

EFFET D'UN BIOTIQUE DE PRECISION ET D'ALIMENTS A BASE DE MAÏS OU DE BLE SUR LES PERFORMANCES ET LA CONCENTRATION EN ACIDE GRAS A CHAÎNE COURTE DU CONTENU CAECAL DU POULET DE CHAIR

Bortoluzzi Cristiano¹, Aureli Raffaella², Segura-Wang Maia³, Jeay Lionel², Leduc Alexandre², Segobola Phokela¹

¹ DSM NUTRITIONAL PRODUCTS - Wurmisweg 576 - 4303 KAISERAUGST,

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

³ DSM NUTRITIONAL PRODUCTS - Erber Campus 1 - 3131 GETZERSDORF

lionel.jeay@dsm-firmenich.com

RÉSUMÉ

L'objectif de l'étude a consisté à évaluer l'effet d'un biotique de précision (BP) sur les performances de croissance de poulets, la concentration d'acide urique dans le sang, la concentration d'acides gras à chaîne courte (AGCC) du contenu caecal. Des poulets de chair d'un jour ont été répartis en 4 traitements, 8 parquets/traitement et 16 poulets/parquet. Les traitements ont été répartis selon un plan factoriel : 2 régimes (maïs ou blé) et avec ou sans supplémentation de 0,9 kg/t de BP. Les performances de croissance ont été évaluées chaque semaine. Au 35ème jour, des prélèvements sanguins et de caeca ont été réalisés. Les données ont été soumises à une analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA) ($p \leq 0,05$). Aucune interaction significative n'a été observée. De J15 à J28, le gain de poids a été amélioré ($p=0,04$) pour les poulets avec les régimes blé par rapport aux régimes maïs. De J28 à J35, le BP a réduit numériquement l'indice de consommation (IC) de 4,3 points ($p=0,06$). Sur l'ensemble de l'étude, le BP a amélioré numériquement l'IC corrigé de 2,6 points ($p=0,15$). La concentration en AGCC dans les caeca n'a pas été significativement différente entre les traitements, mais les poulets avec les régimes blé avaient une concentration numériquement plus élevée en acétate (10% ; $p=0,14$) que ceux avec les régimes maïs. Le BP ajouté à un régime blé a augmenté la concentration de butyrate dans les caeca de 20 % ($p=0,13$). Le régime ($p=0,02$) et la supplémentation en BP ($p=0,02$) ont eu un effet sur la concentration d'acide urique dans le sang : +13 % avec le régime blé et -14 % avec le BP. Dans l'ensemble, le BP semble avoir des effets positifs sur la valorisation de l'aliment, ce qui pourrait s'expliquer par des modifications métaboliques.

ABSTRACT

Effect of a precision biotic in broiler chickens fed corn or wheat-based diets.

The objective of the present study was to evaluate the effect of a precision biotic (PB) on the growth performance, blood uric acid concentration, cecal short-chain fatty acids (SCFA) concentration. One-day-old broiler chicks were placed in 4 treatments, 8 replicates/treatment, and 16 birds/replicate. The treatments were distributed in a 2 x 2 factorial arrangement: 2 types of diet (corn or wheat based) and with or without supplementation of 0.9 kg/MT of PB. Growth performance was evaluated weekly. At day 35, blood sampling and cecal content were done. The data were submitted to two-way ANOVA ($p \leq 0.05$). There was no significant interaction for any of the parameters evaluated. From d 15-28, wheat-based diets promoted higher body weight gain vs corn-based diets ($p=0.04$). From d 28-35, the supplementation of PB improved the feed conversion ratio (FCR) by 4.3 points ($p=0.06$). Considering the entire experimental period, PB numerically improved the corrected FCR by 2.6 points ($p=0.15$). The SCFA concentration in the ceca was not significantly affected by the treatments, but broilers fed a wheat-based diet had numerically higher concentration of acetate (10%; $p=0.14$) vs corn-based diet. PB supplemented to wheat-based diet increased butyrate concentration in the ceca by 20% ($p=0.13$). Diet ($p=0.02$) and supplementation of PB ($p=0.02$) had a main effect on the blood uric acid concentration: +13% under wheat-based diet and -14% with PB. Overall, PB had positive effects on the growth performance which may be explained by the beneficial changes in the microbial metabolism.

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 profils en matière première des aliments ne sont pas toujours identiques et la teneur en fibre de ces régimes peut varier. Existe-t-il des interactions avec l'activité des BP ? Il est également important de comprendre les mécanismes d'action du BP comme la manière dont il augmente la production d'acides gras saturés, y compris le butyrate. Enfin, les effets du BP sur le métabolisme des protéines du microbiome peut réduire l'abondance des voies responsables de la production d'acide urique par le microbiome. Il est donc important de les quantifier.

