

DES CONDITIONS DE LOGEMENT N'INFLUENCENT PAS LES EFFETS D'UN CHALLENGE NUTRITIONNEL CHEZ LE POULET DE CHAIR

Michel Virginie¹, Deschamps Caroline², Regrain Nicolas², Devillard Estelle¹, Gady Cécile², Consuegra Jessika¹

¹ ADISSEO European Laboratory of Innovation Science & Expertise, Département R&I en nutrition animale des monogastriques - 20 rue Prosper Monnet, 69190 Saint Fons, France

²ADISSEO Centre d'Expertise et de Recherche en Nutrition - 6 Route Noire, 03600 Malicorne, France

virginie.michel@adisseo.com

RÉSUMÉ

Dans cette étude nous testons la possibilité de réduire le nombre d'animaux dans le cadre d'un modèle nutritionnel en utilisant un ensemble de 24 cages modulaires pour poulets de chair. 108 poussins mâles Ross 308 sont répartis dans quatre groupes. Deux régimes alimentaires sont testés : Contrôle (CTL) et Dysbiose (DYS ; enrichi en seigle et graisses saturées). Deux types de cages sont utilisés : small (S) et large (L) avec 3 et 9 oiseaux/cage respectivement. Les conditions sont répétées 9 fois pour les cages S, et 3 fois pour les L, donnant un total de 27 oiseaux par groupe. Les données ont été analysées par analyse de variance incluant les effets régime (n=2), logement (n=2) et l'interaction. Les performances de croissance et de consommation sur mesurées jusqu'à 28 jours. Aucune interaction significative entre le régime et la cage est observée, seul un effet aliment ressort sur le poids et l'IC. A 28j, le régime DYS a significativement réduit le PV des poulets de -5,6% en cages S et -7,4 % en L par rapport au CTL (P<0,05). L'IC est significativement dégradé avec le DYS de 6,6% sur 0-14j et 7,7% sur 0-28j, quel que soit le type de cage (p<0,01). Aucun facteur n'influence la consommation (NS). Les résultats indiquent que les effets du régime DYS peuvent être reproduits avec succès dans les deux conditions d'hébergement testées. Cette baisse de performances est en ligne avec les résultats précédents rapportés sur le même challenge utilisant environ 2000 animaux au sol (-6% de PV à 28j). Le modèle des petites cages permet d'augmenter le nombre de répétitions expérimentales tout en réduisant le nombre d'animaux requis. Cela offre un plus grand panel de plans expérimentaux et améliore aussi la durabilité des installations expérimentales.

ABSTRACT

Housing conditions do not influence the effects of a nutritional challenge for broilers

In this study, we tested the possibility of reducing the number of animals in a nutritional model using a new set of 24 modular broiler cages. 108 Ross 308 male chicks were divided into four groups. Two diets were tested: Control (CTL) and Dysbiosis (DYS; enriched with rye and saturated fats). Two types of cages were used: small (S) and large (L), with 3 and 9 birds/cage, respectively. The conditions were repeated 9 times for the S cages, and 3 times for the L cages, giving a total of 27 birds per group. Data were analyzed by variance analysis including diets (n=2), housing (n=2) and interaction. Growth and feed intake performance were measured up to 28 days. No significant interaction between diet and cage was observed, only a diet effect on the body weight and FCR. At 28 days, the DYS diet significantly reduced chicken BW by -5.6% in S cages and -7.4% in L cages compared to CTL (P<0.05). FCR was significantly degraded with DYS by 6.6% over 0-14d and 7.7% over 0-28d, irrespective of cage type (P<0.01). No factor influenced the feed consumption (NS). The results indicate that the effects of the DYS diet can be successfully reproduced in the two housing conditions tested, S or L cages. This drop in performance is in line with previous results reported on the same challenge using around 2000 animals on the floor (-6% BW at 28 days). The small-cage model makes it possible to increase the number of experimental repetitions while reducing the number of animals required. This offers a wider range of experimental designs and also improves the sustainability of experimental facilities.

INTRODUCTION

L'expérimentation *in vivo* est essentielle pour la recherche en sciences animales. Cependant, le nombre élevé d'animaux et de répétitions nécessaires à l'obtention de différences biologiques et statistiques limite la flexibilité et l'exécution de certains modèles expérimentaux. Pour que l'expérimentation et la recherche animales soient plus durables et éthiques, il est essentiel de développer de nouveaux modèles et structures expérimentaux permettant de réduire le nombre d'animaux utilisés sans compromettre leur efficacité et la puissance statistique. Ces nouveaux dispositifs permettront aussi d'être en conformité avec la règle des 3Rs (Remplacement, Réduction, Raffinement), piliers des considérations éthiques et de BEA.

