

LE BUTYRATE DE SODIUM DOUBLE TAMPON COMPENSE LA RÉDUCTION D'ÉNERGIE ET DE PROTÉINE DANS L'ALIMENT DES POULETS DE CHAIR

Marecaille Clémence¹, Roulleau Xavier¹, Bouvet Romain²

¹DIETAXION - 283 rue Ampère, ZA de la Noë Bachelon - 44430 LE LOROUX BOTTEREAU

²ZOOTESTS - 5 Rue Gabriel Calloet Kerbrat - 22440 PLOUFRAGAN

c.marecaille@dietaxion.com

RÉSUMÉ

Pour des raisons économiques et environnementales, il est important de valoriser au mieux les ressources alimentaires. Un premier essai a montré que l'apport d'un butyrate de sodium double tampon (BSDT) permet de travailler avec des niveaux d'énergie et de protéine (EP) inférieurs en maintenant de bonnes performances chez les poulets. Les objectifs de ce nouvel essai sont de confirmer ce résultat, d'évaluer si une dose supérieure d'application permet d'obtenir de meilleurs résultats et de voir s'il est possible de réduire davantage le niveau d'EP grâce à cette forme spécifique de butyrate de sodium. 5400 poulets mâles d'un jour sont répartis dans 9 groupes avec 15 parquets de 40 animaux chacun. Les traitements consistent en trois niveaux d'EP (aliment de base, -3% EP, -6% EP) et trois niveaux de supplémentation en BSDT (0kg/T ; 0,6kg/T ; 1kg/T). Les mesures effectuées sont le poids vif au jour J1, J11, J21, J28 et J35, la consommation d'aliment entre chacune de ces phases, ainsi que la mortalité. Ces mesures permettent de calculer le gain de poids (GP) des poulets, l'indice de consommation (IC) entre chaque phase et l'indice de performance européen (EPI) à J35. Les moyennes sont comparées avec un test de Kruskal-Wallis et la mortalité avec un test de Chi². L'unité statistique est la cage et P<0,05 le seuil de significativité. La réduction des niveaux d'EP dans l'aliment entraîne une dégradation des performances de croissance des animaux (P<0,05). Cependant, pour une réduction de -6% d'EP, l'apport du BSDT permet de limiter la dégradation sur le GP à J28. Il n'y a pas de différence significative entre les lots concernant la consommation ou la mortalité à J35. L'IC à J35 se dégrade avec la réduction des nutriments (P<0,05), mais est numériquement amélioré avec l'apport de BSDT dans le contexte d'une réduction de -6% d'EP. Pour chaque niveau de réduction d'EP, l'EPI est numériquement meilleur avec l'apport de BSDT. Dans un contexte de réduction de -6% de l'EP par rapport à un aliment de base, le butyrate de sodium double tampon permet de limiter les pertes de performance sur la croissance et l'indice de consommation. Et la dose d'apport de 600g/T d'aliment est suffisante pour obtenir cet effet.

ABSTRACT

Double buffered sodium butyrate compensates the reduction in energy and protein in broilers' feeds.

