

**PERFORMANCES DE PONTE ET QUALITE DE LA COQUILLE AMELIOREES
PAR L'AJOUT D'UNE XYLANASE D'ORIGINE BACTERIENNE
DANS UN REGIME EN BASE BLE CHEZ LA POULE PONDEUSE**

Boudry Christelle¹, Bodin Jean-Christophe²

¹*BELDEM, une division de PURATOS NV - Rue Bourrie n° 12 - B-5300 SEILLES (Belgique)*
²*JEFO EUROPE - Rue Claude Chappe n°2, Espace Performance La Fleuriaye, BP 50776 -
F-44481 CARQUEFOU cedex*

cboudry@puratos.com

RÉSUMÉ

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet d'une xylanase d'origine bactérienne sur les performances de ponte et la qualité de la coquille des œufs de poules alimentées avec un régime en base blé. Deux régimes ont été testés : un régime témoin (55-58% de blé et 20-24% de soja, 2735-2780Kcal/kg EM) et le même régime complétement avec 10 UI par kg de xylanase d'origine bactérienne. Chaque régime a été testé sur 96 poules (Brown Hy-Line) âgées de 22,3 semaines au début de l'essai, réparties en 12 cages. L'ingestion des poules, les performances de ponte (nombre d'œufs, poids des œufs) et la qualité des coquilles (œufs fendus, sans coquilles ou souillés) ont été observées à 4 semaines d'intervalle sur une durée de 24 semaines. Sur la durée totale de l'essai, les performances de pontes des poules ayant reçu la xylanase ont été améliorées (95,3% vs. 92,4% de taux de ponte et 57,9 vs 55.8g d'œuf/jour/poule, $P < 0,01$) ainsi que la conversion alimentaire (1,86 vs. 1,96, $P < 0,01$) par rapport au régime témoin. De plus, la xylanase testée a permis de réduire le taux d'œufs fendus ou cassés de 30 % (1,63% vs. 2,33%, $P < 0,001$). Si les observations sur les performances peuvent être expliquées par des effets déjà décrits des xylanases (réduction de la viscosité, meilleure efficacité alimentaire), l'effet sur la coquille des œufs n'est pas documenté. Cet effet pourrait être dû aux propriétés prébiotiques des arabino-xylooligosaccharides (AXOS) libérés sous l'action de l'enzyme. En effet, des améliorations de la calcification des œufs ont été récemment rapportées en présence de prébiotiques tels que l'inuline chez la poule pondeuse.

ABSTRACT

Laying performance and egg-shell improvements by addition of a bacterial xylanase in wheat based diets for laying hens

The aim of this study is to evaluate the effect of a xylanase of bacterial origin on the laying performances and egg quality of laying hens fed a wheat-based diet. Two treatments were tested : a control treatment (55-58 % of wheat and 20-24% of Soybean meal, 2735-2780Kcal/kg EM) and the same diet supplemented with 10 IU per kg of a bacterial xylanases. Each treatment was tested on 96 laying hens (Brown Hy-Line) of 23.4 weeks of age at the beginning of the trial, distributed in 12 pens. Feed uptake, laying performance (number and weight of eggs) and eggshell quality (broken or cracked eggs, shellless eggs and dirty eggs) were recorded over 6 periods of 4 weeks. Over the whole trial, the laying performance of the hens receiving the bacterial xylanases were increased (95.3% vs. 92.4% of laying rate and 57.9 vs 55.8g of eggs/day/hen, $P < 0.01$) as well as the feed conversion (1.86 vs. 1.96, $P < 0.01$) compared to the control treatment. Moreover, the tested xylanase induced a reduction by 30 % of broken eggs (1.63% vs. 2.33%, $P < 0.001$). If the observation on the laying performance and feed conversion can be explained by already known effects of xylanases in feed, the effect on the eggshell seems quite new. This effects can be explained by a prebiotic effect of the arabino-xylooligosaccharides (AXOS) resulting from the action of the enzyme. Indeed, improved calcium absorption in laying hens was recently described with prebiotics such as inulin.