Dans ce contexte, nous avons implémenté dans notre station expérimentale un nouveau dispositif de logement basé sur un ensemble de cages expérimentales pour le poulet de chair. Ces cages modulaires peuvent être divisées afin d'élever des groupes d'animaux de taille différente (allant de 1, 3, 6 ou 15 oiseaux par cage), permettant ainsi une conception expérimentale souple quant au nombre d'oiseaux et au nombre de répétitions implémentées.

Pour valider ce dispositif, nous avons mis en place une première étude méthodologique où nous avons mis en œuvre un modèle de challenge nutritionnel appelé Dysbiose (DYS) (inspiré de De Meyer et al., 2019). Ce régime DYS formulé à base de seigle et des tourteaux secondaires induit une augmentation de la part de protéines et de fibres indigestibles, conduisant à des troubles intestinaux comme un déséquilibre de la composition microbienne, une perturbation de l'intégrité intestinale (De Meyer et al., 2019 ; Rhayat et al., 2019). Ce modèle non invasif d'inflammation intestinale n'induit pas de signes cliniques mais se traduit par une mauvaise absorption des nutriments impactant alors les paramètres zootechniques, comme une réduction du gain de poids et de l'efficacité alimentaire (jusqu'à -14% et -13%, De Meyer et al., 2019).

L'objectif de cette étude est donc de valider la reproductibilité de ce régime Dysbiose dans un système de logement modulaire en utilisant un nombre réduit d'animaux. Pour cela, le régime Dysbiose a été administré à des poulets de chair logés dans différents types de cages permettant d'établir des groupes de 3 ou 9 poulets (9 et 3 répétitions respectivement, pour 27 animaux/groupe, soit un total de 108 poulets). Pour procéder à la validation de notre dispositif, les conditions de logement de cet essai ne doivent pas impacter les effets des régimes alimentaires sur les performances des poulets de chair. Aussi, les pertes de performance induites par ce challenge aux poulets logés en cage doivent être non statistiquement différent à celles préalablement observés sur les poulets au sol (Rhayat et al., 2019 ;

Vieco-Saiz et al., 2020 ; -11% et -6% de poids vif par rapport au régime Contrôle).

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et design expérimental

L'essai a été mené au Centre d'Expertise et de Recherche en Nutrition (CERN Adisseo ; Malicorne : Allier). 108 poussins mâles Ross 308 d'un jour ont été approvisionnés du couvoir Auvergne Poussins.

Les animaux ont été répartis dans 24 cages et élevés de 1 à 28 jours. La mise en lot a été effectuée en fonction du poids moyen des poussins à leur arrivée.

Les animaux ont été alloués à 4 traitements selon un dispositif factoriel : l'aliment (n=2) et le type de logement (n=2).

Deux aliments sont utilisés : un régime Control (CTL) et un régime Dysbiose (DYS).

Deux types de cages sont utilisés : petites cages (Small S) d'une surface de 0,52m² et des grandes cages (Large L) de 1,56m. Les surfaces sont conformes aux exigences réglementaires (0,17m²/animal). Les petites cages hébergent chacune 3 poulets, les larges en contiennent 9.

Les deux régimes alimentaires sont distribués dans les deux types de logement pour donner les 4 traitements suivants : CTL-S, CTL-L, DYS-S et DYS-L. Les traitements sont répétés 9 fois pour les cages S et 3 fois pour les L, donnant un total de 27 oiseaux par traitement (Tableau 1).

1.2. Régime alimentaire

Les régimes expérimentaux (Tableau 2) ont été fabriqués à l'usine Euronutrition (St Symphorien, France). Les poulets de chair ont été nourris selon un plan d'alimentation bi phases, démarrage 0-14 jours et croissance 14-28 jours (Tableau 2).

Le régime CTL et DYS ont été formulés pour satisfaire ou dépasser les exigences du National Research Council (Council et al., 1994). Ils sont iso énergétique et iso acides aminés digestibles (Tableau 2).

Le régime DYS, par l'emploi de céréales (comme le seigle) et de tourteaux secondaires (tourteau de colza, graine de soja...) induit une augmentation de la part de protéines et de fibres indigestibles engendrant des troubles au niveau caecal (Rhayat et al., 2019). Ce régime a été complété par de la graisse de porc pour le rendre isocalorique.

