

EFFET D'UN BIOTIQUE DE PRECISION SUR LES PERFORMANCES, LE BIEN-ETRE ET L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES POULETS DE CHAIR

Bortoluzzi Cristiano¹, Tamassia Luis¹, Saviani Carlos¹, Jeay Lionel², Segobola Phokela¹, Fidiarakis Philippos¹

¹ DSM NUTRITIONAL PRODUCTS - Wurmisweg 576 - 4303 KAISERAUGST,

² DSM NUTRITIONAL PRODUCTS - 1 Bd d'Alsace - 68128 VILLAGE-NEUF

lionel.jeay@dsm-firmenich.com

RÉSUMÉ

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'effet d'un biotique de précision (BP) sur les performances de croissance, les indicateurs de bien-être animal et l'empreinte environnementale de poulets de chair. 1560 poulets Ross 308 ont été répartis en 2 traitements de 26 parquets de 30 poulets chacun. Les traitements ont consisté en une alimentation supplémentée ou non par 1,43 kg/T de BP. Les performances de croissance ont été évaluées à J14, J28 et J35. L'indice de consommation (IC) a été ajusté en fonction de la mortalité et corrigé en fonction du poids (ICc). La litière (pH, concentration d'ammoniac, score) et les poulets (scoring des pododermatites et des troubles locomoteurs) ont été évalués. L'empreinte environnementale a été évaluée à l'aide du calculateur Sustell™. Les données ont été analysées par ANOVA ($p \leq 0,05$), et les données non paramétriques ont été analysées par le test de Wilcoxon. Il a été observé que la supplémentation en BP a amélioré ($p < 0,05$) le gain de poids (GMQ) des poulets pendant les phases de démarrage et de croissance et a augmenté le GMQ final de 2 % ($p < 0,0001$). L'ICc a été amélioré pendant toutes les phases et de plus de 6% au cours de l'étude ($p < 0,0001$). L'utilisation du BP a permis de réduire de 48% la mortalité ($p = 0,02$). Cette réduction a été observée pour le pH de la litière ($p < 0,0001$), la concentration d'ammoniac ($p = 0,002$) et le score global de la litière ($p = 0,003$). Les pododermatites ($p = 0,001$) ont été réduites de 38 % et les troubles locomoteurs ($p = 0,02$) de 59 % chez les poulets supplémentés en BP. L'évaluation Sustell™ a montré qu'avec une supplémentation en BP, le potentiel d'eutrophisation terrestre a été réduit de 10.1 % et le critère de changement climatique de 6.8 %. Cela représente une réduction de 555 tonnes d'équivalent CO2 par million de poulets élevés. En conclusion, le BP a amélioré les performances de croissance des poulets de chair, les indicateurs de bien-être et a réduit l'empreinte carbone.

ABSTRACT

Effect of a precision biotic on the growth performance, welfare indicators, and environmental footprint in broiler chickens

The objective of the present study was to evaluate the effect of a precision biotic (PB) on the growth performance, welfare indicators, and environmental footprint in broiler chickens. 1,560 one-day-old broiler chicks were allocated into 2 treatments of 26 replicates with 30 birds each. The treatments consisted of feed supplemented or not with 1.43 kg/MT of PB. Growth performance was evaluated on d 14, 28, and 35. The feed conversion ratio (FCR) was mortality-adjusted and corrected to a common body weight (cFCR). Mortality was recorded during the entire experimental period. Additionally, litter pH, litter ammonia concentration, litter score, footpad lesion score, and gait score were evaluated. Environmental footprint was assessed by using Sustell™. The data were analyzed by one-way ANOVA ($P \leq 0.05$), and non-parametric data was analyzed by Wilcoxon's test. It was observed that the supplementation of PB improved ($P < 0.05$) the body weight gain (BWG) of the birds during the starter and grower phases and increased the final BWG by 2% ($P < 0.0001$). The cFCR was improved during all the phases, and by more than 6% at the end ($P < 0.0001$). Mortality was reduced by 48% with the PB supplementation. This reduction was observed for litter pH ($P < 0.0001$), ammonia concentration ($P = 0.002$), and overall litter score ($P = 0.003$) with the PB supplementation. Foot pad lesion score ($P = 0.001$) was reduced by 38% and gait score ($P = 0.02$) by 59% in PB supplemented birds. The Sustell™ assessment showed that with the PB supplementation, the terrestrial eutrophication potential was reduced by 10.1%, and climate change by 6.8%, which corresponds to a reduction of 555 tons of CO2 equivalent by million of broiler produced. In conclusion, PB improved the growth performance of broiler chickens, the welfare indicators, and reduced carbon footprint.

