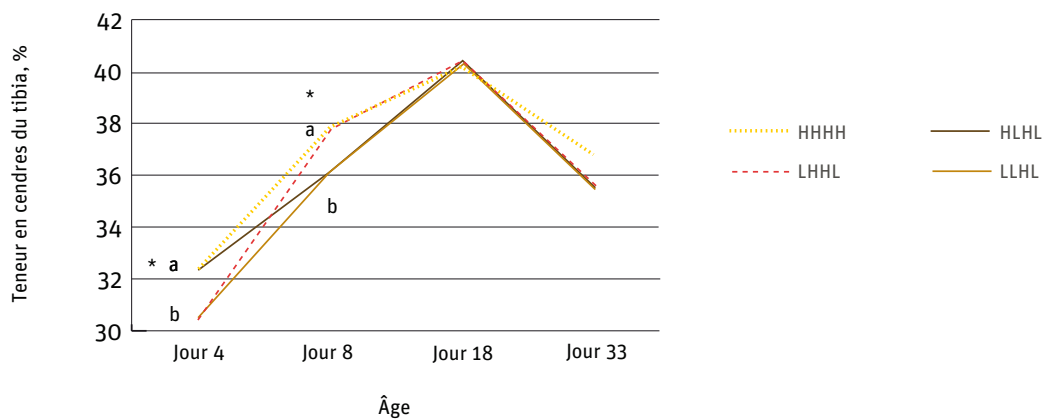


Figure 2. Effet de la déplétion-réplétion en phosphore et calcium sur la teneur en cendres du tibia au jour 4 (régimes H vs L de 0 à 4 jours), au jour 8 (régimes HH et LH vs HL et LL de 4 à 8 jours), au jour 18 (régimes HHH, LHH, HLH et LLH de 8 à 18 jours), et au jour 33.

En ce qui concerne le moment de l'établissement de la déplétion, il convient de préciser que lorsqu'elle est appliquée tardivement (entre 10 et 21 jours; HLHL), elle ne permet pas d'adaptation métabolique comparativement à son application en phase de démarrage. En effet, les résultats ont montré qu'avec une déplétion initiale effectuée de 0 à 8 jours, les animaux pouvaient s'adapter à un aliment faible en phosphore. **Une réduction subséquente des apports au cours de la phase finition (LLHL) n'affectait pas le statut minéral osseux à l'abattage et permettait une réduction maximale des rejets de P.**

Conclusion

Nos résultats montrent que la stratégie de déplétion-réplétion représente une stratégie d'alimentation alternative efficace pour améliorer la durabilité des élevages de poulets de chair, notamment lorsqu'elles dépendent des phosphates minéraux. Ceci sera à valider en utilisant de la phytase microbienne et en suivant l'évolution de la minéralisation osseuse d'un même oiseau ce qui est maintenant possible au sein de l'équipe de recherche de Marie-Pierre Létourneau-Montminy de l'Université Laval. ►

2. Des enzymes pour améliorer la digestibilité des aliments chez le poulet

TEXTE MAROUA ZOUAOU, PITERSON FLORADIN, CHERCHEUR POST DOCTORAL, UNIVERSITÉ LAVAL ; LAETITIA CLOUTIER, AGR., M.SC. RESPONSABLE ALIMENTATION ET NUTRITION ; MARIE-PIERRE LÉTOURNEAU MONTMINY, PH.D, PROFESSEUR AGRÉGÉE

L'impact environnemental des productions de monogastriques, comme le poulet, vient majoritairement de la production des ingrédients qu'ils consomment et des nutriments excrétés, dont l'azote et le phosphore. Ainsi, des animaux plus efficaces utilisant moins d'aliments et excrétant moins d'azote et de phosphore ont une empreinte environnementale réduite. Les ingrédients végétaux sont riches en phytates et en fibres, des composés qui réduisent la digestibilité des nutriments. L'ajout d'enzymes pour les dégrader telles que la phytase et la xylanase dans l'alimentation des poulets est aujourd'hui généralisé pour améliorer la digestibilité des aliments, mais leur utilisation pourrait être optimisée.