For economic and environmental reasons, it is important to optimize feed resources. A first trial showed that the supplementation of a double buffered sodium butyrate (DBSB) made it possible to formulate with lower levels of energy and protein (EP) while maintaining good performance in broilers. The objectives of this trial are to confirm this first result, to evaluate whether a higher dose of application led to better performance and to see if it is possible to further reduce the level of EP thanks to this specific form of sodium butyrate. 5,400 one-day-old male broilers are divided into 9 groups with 15 pens of 40 animals each. Treatments consist of three levels of EP (basal diet, -3% EP, -6% PE) and three levels of DBSB supplementation (0kg/T; 0.6kg/T; 1kg/T). Parameters measured are body weight on day D1, D11, D21, D28 and D35, feed intake (FI) between each of these phases, and mortality. These measurements enable to calculate the weight gain (WG) of the birds, feed conversion ratio (FCR) between each phase and the European production index (EPI) at D35. Means are compared with a Kruskal-Wallis test and mortality with a Chi² test. The statistical unit is the pen and P<0.05 the significance threshold. The reduction in EP levels in the feed lead to a deterioration in the growth performance of the animals (P<0.05). However, for a reduction of EP by 6%, the addition of DBSB limits this deleterious effect on WG at D28. There is no significant difference between groups regarding FI or mortality at day 35. FCR at D35 deteriorated with nutrient reduction (P<0.05), but in the context of a 6% reduction in EP, FCR is numerically improved with DBSB supplementation. For each level of EP reduction, the EPI is numerically better with the addition of DBSB. In a context of -6% reduction in EP compared to a basic diet, double-buffered sodium butyrate helps limiting the negative impact on growth and FCR. And the dose of incorporation of 600g/T of feed is sufficient to obtain this effect.

INTRODUCTION

Pour des raisons environnementales (réduction des rejets azotés), techniques (amélioration des performances des animaux) et économiques (lorsque le prix des matières premières augmente), il est important de valoriser au mieux les ressources alimentaires. Les filières de production animale sont donc continuellement à la recherche de solutions pour poursuivre l'amélioration de l'efficacité alimentaire des animaux.

Le butyrate de sodium (BS) est un sel de sodium organique. C'est un sel d'acide gras à chaîne courte. Le butyrate est produit naturellement dans l'intestin des animaux par certaines bactéries qui y sont présentes et est une source d'énergie pour les cellules ainsi qu'un signal pour la prolifération et la différenciation cellulaire (Guilloteau et al., 2010). Le BS existe sous plusieurs formes. Les plus connues sont la forme libre (ou pure), celle associée à une ou plusieurs molécules de glycérol, ou encore plus ou moins protégée par de la matière grasse. Il existe un autre type de butyrate de sodium (BSDT), associé à des sels tampon, permettant une libération rapide dans l'intestin tout en limitant les désagréments olfactifs de la forme pure.

De nombreuses études montrent les bénéfices du BS sur la croissance et l'efficacité alimentaire des poulets de chair (Gong et al., 2021, Hu et al. 2021, Sizmaz et al., 2022, Lan et al., 2022) ainsi que sur le développement de leur système digestif (Lan et al., 2020, Melo et al. 2022) mais ces publications portent sur des applications « on top » du BS. Seules trois publications présentent des travaux sur les effets du BS dans un contexte de réduction des niveaux de nutriments dans les aliments des poulets de chair (Bortoluzzi et al., 2017, Mallo et al., 2021 et Melo et al., 2021). Dans les deux premiers travaux, le BS utilisé était sous forme protégée et apporté à une dose de 1kg/T. Melo et al. (2021) ont quant à eux étudié l'effet de la forme de BS doublement tamponné et ont montré que l'apport de 600g/T de BSDT permettait de travailler avec des niveaux d'énergie et de protéine (EP) inférieurs en maintenant de bonnes performances chez les poulets.

Les objectifs de ce nouvel essai sont de confirmer ou non ces premiers résultats obtenus avec le BSDT, d'évaluer si une dose supérieure d'application permet d'obtenir de meilleurs résultats et de voir s'il est possible de réduire davantage le niveau d'EP grâce à cette forme spécifique de butyrate de sodium.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et traitements

Au total, 5400 poulets mâles d'un jour et de génétique Ross 308 sont répartis dans 9 groupes. Chaque groupe contient 15 parquets (répétitions) de 40 animaux. Les traitements consistent en trois niveaux de réduction d'énergie métabolisable, de protéine brute

et d'acides aminés digestibles (EP : 0/-3%/-6%) et trois niveaux de supplémentation en butyrate de sodium double tampon, BSDT (BUTYLIn® 54 - DIETAXION) : 0 ; 600g/T ou 1kg/T d'aliment. Le détail des valeurs d'EP de l'aliment de base (CTRL, sans BSDT) se trouve dans le tableau 1 et l'attribution des réductions d'EP ainsi que l'apport ou non de BSDT pour les 9 traitements est spécifié dans le tableau 2.