INTRODUCTION

Les efforts mondiaux visant à réduire l'utilisation des antibiotiques se sont intensifiés au cours de la dernière décennie. Des avancées significatives en biologie moléculaire et en bio-informatique ont permis une percée dans la compréhension scientifique du microbiome intestinal et de ses fonctions métaboliques (Glendinning et al., 2020 ; Sergeant et al., 2014). Les biotiques de précision (BP) constituent une catégorie d'ingrédients différente de celle des prébiotiques. Les prébiotiques sont des fibres insolubles, sans aucune valeur nutritive, et qui favorisent la croissance des bactéries, augmentant l'absorption des nutriments et modulant la réponse immunitaire. Les BP sont des glycanes synthétisés chimiquement avec des liaisons glycosidiques uniques qui interagissent avec les bactéries intestinales pour moduler des fonctions spécifiques du microbiome, telles que la production d'acide gras à chaîne courte et le métabolisme protéique (Geremia et al., 2016). L'action principale d'un BP passe par la modulation de l'abondance des voies métaboliques plutôt que par la modulation des taxons bactériens, c'est-à-dire des profils microbiens intestinaux (Walsh et al., 2021). Il a été démontré de manière concluante, chez l'homme et d'autres hôtes, que la variabilité des fonctions métaboliques du microbiome d'un individu à l'autre est bien moindre que celle de la composition taxonomique sous-jacente (The Human Microbiome Project Consortium, 2012). En d'autres termes, les voies agrégées des fonctions métaboliques essentielles du microbiome sont souvent fortement conservées d'un individu à l'autre, même lorsque l'abondance relative des différentes espèces microbiennes varie de façon significative (Jiang et al., 2016). Il a été constaté qu'un BP modulait l'abondance des gènes présents dans la communauté microbienne associée à la production de propionate, au métabolisme des acides aminés, à l'efficacité énergétique (Byrne et al., 2015 ; Rios-Covian et al., 2016) et réduit la production d'ammoniac intestinal, avec une amélioration observée des performances de croissance (Walsh et al., 2021). Les émissions d'ammoniac provenant des productions animales font l'objet d'un examen minutieux en raison de leur impact négatif sur la qualité de l'air, l'eutrophisation et l'acidification (terrestre, marine, eau douce), affectant la santé humaine et la santé de nombreux écosystèmes (Jiang et al., 2021).

Par conséquent, nous avons émis l'hypothèse que la modulation des acides gras à chaîne courte (AGCC) microbiens et des voies métaboliques des acides aminés par un BP se traduirait par une réduction in vivo de l'ammoniac intestinal et une amélioration de la qualité de la litière.

L'objectif de ce travail était d'évaluer les effets d'un BP à base de glycanes sur les performances, les pododermatites, les troubles locomoteurs et les

caractéristiques de la litière des poulets. Le BP a été sélectionné pour sa capacité à activer les voies de biosynthèse de l'acide propionique (C3) et de l'acide butyrique (C4) et de moduler la dégradation des acides aminés et la biosynthèse des amines.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Conditions d'élevage

Les poussins en mauvaise santé (problème de pattes, nombril non cicatrisé) n'ont pas été sélectionnés pour l'étude. Un total de 1560 poulets de chair Ross 308 mâles âgés d'un jour ont été répartis dans 52 parquets de 2,70 m², soit 30 poussins par parquet. Les poussins sains ont été répartis dans les parquets en fonction de leur poids corporel initial ($41,4 \pm 0,1$ g). Les animaux ont été élevés sur copeaux de bois. La nourriture et l'eau ont été fournies ad libitum dans des mangeoires et des abreuvoirs à clochettes tout au long de la période de l'étude.