Les phytases contre les phytates

Le phytate constitue la forme de stockage principale du phosphore des plantes et représente près des deux tiers de phosphore dans les matières premières des aliments destinés aux volailles. Toutefois, le phytate est une forme de phosphore peu disponible pour les poulets. Afin de le rendre disponible, de la phytase, une enzyme permettant de libérer le phosphore, est ajoutée aux rations. En plus de son effet bien connu sur la libération du phosphore lié aux phytates, la phytase permettrait d'améliorer l'efficacité d'utilisation des acides aminés. Par un mécanisme qui n'est pas encore connu, nous savons que les phytates peuvent former des complexes insolubles avec les protéines.

La xylanase contre les fibres

Les xylanes sont des constituants des fibres des céréales comme le blé et ces co-produits. Ces composants sont qualifiés de facteurs antinutritionnels, car ils diminuent l'absorption des nutriments par une augmentation de la viscosité du digesta dans le tractus digestif et en encapsulant des nutriments. Afin d'augmenter la disponibilité des nutriments, la xylanase, une enzyme permettant de dégrader les xylanes, est ajoutée dans les rations destinées aux poulets de chair pour son effet sur l'énergie. Cette enzyme aurait également le potentiel d'augmenter la digestibilité des acides aminés, ce qui a été testé dans cette étude.

Ainsi, des animaux plus efficaces utilisant moins d'aliments et excrétant moins d'azote et de phosphore **ont une empreinte environnementale réduite.**



Des résultats contradictoires...

Les études ayant analysé l'impact de la phytase sur la digestibilité des protéines et des acides aminés chez les poulets sont aujourd'hui très nombreuses. Cependant, leurs conclusions sont parfois contradictoires. Comme pour la phytase, les effets de la xylanase sur la digestibilité des acides aminés et dans une moindre mesure sur le contenu en énergie métabolisable des aliments sont variables. De plus, il était nécessaire de quantifier les effets pour une éventuelle utilisation de ces enzymes pour fournir des acides aminés en formulation d'aliment.

Deux méta-analyses ont été réalisées dans le cadre du projet de thèse de Maroua Zouaoui sous la direction de Marie-Pierre Létourneau-Montminy et de Frédéric Guay de l'Université Laval. Les objectifs de ces méta-analyses étaient d'étudier et de quantifier l'impact et les facteurs influents (1) l'impact de la phytase sur la digestibilité des acides aminés et (2) l'impact de la xylanase sur la digestibilité des acides aminés et de l'énergie métabolisable.



MÉTA-ANALYSE

Une méta-analyse consiste à réutiliser des données d'essais sur les animaux. Cela implique un important travail de recherche et de compilation de résultats d'essais sur animaux, réalisés et idéalement publiés, qui sont ensuite analysés statistiquement. Les méta-analyses sont donc de puissants outils pouvant permettre de voir plus clair à propos de sujets où les résultats entre les études peuvent parfois varier grandement. La compilation de plusieurs essais permet d'obtenir des statistiques plus poussées.



Impact de la phytase sur la digestibilité des acides aminés

Les résultats de la méta-analyse ont confirmé que la phytase améliore la digestibilité iléale apparente de tous les acides aminés essentiels. Avec l'ajout de 500 FTU/kg de phytase, l'amélioration était d'environ 2% (Figure 1). Les résultats ont également montré un effet positif de la teneur en acides aminés sur la digestibilité iléale apparente de la plupart des acides aminés mesurés. >

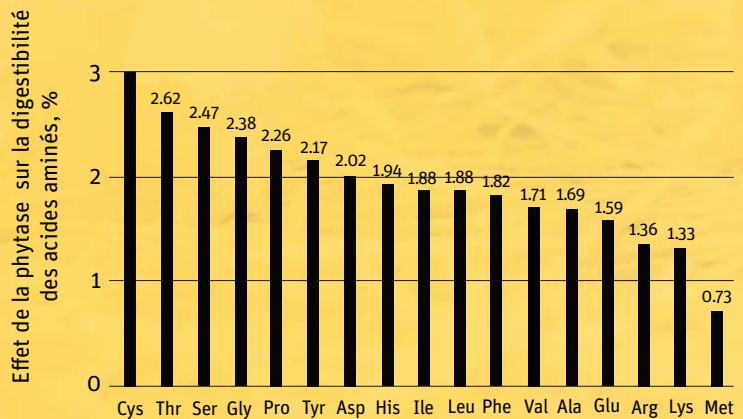


Figure 1 : Effet de la phytase microbienne (500 FTU/kg) sur la digestibilité iléale apparente des aliments pour poulets de chair