INTRODUCTION

L'utilisation de xylanases dans l'alimentation aviaire a déjà largement été étudiée, tout particulièrement sur des rations riches en polysaccharides non-amylacés (NSP) telles que les rations à base de blé. Les publications sont nombreuses dans le domaine, particulièrement en production de poulets de chair. Les effets les plus largement décrits et recherchés sont une réduction de la viscosité des fientes particulièrement défavorable chez de jeunes animaux. Par ailleurs, l'hydrolyse des NSP par les enzymes exogènes permet une meilleure accessibilité des enzymes endogènes aux nutriments, induisant une amélioration de la digestibilité, tout particulièrement de l'énergie, résultant en une amélioration de l'efficacité alimentaire des rations. En poules pondeuses, l'amélioration de l'efficacité alimentaire peut également être accompagnée d'une augmentation du taux de ponte et de la masse d'œufs produits. En régime blé, l'utilisation de xylanases permet ainsi de réduire, voire même d'éviter, les effets négatifs des NSP dans la ration (Mori et al., 2007 ; Mirzaie et al., 2012 ; Torki et al., 2014).

Néanmoins, nombreuses sont les études qui ne parviennent pas ou uniquement partiellement à démontrer l'efficacité des xylanases chez la pondeuse (Pirgozliev et al., 2010 par exemple). La variabilité des réponses obtenues peut provenir des matières premières de la ration, de la race des animaux ou encore des enzymes utilisées. Il existe ainsi une grande diversité au sein des xylanases. Leur efficacité varie en fonction de différents facteurs, citons principalement : les conditions optimales d'efficacité de l'enzyme (doit arriver et être active au bon endroit), l'inhibition des enzymes par des facteurs présents tout particulièrement dans le blé ou encore le mode d'action des xylanases (sites d'actions).

Ce dernier point est important car il va déterminer la quantité et la taille des AXOS (arabino-xyloligosaccharides) libérés lors de l'hydrolyse des arabinoxylanes (AX) par les xylanases. En effet, des effets prébiotiques ont été attribués aux AXOS (Grootaert et al., 2007). Chez le poulet de chair, il a été démontré que les AXOS avaient un effet bifidogène dans le caecum (Courtin et al., 2008) et pouvaient réduire la colonisation du tube digestif par *Salmonella* (Eeckhout et al., 2008).

Par ailleurs, certains auteurs attribuent des effets bénéfiques des prébiotiques sur l'absorption minérale et plus particulièrement la calcification des coquilles des œufs (Janssens et Van Loo, 2006) mais ces effets n'ont pas encore été clairement décrits en présence d'AXOS.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer l'effet d'une xylanase d'origine bactérienne sur la valorisation alimentaire, les performances de pontes et

la qualité des œufs produits par des poules recevant un régime à base blé.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Design expérimental

L'essai a été réalisé dans le centre d'essai pour poules pondeuses de l'IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries, Espagne). Au total, 192 poules pondeuses Brown Hy-Line ont été réparties aléatoirement en 24 cages de 8 animaux. 6 blocs ont été considérés, correspondant à la répartition dans le local. Les cages étaient des cages enrichies de 120 x 54 cm. Les animaux ont été répartis dans les cages à l'âge de 16 à 17 semaines. L'essai a démarré à un âge moyen de 22.3 semaines, au début de la période de ponte, et a duré 24 semaines au total (réparties en 6 périodes successives de 4 semaines).

Durant la période d'adaptation un aliment de pré-ponte dépourvu d'enzymes a été distribué aux animaux. Par la suite, les 24 cages ont été réparties aléatoirement entre deux traitements : un traitement témoin (= T) et l'aliment témoin supplémenté à hauteur de 100 g/T avec une xylanase d'origine bactérienne E1606, soit 10 UI par kg d'aliment (= XYL).