1.2. Alimentation

L'aliment démarrage (0-14 jours) a été fourni sous forme de miettes. Les aliments croissance (15-28 jours) et finition (29-35 jours) ont été fournis sous forme de granulés. Les aliments ont été formulés afin de satisfaire ou dépasser les besoins nutritionnels spécifiés par la génétique (Tableau 1). De l'orge a été utilisée (<8%) pour augmenter la sensibilité du modèle en termes de qualité de la litière et de pododermatites. Les traitements ont consisté en une alimentation supplémentée ou non par 1,43 kg/T de BP (SymphiomeTM, DSM Nutritional Products). Ce BP est constitué de glycanes synthétisés chimiquement avec des liaisons glycosidiques uniques (Geremia et al., 2020).

1.3. Performance

A chaque changement de régime (J14 et J28), le poids vif et la consommation d'aliment de chaque parquet ont été mesurés. L'IC a été ajusté en fonction de la mortalité en ajoutant le poids des poulets morts au poids total, puis en le corrigeant pour obtenir un poids commun (ICc) à l'aide d'un coefficient de correction calculé à partir des données de croissance publiées par la génétique.

1.4. Indicateurs de bien-être

Le pH de la litière, l'azote total et inorganique de la litière et la concentration d'ammoniac dans la litière ont été évalués. À 35 jours, des échantillons de litière ont été prélevés. La concentration d'ammoniac dans la litière, l'azote total et l'azote inorganique ont été analysés selon les méthodes standard (APHA, 2005). L'ammoniac, l'azote total et l'azote inorganique sont présentés en mg/g de litière sèche. La qualité de la litière a été notée à 35 jours par trois observateurs indépendants selon une grille allant de 1 « litière propre, non croûtée » à 5 « litière très humide et

pâteuse » (Welfare Quality, 2009). Des scoring des pododermatites et des troubles locomoteurs ont également été effectués à 35 jours. La grille de notation des pododermatites allait de 0 « aucun signe extérieur de pododermatite. La peau du coussinet plantaire est douce au toucher et aucun gonflement ou nécrose n'est évident » à 4 « le gonflement est évident et la taille totale du coussinet est augmentée. La nécrose s'étend à plus de la moitié des coussinets ». L'échelle de notation des troubles locomoteurs allait de 0 « le poulet marche normalement, sans anomalie détectable » à 5 « le poulet est incapable de marcher sur ses pattes. Il est capable de se tenir debout, en s'aidant de ses ailes ou en rampant sur ses pattes » (Welfare Quality, 2009).

1.5. Durabilité

Les calculs d'analyse de cycle de vie (ACV) ont été réalisés grâce à l'outil SustellTM codéveloppé par Blonk Sustainability et Dsm-Firmenich. Les calculs sont effectués en suivant la méthode d'évaluation d'impact « Environmental footprint » (EF) 2.0, développée par la commission européenne (Fazio et al., 2018). Cet outil est certifié ISO 14040/44.

1.6. Statistiques

La normalité des données a été vérifiée à l'aide du test de Fligner-Killeen pour l'homogénéité des variances. Les données ont été analysées par ANOVA à sens unique ($P \leq 0,05$), et les données non paramétriques ont été analysées par le test de Wilcoxon à l'aide de JMP (16.0).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

La mortalité a été réduite significativement de 48% par l'usage du BP (Tableau 2). La consommation d'aliments a toujours été plus faible avec le BP qu'avec le Témoin, de manière significative pendant la période de finition ($p < 0,0001$) et au cours de l'étude ($p < 0,001$), respectivement de 95g et 121g. Hormis pendant la période de finition (probablement en raison de l'ingéré alimentaire), le gain de poids a été significativement plus élevé avec le BP, soit un gain de poids vif de 42g sur l'ensemble de l'étude ($p < 0,0001$). La supplémentation en BP a permis d'améliorer significativement l'indice de consommation corrigé à chaque stade, et sur l'ensemble de l'étude ($p < 0,001$, -0.11 points ou -6.2%). À l'exception de la teneur en azote total, toutes les caractéristiques de la litière et l'évaluation du bien-être ont été significativement différents entre le Témoin et le BP (Tableau 3). Le BP a permis de réduire de manière significative les concentrations d'azote inorganique et d'ammoniac dans la litière ($p < 0,002$, respectivement de 15,5 % et 16,5 %). Cela démontre le potentiel de cette solution pour réduire les rejets d'ammoniac dans l'environnement. Le pH de la litière à 35 jours a diminué significativement avec le BP de 8,4 % ($p < 0,001$) et le score de la litière a