L'objectif de la présente étude a été d'évaluer la supplémentation en BP de poulets de chair nourris avec des régimes à base de maïs ou de blé sur les performances de croissance, la production d'acides

gras saturés et les polyamines dans les caeca, et la concentration d'acide urique dans le sang.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Aliments

Les aliments ont été distribués *ad libitum* sous forme de miettes pendant la phase de démarrage (J1-J14) et sous forme de granulés pendant les phases de croissance (J15-J28) et de finition (J29-J35). Une phytase et un produit enzymatique à plusieurs composants (glucanase et xylanase) ont été ajoutés aux aliments de base, à raison de 2000 U/kg et 100 mg/kg respectivement. Les aliments ont été formulés afin de satisfaire ou dépasser les besoins nutritionnels spécifiés par la génétique (Tableau 1). Par contrainte de formulation, et alors que les aliments à base de maïs sont exempts de blé, 25% de maïs ont été ajoutés dans les aliments à base de blé. Chaque aliment a été distribué tel quel ou supplémenté par 0,9 kg/T de BP (Symphiome™, DSM Nutritional Products). Ce BP est constitué de glycanes synthétisés chimiquement avec des liaisons glycosidiques uniques (Geremia et al., 2020). Le vaccin (PARACOX 5) a été ajouté dans l'aliment le jour de l'arrivée des poussins.

1.2. Conditions d'élevage

512 poussins mâles d'un jour (souche de chair, Ross) ont été fournis par un couvoir commercial en France. Le jour de leur arrivée, les animaux ont été pesés. Les animaux ont été répartis dans 32 parquets de 16 poulets, soit 8 répétitions par traitement. Chaque parquet avait un poids moyen similaire au début de l'essai. Les poulets ont été élevés sur copeaux de bois. Il n'y a pas eu de restriction dans la distribution en aliment ou en eau. L'essai a duré 35 jours.

1.3. Mesures zootechniques et prélèvements

La consommation d'aliments et le poids vif ont été enregistrés à J1, J14, J28 et J35 pour calcul du gain de poids et de l'indice de consommation (IC) de chaque période. 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. Les pesées ont été collectives par parquet. Au 35^{ème} jour, des échantillons de sang de deux poulets choisis aléatoirement dans chaque parquet ont été prélevés dans un tube d'héparine au niveau de la veine jugulaire. Les caeca d'un poulet par parquet ont été également prélevés. Les poulets étant nourris *ad libitum*, il n'a pas été possible de prendre en compte les horaires des repas.

1.3. Analyses

Des échantillons d'aliments ont été prélevés pour analyse. La détermination de l'activité de la phytase dans les régimes a été effectuée. Les analyses de la

teneur en nutriments des échantillons d'aliments ont été réalisées conformément aux méthodes standard (Naumann et al, 1976 ; AOAC, 2006). La teneur en protéines a été déterminée par un analyseur d'azote (FP 528, LECO, St. Joseph, USA) en utilisant la méthode Dumas (CP=N*6,25). Pour quantifier indirectement la teneur en glycane sec actif, des composés Anhydro-DP2 ont été utilisés comme marqueurs du total des glycanes actifs. Des doubles déterminations ont été réalisées afin de confirmer les résultats. Les concentrations plasmatiques d'acide urique ont été déterminées à l'aide d'un automate biomédical COBAS 6000 (Roche Diagnostics, CH-4202 Bâle) en utilisant les kits Roche Diagnostic. Les méthodes d'analyse des AGCC et polyamines dans les caeca ne sont pas présentées dans cette étude.

1.4. Statistiques

Les données relatives aux performances de croissance, à la concentration en acides gras à chaîne courte et ramifiée et à l'acide urique sanguin ont été analysées par ANOVA à deux facteurs en tenant compte de l'effet du biotique de précision, du type de régime et de leur interaction ($P < 0,05$), à l'aide de JMP 16.0.

2. RESULTATS

Sur la base des compositions chimiques analysées des régimes, les teneurs en protéines brutes des régimes pour la période de démarrage ont été inférieures aux attendues de -3,2% à -4,3%. Pour la période de croissance, ces teneurs ont été comprises entre -2,8% et -5,3% des attendues. Enfin, pour la période de finition, les teneurs analysées ont varié de -1,7% à +0,5%. Les activités phytasiques enregistrées dans tous les régimes ont été plus élevées que les valeurs ciblées, de 21% à 73%, en fonction des stades physiologiques. Les concentrations mesurées des glycanes secs totaux dérivés du biotique de précision quantifiés via les composés Anhydro-DP2 étaient en moyenne 39% plus élevées que les concentrations prévues. Ces différences ont été constantes entre les six aliments supplémentés avec des taux allant de 131% à 143%. Compte tenu de la bonne concordance des doubles déterminations et de la faible variabilité des taux de recouvrements, on peut conclure que les échantillons d'aliment ont été correctement supplémentés avec le biotique de précision. Les performances zootechniques sont présentées dans le Tableau 2. Elles ont été représentées par période. Le poids vif initial au 1^{er} jour était de $38,5 \pm 0,11$ g. La viabilité au cours de l'étude a été de 97,1 %. De J15 à J28, le gain de poids a été amélioré de 3% pour les poulets recevant le régime blé par rapport au régime maïs ($p=0,04$). De J29 à J35, la supplémentation en BP a amélioré numériquement l'indice de consommation de 4,3 points ($p=0,06$), expliqué par l'augmentation significative de l'ingéré pour le