La composition du régime ainsi que les caractéristiques nutritionnelles sont présentées dans le Tableau 1. Les régimes ont été formulés à base de blé, de seigle et de soja pour couvrir les besoins des animaux et ont été distribués ad libitum sous forme de farine. Aucune autre enzyme que l'enzyme testée dans l'essai n'a été ajoutée à l'aliment.

Les animaux avaient également un accès permanent à l'eau (2 abreuvoirs par cage).

1.2 Mesures réalisées

En début et en fin d'essai les poules ont été pesées afin de déterminer le changement de poids des animaux au cours de l'essai.

La production totale d'œufs a été récoltée, dénombrée et pesée au cours des 6 périodes de l'essai. Le poids moyen des œufs ainsi qu'un taux de ponte a été calculé par cage sur base de ces observations. La productivité des poules a été exprimée par le poids d'œufs produit par jour et par poule. Les nombres d'œufs cassés, d'œufs présentant un défaut de coquille (sans coquilles ou malformés) et d'œufs sales ont également été comptabilisés.

La consommation d'aliment a été mesurée par cage pour chaque période et a permis d'établir l'ingestion volontaire quotidienne. Le taux de conversion alimentaire a ensuite été exprimé comme le rapport entre la quantité d'aliment ingérée et le poids d'œuf produit quotidiennement pour chaque période.

Finalement, la mortalité des poules a été suivie.

1.3 Traitement statistique

L'ensemble des données obtenues a été soumis à une analyse de la variance à l'aide du logiciel S.A.S selon la procédure MIX. Le régime a été considéré comme facteur fixe, le bloc comme facteur aléatoire et la période comme facteur répété. Les moyennes ont été comparées avec le test de Student (seuil de signification $P < 0,05$). L'unité expérimentale était la cage.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Amélioration des performances

Les effets de la complémentation avec la xylanase bactérienne sur les performances des poules ainsi que les observations sur les coquilles sont présentés dans le tableau 2. La xylanase utilisée dans cet essai a permis d'améliorer la valorisation alimentaire de près de 5 %. Cette amélioration provient à la fois d'une amélioration du taux de ponte de 2 % sans modification significative du poids de l'œuf et d'une légère réduction de l'ingéré par poule.

L'augmentation du taux de ponte a également permis d'améliorer la masse d'œufs produite par poule de plus de 2,5 %.

Ces observations confirment le pouvoir bénéfique de la xylanase testée lors de cette étude sur les régimes à base blé chez la poule pondeuse.

Ces effets peuvent être expliqués par une amélioration de la digestibilité de la ration sous l'action de la xylanase sur les AX. D'une part en réduisant la viscosité intestinale et permettant un meilleur accès des enzymes endogènes aux nutriments et d'autre part en modifiant la structure des AX et réduisant leur effet « cage » (Paloheimo et al., 2011). Ces phénomènes permettent d'augmenter l'énergie métabolisable des rations et ainsi les performances des animaux.

2.2 Amélioration des coquilles

L'ajout de la xylanase bactérienne dans le régime a permis de réduire de plus de 30 % le taux d'œufs cassés. Aucune mesure de l'épaisseur de la coquille n'a été réalisée lors de cette étude mais de récents résultats obtenus avec la même enzyme dans des régimes à base de blé indiquent une augmentation du poids de la coquille de l'œuf (Torki et al., 2014) et de son épaisseur (Delezie et al., 2014).

Cette amélioration de la qualité de la coquille des œufs présente deux intérêts. Tout d'abord pour l'éleveur, cela signifie une réduction du nombre d'œufs déclassés vers les casseries, ensuite pour la sécurité alimentaire, une coquille plus épaisse, est garante d'une meilleure protection de l'œuf vis-à-vis du monde extérieur, notamment des salmonelles.