également été réduit significativement de 11,1 % ($p = 0,003$). Les scores de troubles locomoteurs et de pododermatites ont été améliorés avec la supplémentation en BP. Une dose de 1,43 kg/T de BP a été suffisante pour augmenter la proportion de poulets sans problème locomoteur (score 0) de 96,2 à 98,4 % par rapport aux poulets non supplémentés ($p = 0,02$), soit une réduction de 59 % pour les scores 1-4. Il en a été de même pour les notations de pododermatites, avec une augmentation de la proportion de poulets sans dommage (score 0) de 72,2 à 82,3 % par rapport aux poulets non supplémentés ($p < 0,001$), soit une réduction de 38 % pour les scores 1-4. L'évaluation SustellTM a démontré qu'avec une supplémentation en BP, les paramètres environnementaux étaient améliorés (Tableau 4). Les eutrophications terrestre, marine et en eau douce ont été réduites de respectivement 10,1%, 6,9% et 6,7%. Concernant l'acidification terrestre et en eau douce, la réduction a été de 10,1%. Tous les paramètres du changement climatique (kg CO₂ eq) ont été améliorés avec l'utilisation du BP, que ce soit pour une origine biogénique du carbone (-6%), pour une origine fossile (-6,7%) ou encore qu'il soit issu de l'utilisation et de la transformation des terres (-6,9%). Cela a représenté 6,8% d'émission de kg CO₂ eq en moins, soit 555 tonnes de CO₂ produit en moins par million de poulet de 2kg produits sous biotique de précision.

Cette étude a évalué les effets d'un BP à base de glycane sélectionné pour sa capacité à activer les voies de biosynthèse des AGCC C3 et C4 et à moduler la dégradation des acides aminés et la biosynthèse des amines (Walsh et al., 2021). Les performances zootechniques ont été clairement affectées par l'inclusion du BP, que ce soit sur l'ingéré alimentaire, le gain de poids et l'ICc. Des données récentes suggèrent un effet marqué du BP sur la régulation des voies métaboliques de l'acide propionique et des acides aminés du microbiome cæcal des poulets in vivo (Walsh et al., 2021). Même si le BP à la dose employée lors de l'étude n'a pas eu d'effet sur la concentration totale d'azote dans la litière, il y a eu des effets sur l'azote inorganique et l'ammoniac. Ils sont fortement corrélés, étant donné que la majeure partie de l'azote inorganique dans la litière est sous forme d'ammoniac. Comme pour les effets sur le pH, les effets du BP sur les concentrations d'ammoniac et d'azote inorganique ont été observés. L'acide urique est la principale source d'azote dans la litière de volaille, qui est rapidement convertie en urée, puis hydrolysée en NH₃ dans l'environnement de la litière. L'ammoniac est réparti entre les phases solide, liquide et gazeuse en fonction des conditions de l'environnement (Liang et al., 2014). Les différences dans la proportion d'ammoniac par rapport à l'azote total et à l'azote inorganique, qui ont été réduites en présence de BP, suggèrent que le processus de conversion de l'acide urique et de l'urée en ammoniac a été retardé, ou que l'azote a été

détourné vers la biosynthèse des acides aminés ou la production d'amines en raison de la présence du BP à l'intérieur de l'animal ou dans la litière. L'effet principal du BP sur les pododermatites et les troubles locomoteurs indique que cette solution peut avoir un effet positif sur le bien-être des poulets. De nombreuses recherches montrent qu'il existe un lien entre une litière de mauvaise qualité, en particulier une humidité élevée, et une plus grande prévalence de pododermatites chez les poulets (Shepherd et al., 2010), qui a également été associée à une réduction de la locomotion mesurée par des scoring (De Jong et al., 2014). De même, il existe un lien de causalité évident entre le pH de la litière et la prévalence de pododermatites chez les poulets, les changements apportés à la litière par la réduction du pH pouvant également réduire la présence de pododermatites (Toppel et al., 2019). En outre, il est connu qu'un pH élevé de la litière augmente la volatilisation de l'ammoniac de la litière, en particulier lorsque le pH est supérieur à 7 (Reece et al., 1979), et qu'une humidité et des températures élevées sont présentes (Carr et al., 1990). Par conséquent, la présence concomitante d'une humidité élevée dans la litière, d'une température élevée et d'un pH élevé crée des conditions idéales pour une conversion accrue de l'acide urique et de l'urée en azote ammoniacal (Liang et al., 2014). Cela a pour effet d'augmenter la présence de pododermatites et la volatilisation de l'ammoniac, de produire une irritation des voies respiratoires et des muqueuses chez les poulets (Naseem et al., 2018), de diminuer finalement les performances et les rendements économiques des