traitement BP sur cette période. Au cours de la même période, les régimes maïs ont amélioré numériquement l'indice de consommation de 4,3 points ($p=0,06$) par rapport aux régimes blé. Sur l'ensemble de l'étude, la supplémentation en BP sur régime blé a amélioré numériquement l'indice de consommation corrigé de 2,6 points ($p=0,15$). L'acide urique plasmatique (Tableau 3) a augmenté de manière significative pour les régimes à base de blé par rapport aux régimes à base de maïs (+15,4%, $p=0,02$). Dans le même temps, l'acide urique plasmatique a significativement diminué pour les régimes supplémentés en BP par rapport aux régimes sans BP (-13,9%, $p=0,02$). On peut supposer que les BP par action sur le métabolisme des protéines du microbiome ont réduit l'abondance des voies responsables de la production d'acide urique. Les résultats concernant la production de différents acides gras saturés sont présentés dans le Tableau 2. La concentration d'acétate a été plus élevée en valeur dans les régimes à base de blé que dans les régimes à base de maïs ($p=0,14$). Une interaction non significative entre les facteurs a été observée sur la concentration en butyrate ($p=0,13$) et en valérate ($p=0,11$). En ce qui concerne les polyamines dans les caeca (Tableau 3) une interaction entre les facteurs a été observée sur les concentrations de cadavérine et de putrescine. La supplémentation en BP des régimes à base de maïs a réduit significativement la concentration de cadavérine dans les caeca (de 0,42 à 0,13 ng/mg), mais cette même supplémentation a entraîné une augmentation numérique de cette concentration dans les régimes à base de blé (de 0,12 à 0,21 ng/mg). Les régimes à base de blé ont entraîné une réduction significative de la concentration de putrescine dans les caeca. La supplémentation en BP sur un régime à base de maïs permet une réduction numérique de 1,16 à 0,81 ng/mg. Là aussi, la supplémentation en BP sur régime à base de blé a entraîné une hausse significative de putrescine (de 0,60 à 0,15 ng/ml). Il y a donc eu des effets non linéaires entre le profil en fibre des aliments et le mode d'action du BP.

CONCLUSION

La supplémentation en biotique de précision a entraîné une amélioration numérique de l'IC chez les poulets de chair lors de la période de finition. La supplémentation en biotique de précision a réduit la concentration sanguine d'acide urique. La concentration en butyrate et en polyamines du contenu caecal est dépendante à la fois du profil matière première en fibre et de la présence du biotique de précision. Des études complémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les liens et les mécanismes qui existent entre cette solution et les évolutions de ces critères.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC., 2006. AOACional. 18th ed., Arlington, VA.
- Brauer-Vigoderis R., De Fátima Ferreira-Tinôco I., Pandorfi H., Bastos-Cordeiro M., Pinheiro de Souza-Júnior J., De Carvalho-Guimarães M.C., 2014. Dyna., Vol 81, Iss 185, Pp 36-40.
- Byrne C.S., Chambers E.S., Morrison D.J., Frost G., 2015. Int. J. Obes., (39), 1331–1338.
- 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
- 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
- Glendinning L., Stewart R.D., Pallen M.J., Watson K.A., Watson M., 2020. Genome Biol., 21, 34.
- Jiang Y., Xiong X., Danska J., Parkinson J., 2016. Microbiome., (4), 2.
- Naumann C., Bassler R., Seibold R., Barth C., 1976. In : VDLUFA – Verlag (3rd ed.)
- 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)
- The Human Microbiome Project Consortium., 2012. Nature., (486), 207–214.
- Walsh M.C., Jacquier V., Schyns G., Claypool J., Tamburini I., Blokker B., Geremia J.M., 2021. Poult. Sci., (3), 100.