La meilleure qualité de la coquille pourrait être liée à une meilleure absorption minérale consécutive à (i) un effet direct de la xylanase sur les NSP mais également à (ii) un effet indirecte via la libération d'AXOS.

(i) Tout d'abord, la xylanase, en réduisant la viscosité dans le tube digestif de la volaille améliore l'absorption minérale dans l'intestin grêle. Van der Klis et al. (1995) ont mis en évidence une relation négative entre la viscosité du contenu du jéjunum et l'absorption minérale chez des poulets âgés de 4,5 semaines. Néanmoins, la viscosité observée dans le tube digestif diminue avec l'âge des volailles (Petersen et al., 1999). L'effet observé proviendrait donc d'avantage d'un changement de structure des arabinoxylanes (Pirgozliev et al., 2010). Comme en témoigne par ailleurs le très faible taux d'œufs sales dans les deux régimes (0,3 % en moyenne) même si cet effet pourrait également provenir du type de logement.

(ii) Ensuite, les AXOS libérés par l'enzyme testée peuvent également jouer un rôle via leurs propriétés prébiotiques qui ont été mises en évidence in vitro (Sanchez et al., 2009) mais également in vivo chez le poulet de chair (Courtin et al., 2008, Vandeplas et al., 2009).

L'action des prébiotiques sur l'absorption minérale a tout particulièrement été décrite sur le Ca (Cashman, 2003), élément majoritaire dans la coquille de l'œuf. Les mécanismes sous-jacents sont multiples. Brièvement, la fermentation de prébiotiques par les bactéries du tube digestif est génératrice d'acides gras volatils qui ont pour effet (Scholz-Ahrens et al., 2007) :

- de réduire le pH dans le tractus digestif et ainsi améliorer la solubilité minérale;
- d'augmenter la surface d'absorption via une augmentation de la prolifération des entérocytes sous l'action du butyrate et du lactate en particulier ;
- d'augmenter la synthèse des protéines impliquées dans le transport des minéraux à travers la paroi de l'intestin.

De nombreux travaux récents rapportent un effet favorable de prébiotiques et/ou acides organiques ajoutés dans la ration des pondeuses sur ce paramètre (voir Swiatkiewicz et al., 2014 pour une synthèse). Chen et Chen (2004) concluent ainsi à une amélioration de l'utilisation du Ca en présence de fructanes dans la ration des pondeuses induisant une amélioration de la qualité de la coquille mais également une réduction des fractures osseuses.

A l'heure actuelle, aucune étude n'a été trouvée dans la littérature mettant en évidence clairement une amélioration de l'absorption minérale en présence d'AXOS.

CONCLUSION

Nous pouvons conclure que la xylanase bactérienne testée dans cet essai améliore d'une part les performances de ponte des poules via un effet sur l'efficacité alimentaire et d'autre part le nombre d'œufs cassés probablement via une amélioration de

l'absorption minérale sous l'action conjointe de l'enzyme et peut-être des AXOS libérés. Une étude avec administration d'AXOS générés par l'enzyme testée à des poules pondeuses serait nécessaire pour confirmer cette dernière hypothèse et pouvoir évaluer quantitativement la part d'absorption minérale attribuable à ce phénomène.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Cashman, 2003. Curr. Issues Intet. Microbiol., (4), 21-32.
2. Chen et Chen, 2004. Int. J. Poul. Sci., (4), 103-108.
3. Courtin et al., 2008. J. Sci. Food Agric., (88), 2517-2522.
4. Delezie et al., 2014. IPC, 432.
5. Eeckhout et al., 2008. Poul. Sci., (87), 2329-2334.
6. Grootaert et al., 2007. Trends Food Sci. Technol., (18), 64-71.
7. Janssens G. et Van Loo J., 2006. World Poultry, (22), 14-15.
8. Mirzaie et al., 2012. Poul. Sci., (91), 413-425.
9. Mori et al., 2007. JRA, (7), 263-267.
10. Paloheimo et al., 2011. In: Enzymes in Farm Animal Nutrition (2nd Ed.). CABI, Wallingford, pp 12-53.
11. Petersen et al., 1999. Br. Poul. Sci., (40), 364-370.
12. Pirgozliev et al., 2010. Br. Poul. Sci., (51), 639-647.
13. Sanchez et al., 2009. Microb. Biotechnol., (2), 101-113.
14. Scholz-Ahrens et al., 2007. J. Nutr., (137), 838-846.
15. Swiatkiewicz et al., 2014. World's Poul. Sci., (71), In Press.
16. Torki et al., 2014. Ann. Res. Rev. Biol., (4), 1602-1610.
17. van der Klis et al., 1995. Anim. Feed Sci. Technol., (51), 15-27.
18. Vandeplas et al., 2009. Poul. Sci., (88), 1643-1654.