1.2. Mesures et analyses statistiques

Les poulets sont pesés à leur arrivée à J1 pour s'assurer que les lots sont bien homogènes, puis à J11, J21, J28 et J35. La consommation de chaque parquet est relevée à la fin de chaque phase alimentaire (1-11 ; 12-21 ; 22-28 ; 29-35) par différence de la quantité d'aliment distribuée et celle qui n'a pas été consommée. La mortalité est relevée quotidiennement. Ces mesures permettent de calculer le gain de poids des poulets entre chaque phase (GP = poids fin de phase – poids début de phase), l'indice de consommation (IC) corrigé par la mortalité ainsi que l'indice de production européen (EPI = (croissance quotidienne*survie) / (10*IC)) à J35.

Les résultats de chaque traitement ont été observés en tant qu'entités uniques de combinaisons entre les niveaux d'EP et les doses de BSDT, d'où le choix de comparaisons des moyennes. La majorité des données avaient des variances homogènes et suivaient une loi normale, mais n'étant pas le cas de toutes, c'est un test non paramétrique de Kruskal-Wallis qui est réalisé pour la comparaison des moyennes. Pour comparer la mortalité entre les groupes, c'est un test de Chi² qui est effectué. L'unité statistique est le parquet et P<0,05 le seuil de significativité.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'ensemble des résultats est présenté dans le tableau 3. Ces résultats sont comparés à ceux obtenus dans les publications de Bortoluzzi et al. (2017), Mallo et al. (2021) et Melo et al. (2021) qui avaient étudié l'impact du BS sur les performances des poulets dans un contexte de réduction de nutriments (EP) dans l'aliment. Dans ces études, les phases alimentaires étaient différentes que dans la nôtre (1-14 et 15-28j pour Bortoluzzi et al., 2017 ; 1-21 et 22-42j pour Mallo et al. 2021 ; 1-14, 15-28 et 29-40j pour Melo et al. 2021), mais permettent tout de même de faire des comparaisons car dans tous les cas les animaux avaient au moins 4 semaines de production en fin d'essai. Cependant, il est à noter que dans les travaux de Bortoluzzi et al. (2017), Mallo et al. (2021), les niveaux d'EP de l'aliment contrôle étaient d'une manière générale supérieurs à ceux de notre étude, alors que ceux de l'équipe de Melo et al. (2021) étaient inférieurs. En effet, dans les lots témoins, l'EM allait de 3050kcal/kg à 3150kcal/kg entre la première et la dernière phase d'aliment dans l'étude de Bortoluzzi et al. (2017), de 3000kcal/kg à 3050

kcal/kg pour Mallo et al. (2021) et de 2985kcal/kg à 3088kcal/kg pour Melo et al. (2021). Pour les niveaux de protéines, ils allaient de 22,2 à 20,8% pour Bortoluzzi et al. (2017), de 22,0 à 20,0% pour Mallo et al. (2021) et de 20,5 à 18,0% pour Melo et al. (2021).

2.1. Poids et croissance

La réduction des niveaux d'énergie métabolisable, de protéine brute et d'acides aminés entraîne une dégradation des performances de croissance des poulets avec des poids significativement inférieurs à J35 pour une réduction d'EP de -6% ($P<0,05$). La réduction d'EP de -3% menant à des résultats intermédiaires. À 28j, l'ajout de 600ppm de BSDT pour une réduction d'EP de -6% limite la perte de croissance de 2,6% par rapport au lot contrôle (1519g pour T3 ; 1558 pour T6 ; $P<0,05$). En comparaison, pour toute réduction d'EP dans les travaux de Bortoluzzi et al. (2017), Mallo et al. (2021) et Melo et al. (2021), il n'y a pas eu de différence significative avec la supplémentation ou non en BS, les différences n'étant que numériques.