poulets. Dans la présente étude, la supplémentation en BP a diminué le pH de la litière, amélioré la qualité de cette dernière, augmenté le nombre de poulets ne présentant aucun signe de pododermatites et réduit les troubles locomoteurs. Bien que l'incidence et la gravité des pododermatites et des problèmes locomoteurs n'aient pas été importantes, l'amélioration de la qualité de la litière peut être au moins partiellement responsable des effets observés sur les performances des poulets.

CONCLUSION

Dans l'ensemble, les résultats présentés ici indiquent que la supplémentation de 1,43 kg/MT de BP a amélioré les performances des poulets, ce qui s'est avéré être au moins partiellement lié à la réduction des pododermatites. Ces améliorations semblent être médiées par des améliorations de la qualité de la litière et des réductions du pH de la litière, ainsi que des réductions des concentrations d'ammoniac dans la litière. D'autres études sont nécessaires pour déterminer dans quelle mesure les effets sur le bien-être peuvent refléter la réduction des concentrations d'ammoniac dans la litière par rapport aux changements dans la production d'AGCC dus au modulateur métabolique du microbiome utilisé ici. Les modulateurs métaboliques du microbiome ont le potentiel de moduler la fonctionnalité du microbiome intestinal en améliorant spécifiquement l'efficacité de l'utilisation microbienne du carbone et de l'azote.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APHA., 2005. American Public Health Association, 21st ed, Washington, DC, USA.
- Byrne C.S., Chambers E.S., Morrison D.J., Frost G., 2015. Int. J. Obes., (39), 1331–1338.
- Carr L., Wheaton F., Douglass F., 1990. Trans. ASAE., (33), 1337–1342.
- De Jong I.C., Gunnink H., Van Harn J., 2014. J. Appl. Poult. Res., (23), 51–58.
- Fazio S., Biganzoli F., De Laurentiis V., Zampori L., Sala S., Diaconu E., 2018. European Commission.
- Geremia J.M., Murphy A.V., Han S., Seigal B.A., Landry A., Sherry K., Panos S., Churchman D., O'Connor A., 2016. WO 2016007778A1
- Geremia J.M., Hoeller U., Tamburini I., Baur M., Liobomirov A.V., Canet-Martinez E., Liu C.M., Laprade L.A., Schyns G., Hecht M.B., et al., 2020. WO 2020097458
- Glendinning L., Stewart R.D., Pallen M.J., Watson K.A., Watson M., 2020. Genome Biol., 21, 34.
- Jiang J., Stevenson D.S., Uwizeye A., Tempio G., Sutton M.A., 2021. Biogeosciences., (18), 135–158.
- Jiang Y., Xiong X., Danska J., Parkinson J., 2016. Microbiome., (4), 2.
- Liang W.-Z., Classen J.J., Shah S.B., Sharma-Shivappa., 2014. Water Air Soil Pollut., (225), 1812.
- Naseem S., King A.J., 2018. Environ. Sci. Pollut. Res., (25), 15269–15293.
- Reece F., Bates B., Lott B., 1979. Poult. Sci., (58), 754–755.
- Rios-Covian D., Ruas-Madiedo P., Margolles A., Gueimonde M., de Los Reyes-Gavilan C.G., Salazar N., 2016. Front. Microbiol., (7), 185.
- Sergeant M.J., Constantinidou C., Cogan T.A., Bedford M.R., Penn C.W., Pallen M.J., 2014. PLoS ONE., 9(4)
- Shepherd E., Fairchild B., 2010. Poult. Sci., (89), 2043–2051.
- The Human Microbiome Project Consortium., 2012. Nature., (486), 207–214.
- Toppel K., Kaufmann F., Schön H., Gauly M., Andersson R., 2019. Poult. Sci., (98), 1181–1189.
- Walsh M.C., Jacquier V., Schyns G., Claypool J., Tamburini I., Blokker B., Geremia J.M., 2021. Poult. Sci., (3), 100.
- Welfare Quality., 2009. Welfare Quality Consortium, Lelystad, The Netherlands.