Impact de la xylanase sur la digestibilité des acides aminés et de l'énergie métabolisable

Les résultats de la méta-analyse ont montré que l'ajout de la xylanase dans l'alimentation des poulets améliore la digestibilité des acides aminés et de l'énergie métabolisable (AME, Apparent Metabolizable Energy; Figure 2). L'ampleur de cette amélioration était plus grande pour l'énergie que pour les

acides aminés. En effet, avec l'ajout de 2000 XU/kg, la xylanase génère une amélioration de 7% de l'énergie métabolisable contre une amélioration de 2 % pour la digestibilité iléale apparente de la thréonine qui est l'acide aminé le plus augmenté par une supplémentation en xylanase.

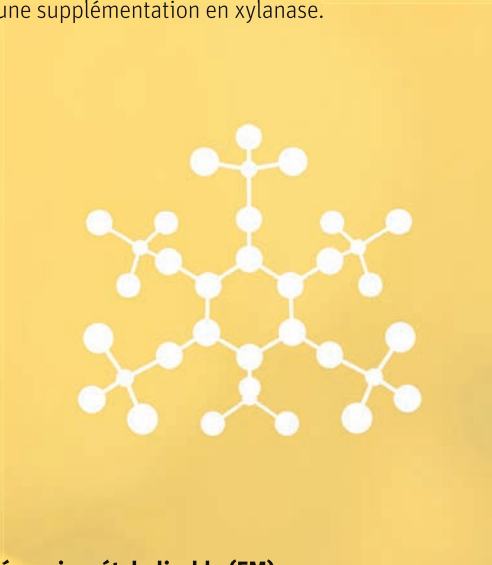
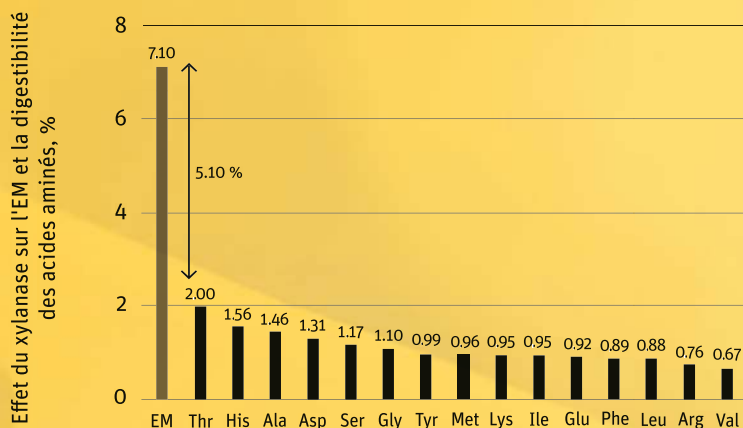


Figure 2 : Effet de l'incorporation de xylanase à raison de 2000 XU/kg sur l'énergie métabolisable (EM) et la digestibilité des acides aminés chez les poulets de chair.

Conclusion et implication

L'alimentation demeure un coût important pour les éleveurs de volailles. Les deux méta-analyses réalisées dans le cadre de ce projet ont confirmé que l'ajout d'enzymes comme la phytase et la xylanase améliore la digestibilité et l'utilisation des acides aminés chez les poulets de chair et permettrait de réduire les marges de sécurité et possiblement réduire les rejets d'azote.

Concrètement, considérant que la thréonine, la méthionine et la lysine sont des acides aminés ajoutés dans les aliments destinés aux poulets, l'inclusion de phytase et xylanase

permettrait de réduire les apports totaux de ces acides aminés, et même de réduire l'énergie brute des aliments dans le cas de l'ajout de xylanase en raison de la digestibilité qui est augmentée. Ces réductions nutritionnelles pourraient ainsi résulter en une réduction du coût des aliments. Il est de plus important de considérer que les phytases sont plus efficaces aujourd'hui ce qui pourrait conduire à des effets plus importants.