Concernant les gains de poids dans notre étude, des différences significatives sont observées entre les lots contrôle et avec réduction de -6% d'EP (T1 et T3) pour les phases 11-21j, 22-28j, et 0-35j de l'ordre de 5% (T1 2306g ; T3 2198 ; $P<0,05$), les résultats avec une réduction de -3% étant intermédiaires. Avec la supplémentation en BSDT sur la phase 0-35j, cette dégradation des résultats est moindre pour une réduction d'EP de -6% : de l'ordre de -3% (T4 2305g ; T6 2232g ; $P<0,05$ et T7 2299g ; T9 2225g ; $P<0,05$). Soit une limitation de la perte de croissance de 40% pour une réduction d'EP de 6% avec l'apport du BSDT.

2.2. Consommation et indice de consommation

Dans notre étude, il n'y a pas de différence significative de consommation d'aliment entre les lots. Ce n'était pas le cas pour l'essai de Bortoluzzi et al. (2017) qui montrait une baisse de la consommation dans les groupes non supplémentés en BS (1-28j ; $P<0,05$) avec la réduction des nutriments dans l'aliment. Pour les groupes supplémentés en revanche, la consommation avait été stimulée avec la baisse de nutriments. Melo et al. (2021) ont quant à eux noté une augmentation de la consommation avec la baisse d'EP (sans BS), mais de façon moindre avec l'apport du BSDT (1-40 jours ; $P<0,05$).

En ce qui concerne les indices de consommation, des différences significatives sont observées sur les phases 11-21j, 22-28j et 0-35 jours dans notre essai : avec ou sans BSDT dans l'aliment, la réduction de la quantité de nutriments entraîne la dégradation de l'IC ($P<0,05$).

Pendant la phase 11-21j, c'est le lot CTRL qui performe le mieux avec un IC numériquement inférieur aux lots supplémentés en BSDT. Sur la période 22-28j, à l'inverse, ce sont les lots

supplémentés en BSDT qui performe le mieux, avec une différence significative entre les lots T3 et T6 (-0,08 points ; $P<0,05$). Sur la période globale de production (0-35j), il n'y a pas de différence entre les lots supplémentés ou non, peu importe la réduction d'EP. Dans leurs essais, Bortoluzzi et al. (2017) et Mallo et al. (2021) n'avaient montré aucune différence significative pour l'IC sur l'ensemble des phases alimentaires. Et dans l'étude de Melo et al. (2021), l'IC se dégradait avec la réduction d'EP dans l'aliment, mais de façon moins marquée dans le lot supplémenté en BSDT.

2.3. Mortalité et indice de performance

Il n'y a pas de différence significative de mortalité entre les lots dans notre essai, ce qui a également été le cas pour l'étude de Melo et al. (2021). Bortoluzzi et al. (2017) et Mallo et al. (2021) n'ont quant à eux pas présenté ce critère dans leurs publications.

L'indice de performance européen (EPI), prenant en compte la croissance, la survie et l'IC, n'a pas été calculé dans les travaux de Bortoluzzi et al. (2017), Mallo et al. (2021) et Melo et al. (2021). Dans notre étude, il se dégrade avec la réduction des nutriments dans l'aliment ($P<0,05$), mais l'effet délétère est numériquement moins marqué dans les lots supplémentés en BSDT.

CONCLUSION

Ces résultats montrent que dans un contexte de réduction de -6% d'énergie métabolisable, de protéine brute et d'acides aminés digestibles par rapport à un aliment de base, le butyrate de sodium double tampon à 600ppm permet de limiter la perte de croissance liée à la baisse de nutriments à 28 jours de 40% par rapport aux animaux non supplémentés et l'indice de consommation est amélioré. La dose d'apport de 600g/T de BSDT semble donc suffisante et il n'est donc pas nécessaire de l'augmenter.