Tableau 1. Formules des aliments

		0-14 jours	14-28 jours	28-35 jours
Céréales	%	61	64,5	67,85
Tourteaux de soja	%	24	23	19
Full fat soy	%	9	6	6
Huile de soja	%	1,8	2,4	3
Carbonate de Calcium	%	1,25	1,25	1,2
Phosphate monocalcique	%	1,25	1,05	1,25
Vitamines, acides aminés, autres	%	1,7	1,8	1,7
AMEn	kcal/kg	2894	2953	3000
Protéine brute	%	21,7	20,6	19,2
SID Lysine	%	1,21	1,18	1

Tableau 2. Effets d'un biotique de précision sur les performances zootechniques et la mortalité des poulets.

	0-14 jours			15-28 jours			29-35 jours			1-35 jours			
Traitement	Gain de poids g	Ingéré g	ICc	Gain de poids g	Ingéré g	ICc	Gain de poids g	Ingéré g	ICc	Gain de poids g	Ingéré g	ICc	Mortalité (%)
Témoin	396 b	491	1,285 b	949 b	1493	1,523 b	598	1376 a	1,795 b	1943 b	3360 b	1,795 b	3,21
BP	407 a	484	1,230 a	980 a	1474	1,452 a	594	1281 b	1,684 a	1985 a	3239 a	1,684 a	1,67
Ecart-type	2,81	2,92	0,012	7,65	8,59	0,009	8,98	12,15	0,013	7,39	15,1	0,013	0,60
p-value	0,003	0,11	0,001	0,004	0,13	<0.0001	0,74	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.001	<0.0001	0,02

a-b Différence significative entre les traitements (p < 0.05).

Tableau 3. Effets d'un biotique de précision sur les caractéristiques de la qualité de litière, les pododermatites et les scores de troubles locomoteurs de poulets à 35 jours.

	Qualité de litière						Bien-être animal				
Traitement	pH Litière	Azote total (mg/g)	Azote inorganique (mg/g)	Ammoniac (mg/g)	Ammoniac/ Azote Inorg (mg/mg)	Ammoniac/ Azote Tot. (mg/mg)	Score Litière (1-5)	Score Podo 0 (%)	Score Podo 1-4 (%)	Score Troubles locomoteurs 0 (%)	Score Troubles locomoteurs 1-5 (%)
Témoin	9.5 a	53,8	25,5 b	23,64 b	0,92 b	0,47 b	3.33 a	72.2 b	27.8 a	96.2 b	3.85 a
BP	8.7 b	58,09	21,56 a	19,74 a	0,9 a	0,35 a	2.96 b	82.3 a	17.3 b	98.4 a	1.56 b
Ecart-type	0,123	3.33	2.13	1.99	0.01	0.045	0,09	1,82	1,82	0,64	0,64
p-value	<0.0001	0.22	0.002	0.002	<0.001	<0.001	0,003	<0.0001	<0.0001	0,02	0,02

a-b Différence significative entre les traitements (p < 0.05).

Tableau 4. Amélioration de l'impact environnement par l'ajout du BP (calculateur Sustell™)

Catégorie d'impact	Unité (par kg)	Changement (%)
Changement climatique	kg CO2 eq	-6,8%
Changement climatique - biogénique	kg CO2 eq	-6,0%
Changement climatique - fossile	kg CO2 eq	-6,7%
Changement climatique - utilisation et transformation des terres	kg CO2 eq	-6,9%
Acidification des eaux terrestres et des eaux douces	mol H+ eq	-10,1%
Eutrophisation terrestre	mol N eq	-10,1%
Eutrophisation des eaux douces	kg P eq	-6,7%
Eutrophisation marine	kg N eq	-6,9%