Voici un tableau récapitulatif de l'impact des enzymes sur la formulation alimentaire chez le poulet de chair :

APPORT D'ENZYME À INCLURE DANS L'ALIMENT	THRÉONINE	LYSINE	MÉTHIONINE	ÉNERGIE MÉTABOLISABLE
500 FTU/kg de phytase	↓ 2,6 %	↓ 1,3 %	↓ 0,7 %	
2000 XU/kg de xylanase	↓ 2,0 %	↓ 1,0 %	↓ 1,0 %	↓ 7,0 %

Partenaires financiers

La rédaction de cet article a été réalisée grâce à une aide financière du Programme Innov'Action agroalimentaire 2018-2023 issu de l'Accord Canada-Québec de mise en œuvre du Partenariat canadien pour l'agriculture.



3. Vers un meilleur contrôle de *Campylobacter jejuni* en production avicole grâce à une enzyme

TEXTE SOPHIE CHAGNEAU, SUPERVISEUR ALEXANDRE THIBODEAU CHAIRE DE RECHERCHE EN SALUBRITÉ DES VIANDES (CRSV) DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL ET LE CENTRE DE RECHERCHE EN INFECTIOLOGIE PORCINE ET AVICOLE (CRIPA), FINANCÉ PAR LES FONDS DE RECHERCHE DU QUÉBEC – NATURE ET TECHNOLOGIES (FRQNT), UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

Après des années de recherche, la Chaire de Recherche en Salubrité des Viandes de l'Université de Montréal et le CRIPA-FRQNT ont découvert une seconde application à un additif alimentaire spécifique qui réduit la quantité intestinale et empêche la contamination interne des foies par l'agent pathogène *Campylobacter jejuni* chez la volaille.

Campylobacter jejuni (*C. jejuni*) représente un problème majeur de santé publique, provoquant de nombreuses infections d'origine alimentaire en raison de la consommation de viande ou de foie de poulet insuffisamment cuit. Pendant des décennies, un grand nombre de chercheuses et chercheurs ont tenté de contrôler *C. jejuni* en vaccinant ou encore en administrant des probiotiques aux poulets. Cependant, aucun remède efficace n'a été trouvé jusqu'à présent et les processus d'implantation de *C. jejuni* chez les poulets restent nébuleux. Par conséquent, l'amélioration des connaissances reste le meilleur moyen d'aboutir à une mesure de contrôle appropriée en aviculture.

À la lumière de ces faits, la CRSV, en collaboration avec le CRIPA-FRQNT de l'Université de Montréal se sont tout d'abord concentrés sur la caractérisation approfondie des variants génétiques (appelés souches) de *C. jejuni* isolés d'intestins de poulets. Ces données clés ont conduit au développement de modèles expérimentaux impliquant l'administration orale de différentes souches de *C. jejuni* à des poulets élevés au sein des installations expérimentales de la Faculté de médecine vétérinaire. Au fil du temps, les modèles ont été affinés afin de refléter la réalité sur le terrain. Ainsi, comme rapporté par la littérature scientifique, la CRSV a pu répliquer des multi-infections par plusieurs souches de *C. jejuni* chez les poulets, entraînant une colonisation de l'intestin par ces souches avec une prédominance de certaines. De plus, la contamination interne du foie par *C. jejuni* au cours de la vie des oiseaux a été reproduite. ►



Nous avons pu réduire la quantité intestinale de *C. jejuni* au niveau intestinal et **empêcher sa propagation vers le foie en ajoutant une enzyme appelée protéase** à l'alimentation des poulets.

À la suite de nombreux essais, nous avons pris conscience de l'importance de la disponibilité des acides aminés, éléments composant les protéines, pour la capacité des souches de *C. jejuni* à coloniser l'intestin et à contaminer le foie des poulets. Grâce à ces précieuses avancées scientifiques, nous avons pu réduire la quantité intestinale de *C. jejuni* au niveau intestinal et empêcher sa propagation vers le foie en ajoutant une enzyme appelée protéase à l'alimentation des poulets qui augmente la digestibilité et l'absorption des protéines dans l'intestin des animaux. Par conséquent, cela augmente l'utilisation de certains acides aminés par l'oiseau, réduisant ainsi leur disponibilité pour *C. jejuni*.

Afin d'améliorer le traitement, des expérimentations complémentaires sont requises pour mettre en évidence les mécanismes sous-jacents, comme une étude des communautés microbiennes qui composent le microbiote intestinal et une analyse précise des acides aminés disponibles dans l'intestin. 