Tableau 1. Formules des aliments

		Maïs			Blé		
		Démarrage	Croissance	Finition	Démarrage	Croissance	Finition
Blé	%	0	0	0	39,16	42,97	43,39
Maïs	%	61,25	64,77	65,18	25	25	25
Tourteaux	%	34,49	30,41	29,04	30,54	26,07	24,67
Huile de soja	%	1,16	2	3,24	2,05	2,98	4,23
Carbonate de calcium	%	0,67	0,64	0,6	0,81	0,79	0,75
Phosphore bi-calcique	%	1,09	0,92	0,67	0,9	0,71	0,46
Vitamines, acides aminés, autres	%	1,34	1,26	1,27	1,54	1,48	1,5
Poult ME	kcal/kg	3035	3110	3180	3035	3110	3180
Protéine brute	%	21	19	18	21	19	18
Fibre brute	%	3,23	3,43	3,65	3,17	3,37	3,58
D Lysine	%	1,05	0,95	1,18	1,18	1,05	0,95

Tableau 2. Performances de croissance des poulets selon les traitements

Traitement	1-14 jours			15-28 jours			29-35 jours			1-35 jours			
	Gain poids g	Ingéré g	IC	Gain poids g	Ingéré g	IC	Gain poids g	Ingéré g	IC	Gain poids g	Ingéré g	IC	ICc
Témoin maïs	467	616	1,318	1138	1692	1,487	739	1224	1,677	2335	3547	1,518	1,502
Maïs + BP	456	591	1,294	1111	1644	1,479	752	1265	1,637	2341	3527	1,507	1,490
Témoin Blé	484	670	1,383	1158	1720	1,485	709	1218	1,723	2351	3608	1,535	1,516
Blé + BP	489	645	1,320	1160	1667	1,438	746	1294	1,678	2395	3601	1,504	1,477
Ecart-type	8	18	0,029	16	37	0,026	15	28	0,022	24	50	0,016	0,017
Maïs	462 b	604 b	1,306	1125 b	1668	1,483	745	1244	1,657	2338	3537	1,513	1,496
Blé	487 a	658 a	1,352	1159 a	1694	1,461	727	1256	1,700	2373	3605	1,519	1,496
Témoin	475	643	1,350	1148	1706	1,486	724	1221 b	1,700	2343	3578	1,527	1,509
BP	473	618	1,307	1135	1656	1,459	749	1280 a	1,657	2368	3564	1,505	1,483
p-value													
Régime	0,0008	0,003	0,13	0,04	0,51	0,42	0,27	0,67	0,06	0,16	0,21	0,68	0,95
Additif	0,71	0,15	0,18	0,41	0,21	0,28	0,12	0,05	0,06	0,32	0,80	0,22	0,15
Régime*Additif	0,24	0,99	0,48	0,36	0,95	0,45	0,46	0,54	0,84	0,43	0,91	0,55	0,53

a-b Différence significative entre les traitements ($p<0.05$)
n = 8 répétitions par traitement

Tableau 3. Concentration plasmatique d'acide urique (mg/dL), concentration caecale (μmol/g) d'acides gras à chaîne courte et de polyamines (ng/mg) à 35 jours selon les traitements

	Concentration plasmatique			Concentration caecale						
Traitment	Acide urique	Ac	Prop	But	Isob	Val	Isov	2-MB	Cad	Put
Témoin maïs	3,15	59,08	6,26	10,24	0,59	1,08	0,32	0,20	0,42 a	1,16 a
Maïs + BP	2,69	60,93	6,41	8,72	0,71	0,98	0,34	0,26	0,13 b	0,81 ab
Témoin Blé	3,60	67,44	5,55	9,16	0,66	0,81	0,28	0,24	0,12 b	0,60 b
Blé + BP	3,14	66,63	5,30	11,35	0,64	1,00	0,35	0,23	0,21 ab	1,15 a
Ecart-type	0,19	5,35	0,93	1,53	0,08	0,10	0,04	0,03	0,07	0,15
Maïs	2.92 b	60,00	6,33	9,48	0,65	1,03	0,33	0,23	0,23	0,96
Blé	3.37 a	67,04	5,42	10,26	0,65	0,91	0,32	0,24	0,17	0,74
Témoin	3.38 a	63,26	5,90	9,70	0,62	0,95	0,30	0,22	0,27	0,88
BP	2.91 b	63,78	5,85	10,04	0,67	0,99	0,34	0,25	0,17	0,98
p-value										
Régime	0,02	0,14	0,44	0,52	0,95	0,17	0,78	0,95	0,21	0,04
Additif	0,02	0,91	0,97	0,78	0,58	0,62	0,40	0,41	0,14	0,06
Régime*Additif	0,98	0,78	0,86	0,13	0,43	0,11	0,58	0,23	0,006	0,001

a-b Différence significative entre les traitements ($p<0.05$)
Ac : Acétate, Prop : Propionate, But : Butyrate, Isob : Isobutyrate, Val : Valerate, Isov : Isovalerate, 2-MB : 2-Méthylbutyrate, Cad : Cadaverine, Put : Putrescine
n = 16 par traitement pour les concentrations plasmatiques
n = 8 par traitement pour les concentrations caecales