Tableau 1. Composition centésimale et nutritionnelle du régime

Ingrédients (%)	Périodes 1-3	Périodes 4-6
Blé	54,19	58,53
Seigle	5,00	5,00
Tourteau de soja (44% MAT)	24,27	20,79
Graisses animales	5,13	4,05
CaCO ₃	9,54	9,14
CaHPO ₄	1,73	1,36
DL-Méthionine	0,22	0,21
L-Lysine	0,02	0,06
L-Thréonine	0,05	0,05
NaCl	0,41	0,38
Prémix*	0,40	0,40
Ethoxyquin 66%	0,02	0,02
Carophyll® Rouge	0,01	0,01
Carophyll® Jaune	0,003	0,003
Composition Nutritionnelle		
EM (Kcal/kg)	2780	2735
Protéine brute (%)	17,6	16,4
Lysine (%)	0,90	0,84
Thréonine (%)	0,68	0,63
Méthionine (%)	0,47	0,45
Méthionine + Cystéine (%)	0,78	0,74
Tryptophane (%)	0,22	0,20
Calcium (%)	3,88	4,00
Phosphore (%)	0,64	0,57
Phosphore non-phytique (%)	0,43	0,36

*Tecnovit, S.A. (Alforja, Espagne) fourni par kg d'aliment : Vitamine A (E-672) 10500 UI ; Vitamine D3 (E-671) 2750UI ; Vitamine E (α -tocophérol) 23 mg ; Vitamine B1 2 mg ; Vitamine B2 4 mg ; Vitamine B6 3 mg ; Vitamine B12 20 μ g ; Vitamine K3 2 mg ; Pantothénate de Calcium 8 mg ; Acide nicotinique 45 mg ; Acide folique 1 mg ; Biotine 66 μ g ; Choline 150 mg ; Fe (E-1) 60 mg ; I (E-2) from Ca(I₂O₃)₂ 2 mg ; Co (E-3) 0,5 mg ; Cu (E-4) 7 mg ; Mn (E-5) 70 mg ; Zn (E-6) 60 mg ; Se (E-8) 0,30 mg.

Tableau 2. Effets de la supplémentation enzymatique sur la valorisation alimentaire, les performances de pontes et la qualité des coquilles

Paramètres		Traitements		Valeurs de P
		T	XYL	
Taux de ponte	Œufs/100 poules/jour	92,40	94,53	< 0,001
Ingestion alimentaire	g/poule/jour	109,3	107,6	NS
Taux de conversion alimentaire	g ingéré/g œufs	1,958	1,872	< 0,001
Poids moyen d'un œuf	g/œuf	60,45	60,69	NS
Masse d'œufs produit	g/jour	55,83	57,35	< 0,001
Œufs cassés	%	2,33	1,63	< 0,001
Œufs sans coquilles	%	0,31	0,23	NS
Œufs sales	%	0,34	0,25	NS
Poids des poules en début d'essai	g	1721	1707	NS
Poids des poules en fin d'essai	g	2068	2054	NS
Mortalité	%	1,04	1,04	NS