L'eau et l'aliment sont distribués à volonté.

1.3. Mesures et analyses statistiques

La mortalité a été enregistrée quotidiennement sur toute la période d'essai. Le poids des poulets morts est noté et la consommation est corrigée. Les poids vifs (PV) individuels, la consommation d'aliment et

l'indice de consommation (IC) collectifs sont mesurés à 14 et 28 jours.

Les données individuelles sont analysées à l'aide du logiciel JMP et/ou R par une analyse de la variance (ANOVA) incluant les effets fixe aliment, type de logement et leur interaction ; le poids initial ayant été mis en co-variable. Les données collectives (consommation et IC) sont analysées selon une procédure GLM du logiciel SAS.

Les analyses de performances sont dans un premier temps réalisé sur les 4 traitements, considérés de manière indépendante. Dans le cas où l'interaction est non significative (NS), et que l'un des deux facteurs ressort significatif, son effet simple ($n=2$) est alors analysé lors d'un T-test. Les seuils de tolérance ont été fixés à 5% pour les effets principaux, et 10% pour les interactions. Les valeurs aberrantes ont été identifiées par l'étude des résidus en utilisant la valeur de 3 comme seuil.

La mortalité est analysée par le test du Khi deux.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

La mortalité globale de l'essai est de 7,4% (8 oiseaux sur 108). Elle n'est pas influencée par le traitement expérimental (NS).

2.1. Performances de poids individuelles

A 28 jours d'âge, le PV est significativement influencé par le régime alimentaire ($p=0,0148$), et il n'est pas impacté par le logement (NS ; $p=0,7517$) (Figure 1). Pour le régime CTL, l'écart de PV final est de 1,8% (soit 33g) entre les poulets en cages S et L (NS, $p=0,6405$ T-test). De la même façon, pour le régime DYS, il y a 0,2% (2,8g) d'écart sur le PV 28j entre les cages S et L (NS, $p=0,4229$ T-test). Les animaux recevant l'aliment DYS ont des PV en fin d'essai significativement inférieurs aux animaux recevant le régime alimentaire standard CTL, quel que soit le logement considéré (PV respectifs de 1711g vs 1830g ; $p=0,0122$; T-test). En comparant ainsi les deux régimes alimentaires entre eux (DYS vs CTL), le régime DYS montre un PV significativement plus bas de -6,5% par rapport au CTL.

Aucune interaction statistique aliment*logement ne ressort sur les poids vifs individuels à 14 et 28 jours (NS ; respectivement $p=0,2131$ et $p=0,7246$). En regardant par type de logement, la dégradation du PV à 28j avec le régime DYS est bien retrouvée dans les deux types de logement S et L. Le régime DYS a significativement réduit le PV des poulets de -5,6% (-101g) en cages S et -7,4% (-136g) en cages L par rapport au CTL. Ainsi, l'efficacité du modèle nutritionnel DYS ne dépend pas du type de cages utilisées. Cette baisse de PV est d'ailleurs en ligne avec des résultats précédents rapportés sur le même déséquilibre nutritionnel lors d'essais au sol où des

pertes de 11% et 6% ont été observées sur le PV à 28 jours (Rhayat et al., 2019 ; Vieco-Saiz et al., 2020), écart similaire à celui obtenu dans la présente étude. Ce modèle nutritionnel est reproductible quel que soit le logement des poulets, en cage ou au sol.

2.2. Performances collectives

Il n'y a pas d'interaction statistique aliment*logement ressortant sur la consommation d'aliments, que ce soit sur la période de démarrage 0-14 jours (NS ; $p=0,9204$) ou la période globale d'essai 0-28 jours (NS ; $p=0,6369$).

Aucun des deux facteurs, que ce soit le régime alimentaire ou le type de logement, n'influencent statistiquement la consommation d'aliment (NS ; Tableau 3). La consommation globale d'aliment 0-28j n'est pas impactée par le type de logement S ou L : 40g d'écart de consommation (soit 1,4g/jour) pour le régime CTL et 96g d'écart (soit 3,4g/jour) pour le régime DYS. Pour un même logement, le régime alimentaire utilisé n'influe pas la prise alimentaire des poulets : 4g d'écart de consommation entre DYS et CTL en cages S, et 60g d'écart en cages L. L'écart un peu plus élevé en cage L peut s'expliquer par le plus grand nombre d'animaux (9 poulets), ce qui peut solliciter une compétition à la mangeoire plus importante. En revanche, la variabilité de consommation (écart-types, Tableau 3) est plus importante dans les cages S avec 3 poulets par rapport aux cages L avec 9 poulets, quel que soit l'aliment distribué : Coefficients de Variation (CV) respectifs de 9,6% et 8,5% pour les régimes CTL et DYS en cages S, contre 3,0% et 3,2% en cages L.