Tableau 1 : Niveaux d'énergie métabolisable, protéine brute et lysine digestible de l'aliment de base (T1) selon les phases de démarrage, croissance et finition.

	Démarrage (1-12 jours)	Croissance (13-21 jours)	Finition 1 (22-28 jours)	Finition 2 (29-35 jours)
Energie Métabolisable (kcal/kg)	3001	3076	3126	3126
Protéine brute (%)	22,0	20,5	19,0	18,5
Lys Dig (%)	1,24	1,10	0,97	0,97

Formules principalement à base de maïs, tourteau de soja et blé

Tableau 2 : Niveaux de réduction d'énergie métabolisable, protéine brute et acides aminés et doses d'apport de butyrate de sodium double tampon dans chaque traitement.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Butyrate de sodium double tampon (kg/T)	0	0	0	0,6	0,6	0,6	1	1	1
Réduction énergie, protéine, acides aminés (%)	0	-3	-6	0	-3	-6	0	-3	-6

Tableau 3 : Synthèse des résultats zootechniques des poulets supplémentés ou non en butyrate de sodium double tampon et suivant trois niveaux de réduction d'énergie métabolisable, de protéine brute et d'acides aminés.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	Ecart- type	P-value
Poids vif (PV)											
PV J1 (g)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	1	0,880
PV J11 (g)	313	306	309	309	314	314	312	307	308	19	0,981
PV J21 (g)	981	939	942	960	951	946	969	951	932	41	0,181
PV J28 (g)	1601 ^{ab}	1549 ^{bcd}	1519 ^d	1592 ^{ab}	1578 ^{ab}	1558 ^{bc}	1610 ^a	1574 ^{abc}	1533 ^{cd}	57	0,002
PV J35 (g)	2346 ^a	2275 ^{abc}	2238 ^c	2345 ^a	2308 ^{ab}	2272 ^{bc}	2339 ^a	2311 ^{ab}	2266 ^{bc}	77	0,015
Gain de poids (GP)											
GP 0-11j (g)	273	265	268	268	273	274	272	266	268	19	0,966
GP 11-21J (g)	708 ^a	674 ^{bcd}	673 ^{cd}	692 ^{abc}	678 ^{abcd}	672 ^{cd}	697 ^{ab}	684 ^{abcd}	664 ^d	28	0,021
GP 21-28j (g)	893 ^{abc}	875 ^{bcd}	845 ^d	900 ^{ab}	900 ^{ab}	886 ^{abc}	912 ^a	890 ^{abc}	869 ^{cd}	38	0,008
GP 28-35j (g)	1453	1400	1393	1445	1408	1386	1427	1421	1397	60	0,159
GP 0-35j (g)	2306 ^a	2235 ^{abc}	2198 ^c	2305 ^a	2267 ^{ab}	2232 ^{bc}	2299 ^a	2271 ^{ab}	2225 ^{bc}	77	0,014
Consommation (Conso)											
Conso 0-11j (g/j)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	2	0,944
Conso 11-21j (g/j)	90	89	92	89	91	93	89	90	91	3	0,067
Conso 21-28j (g/j)	148	149	152	148	151	152	148	152	151	5	0,191
Conso 28-35j (g/j)	187	189	191	187	189	191	188	190	190	8	0,912
Conso 0-35j (g/j)	101	101	103	101	102	104	102	103	102	3	0,392
Indice de consommation (IC)											
IC 0-11j	1,05	1,07	1,08	1,06	1,06	1,06	1,06	1,07	1,08	0,03	0,569
IC 11-21j	1,35 ^d	1,42 ^c	1,46 ^{ab}	1,37 ^d	1,44 ^{bc}	1,48 ^a	1,37 ^d	1,42 ^c	1,48 ^a	0,06	<0,001
IC 21-28j	1,70 ^{cd}	1,72 ^c	1,85 ^a	1,67 ^{de}	1,70 ^{cd}	1,77 ^b	1,62 ^e	1,71 ^c	1,80 ^{ab}	0,09	<0,001
IC 28-35j	1,81	1,85	1,90	1,81	1,85	1,89	1,84	1,84	1,86	0,09	0,134
IC 0-35j	1,54 ^c	1,58 ^b	1,64 ^a	1,54 ^c	1,58 ^b	1,62 ^a	1,54 ^c	1,58 ^b	1,62 ^a	0,05	<0,001
Mortalité et Indice de performance européen (EPI)											
Mortalité 0-35j (%)	2,8	4,2	4,7	3,9	4,4	4,2	1,9	3,6	3,9	0,9	0,642
EPI 0-35j	398 ^{ab}	376 ^{bcd}	356 ^e	392 ^{ab}	378 ^{bcd}	369 ^{cde}	413 ^a	388 ^{bc}	358 ^{de}	30	<0,001