Concernant les résultats des IC, aucune interaction statistique aliment*logement ne ressort sur la période 0-14 jours (NS ; $p=0,1473$) et la période globale 0-28 jours (NS ; $p=0,1143$).

Sur le démarrage 0-14j, l'IC est significativement influencé par le régime alimentaire ($p=0,0007$), sans effet du logement (NS ; $p=0,2006$) (Tableau 3). En prenant l'effet simple du régime, l'efficacité alimentaire est significativement dégradée de 6,6% (0,08 points) avec le régime DYS par rapport au CTL (1,336 vs 1,236 ; $n=12$; $p=0,0256$, T-test). En regardant par type de logement, la dégradation de l'IC est bien retrouvée avec le régime DYS dans les deux types de logement S et L, avec une augmentation de l'IC de 5% (+0,06 points) en cages S et 11,4% (+0,14) en cages L par rapport au CTL.

L'analyse de l'IC global 0-28j montre également un effet significatif de l'aliment ($p<0,0001$), l'effet cage étant absente (NS, $p=0,1443$). Comme pour le démarrage, le régime alimentaire DYS impacte négativement l'IC 0-28j, quel que soit le type de logement considéré. Les poulets recevant le régime alimentaire ont des IC plus élevés (1,390 en cages S et 1,442 en cages L) que ceux ayant le régime standard

CTL (1,302 en cages S et 1,306 en cages L) (Tableau 3). En moyenne, tout type de logement confondu, le régime DYS dégrade de 7,7% l'IC global : 1,403 vs 1,303 pour le CTL ($p < 0,0001$, T-test). Ces résultats se confortent avec ceux observés précédemment, où le même déséquilibre nutritionnel a engendré une perte d'IC allant de +4 à +5% (Rhayat et al., 2019 ; Vieco-Saiz et al., 2020).

En regardant par type de logement, la dégradation des IC est bien retrouvée avec le régime DYS dans les deux types de logement S et L. Sur 0-28j, le régime DYS a significativement augmenté l'IC de 6,8% (+0,09 points) en cages S et 10,4% (+0,14) en cages L par rapport au CTL. Les résultats du modèle nutritionnel DYS sur l'efficacité alimentaire ne dépendent donc pas du type de cages utilisées.

Tout comme pour la consommation, les écart-types sont réduits dans les grandes cages (Tableau 3) ; CV moyen de 1,3% pour les cages L contre 3,7% pour les S. Cet écart type moindre dans les grands groupes s'explique par les résultats réalisés sur un « animal moyen » basé sur 9 poulets et non 3. En effet, si un animal dans un environnement collectif ressort exceptionnellement performant ou à l'inverse exceptionnellement mauvais, ce dernier aura moins d'impact dans un groupe de 9 que dans un groupe de 3.

CONCLUSION

Les résultats de l'étude montre qu'il n'y aucune interaction entre le type de logement et le régime alimentaire sur les performances de croissance et d'efficacité alimentaire des poulets jusqu'à 28 jours

d'âge. De la même façon, aucun effet cage ne ressort sur ces paramètres.

Les baisses de performances observées à 28 jours, que ce soit sur le PV ou l'IC, sont en ligne avec des résultats précédents rapportés sur le régime DYS lors d'essais au sol utilisant jusqu'à 2900 poulets, avec 12 répétitions de 25 poulets (Rhayat et al., 2019). Les effets recherchés avec le régime DYS peuvent être reproduits avec succès dans les deux conditions d'hébergement testées ; une baisse de performances est obtenue dans les cages S et L. Avec un écart type sur l'IC plus élevé sur le modèle de cages S, un calcul de puissance statistique définit une taille totale d'échantillon de 16, soit un échantillon de 8 répétitions par régime (G.Power 3.1.9.7) dans le cadre de ce même challenge dysbiose pour retrouver l'écart significatif de 7% sur l'IC. Le modèle des petites cages permet d'augmenter le nombre de répétitions expérimentales tout en réduisant le nombre d'animaux requis et conservant la puissance statistique adéquate.

La flexibilité de ces cages modulables offre un grand panel de plans expérimentaux et améliore aussi la durabilité des installations expérimentales. Ce dispositif de cages modulables a permis de reproduire et valider le modèle d'inflammation intestinale Dysbiose. À terme il est important de valider l'utilisation de ce dispositif sur d'autres modèles permettant d'étudier différentes solutions pour la prévention ou le contrôle des troubles intestinaux et/ou immunitaires. Ces cages permettent aussi des mesures de digestibilité. Il serait également intéressant de mesurer l'impact des groupes d'animaux sur la qualité des mesures, ou bien encore de s'intéresser au comportement alimentaire des poulets selon s'ils sont par groupe de 3 ou de 9 dans ces modules.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

De Meyer F., Eeckhaut V., Ducatelle R. et al. 2019. Host intestinal biomarker identification in a gut leakage model in broilers. *Veterinary Research*, (50), 46

Rhayat L., Choi P. et al. 2019. Effect of two different challenge models inducing dysbiosis on performance and gut health status of broilers. [Poster 125-IHSIG2019]. IHSIG – Rome, Italy.

Vieco-Saiz N., Mellouk A. et al. 2020. Effects of rye and guar gum enriched diets on chicken broilers performances and microbiota composition, diversity and activity. [Poster 125-ICPIH2021]. IHSIG - Cartagena, Colombia

Tableau 1. Design expérimental de l'étude

Traitement	Aliment	Type cage	Nombre cage / traitement	Nombre poulet total / traitement
T1	Control	Small (3 poulets)	9	27
T2	Control	Large (9 poulets)	3	27
T3	Dysbiose	Small (3 poulets)	9	27
T4	Dysbiose	Large (9 poulets)	3	27
			24	108

Tableau 2. Composition des régimes alimentaires

Matière première (%)	Starter: 0-14 jours		Grower: 14-28 jours	
	Control	Dysbiose	Control	Dysbiose
Blé tendre	45,0	43,0	40,0	48,0
Maïs	9,0	-	18,9	-
Tourteau de soja 48	32,2	23,3	30,0	20,4
Huile de soja	5,0	3,0	5,0	3,0
Seigle	-	6,0	-	5,0
Saindoux	-	3,9	-	4,5
Graine de soja extrudée	3,0	6,0	-	4,0
Tourteau de tournesol LP	1,5	2,0	2,0	3,0
Tourteau de colza déshuilé	0,6	6,0	-	8,0
Sel	0,2	0,2	0,2	0,2
Phosphate bicalcique	1,6	1,5	1,4	1,5
Carbonates	0,6	0,6	0,7	0,5
Premix	0,5	0,5	0,5	0,5
Acides Aminés synth.	0,9	0,9	1,2	1,4
Valeurs nutritionnelles analysée (%)				
Protéine	22,1	22,4	20,8	21,0
Matière grasse	7,3	9,3	7,0	9,4
Minéraux	5,2	5,4	5,1	5,2
Cellulose	3,6	4,2	2,9	4,5
Amidon	33,3	31,0	37,5	32,9

Figure 1. Poids vifs individuels (en gramme) des poulets

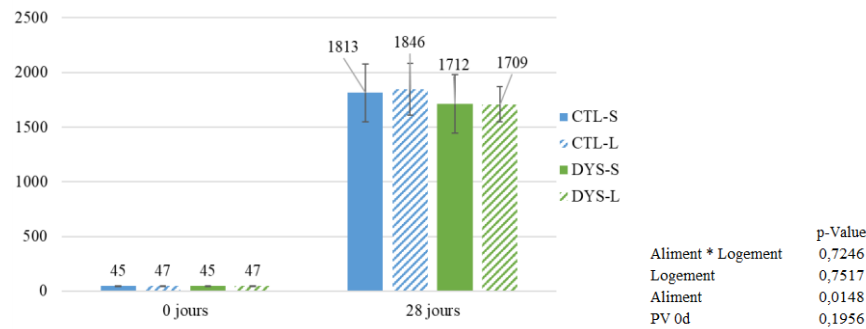


Tableau 3. Performances de consommation et IC collectifs sur 0-28 jours

ALIMENT	LOGEMENT	Conso 0-28j		IC 0-28j	
		μ	σ	μ	σ
CONTROL	Small (x3)	2306	222	1,302	0,048
	Large (x9)	2346	69	1,306	0,013
DYSBIOSE	Small (x3)	2309	196	1,390	0,054
	Large (x9)	2405	77	1,442	0,021
P-Value	Aliment * Logement	0,6369		0,1143	
	Logement	0,2607		0,0669	
	Aliment	0,5954		<0,0001	