T1, T2, T3 : Traitements sans butyrate de sodium double tampon (BSDT) ; réduction de nutriments (EP) 0/-3%/-6% respectivement

T4, T5, T6 : Traitements avec 0,6kg/T de BSDT ; réduction EP 0/-3%/-6% respectivement

T7, T8, T9 : Traitements avec 1kg/T de BSDT ; réduction EP 0/-3%/-6% respectivement

^{ab} Lettres pour désigner une différence significative (P < 0,05)

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bortoluzzi, C., Pedroso, A.A., Mallo, J.J., Puyalto, M., Kim, W.K., Applegate, T.J., 2017. Sodium butyrate improved performance while modulating the cecal microbiota and regulating the expression of intestinal immune-related genes of broiler chickens *In: Poultry Science* 0:1–13.
- Guilloteau, P., Martin, L., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Zabielski, R., Van Immerseel, F., 2010. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate *In: Nutrition Research Reviews* 2010, (23), 366-384.
- Gong, L., Xiao, G., Zheng, L., Yan, X., Qi, Q., Zhu, C., Feng, X., Huang, W., Zhang, H., 2021. Effects of dietary tributyrin on growth performance, biochemical indices, and intestinal microbiota of yellow-feathered broilers *In: Animals* 2021, 11, 3425.
- Hu, Q., Yin, F., Li, B., Guo, Y., Yin, Y., 2021. Dietary tributyrin administration improves intestinal morphology and selected bacterial and short-chain fatty acid profiles in broilers under an isocaloric feeding regime *In: Front. Microbiol.* 12:715712.
- Lan, R., Zhao, Z., Li, S., An, L., 2020. Sodium butyrate as an effective feed additive to improve performance, liver function, and meat quality in broilers under hot climatic conditions *In: Poultry Science* 99:5491–5500
- Mallo, J.J., Sol, C., Puyalto, M., Bortoluzzi, C., Applegate, T.J., Villamide, M.J., 2021. Evaluation of sodium butyrate and nutrient concentration for broiler chickens *In: Poultry Science*, 100:101456.
- Melo, J.M., Prosdócimo, F., Quinteiro, F., Vignoni, E., Sosa, N., Biondi, M., Batallé, M., Pinto, S., Roulleau, X., Barrios, H., 2021. Uncoated-buffered sodium butyrate addition improved performance and intestinal health of broilers fed low energy-protein diets *In: Poultry Science*, 101 (E-Suppl 1) 247.
- Melo, J., Prosdócimo, F., Batallé, M., Vignoni, E., Pinto, S., Biondi, M., Sosa, N., Barrios, H., De Franceschi, M., 2022. Effect of dietary sodium butyrate supplementation on performance, the intestinal morphological structure and gut flora in broilers *In: World Poultry Congress, Poster* (703).
- Sizmaz, O., Barret, N.W., Lewis, J., Yakout, H., Persia, M.E., 2022. Effect of various concentration of butyric acid on growth performance, intestinal lesion scores, and body composition of broilers raised on used litter.