

EFFET D'UN APPORT DE TRYPTOPHANE SUR LA CROISSANCE ET LE COMPORTEMENT DE LA CAILLE

Yildirim Arda¹⁻², Kraïmi Narjis², Constantin Paul², Mercierand Frédéric³, Leterrier Christine²

¹ *Department of Animal Science, Agriculture Faculty, Gaziosmanpaşa University,
60250 TOKAT, Turquie*

² *UMR85 Physiologie de la Reproduction et des Comportements, INRA, CNRS, IFCE, Université de
Tours, Centre Val de Loire, 37380 NOUZILLY, France*

³ *UE PEAT, INRA, Centre Val de Loire, 37380 NOUZILLY, France*

Christine.Leterrier@inra.fr

RESUME

Des apports importants de tryptophane (Trp) dans l'alimentation peuvent réduire des comportements délétères chez les poules pondeuses, sans que l'on sache si cet effet est généralisable à d'autres espèces. D'autre part, le Trp peut être utilisé par certaines bactéries pour la synthèse de composés indoliques aux effets délétères sur le comportement de l'hôte, c'est pourquoi nous avons fait l'hypothèse qu'un probiotique pourrait éviter les effets défavorables attribuables aux composés indoliques et améliorer l'effet du Trp. Nous avons donc étudié si une forte supplémentation de Trp (2 % de l'aliment) et/ou avec un probiotique avaient un impact sur le comportement chez la caille dans un dispositif factoriel. Les 120 cailles ont été assignées à 4 traitements : Témoin (0,29 % de Trp dans l'aliment), Trp (2% de Trp dans l'aliment), Pro (aliment témoin, probiotique dans la boisson), Trp-Pro (2 % de Trp et probiotique dans l'eau). Nous avons mesuré le poids, la motivation sociale et la réactivité émotionnelle. Le poids est significativement réduit par l'apport de Trp jusqu'à 41 jours ($P < 0,05$), et l'effet probiotique sur le poids n'est pas significatif. La motivation sociale mesurée lors d'un test de regroupement n'est modifiée par aucun des deux facteurs, mais elle tend à être réduite chez les cailles recevant du Trp (lots Trp et Trp-Pro) lors de l'isolement social ($P = 0,06$). L'apport de Trp augmente la réactivité émotionnelle mesurée dans le test d'open-field ($P < 0,05$), mais le Trp et le probiotique sont sans effet sur l'immobilité tonique. En conclusion, l'apport de Trp, sans doute trop élevé dans cette espèce, a des effets défavorables qui ne sont pas modulés par l'apport du probiotique.

ABSTRACT

Effect of Tryptophan supplementation on growth and behaviour in quail

High Tryptophan (Trp) supplementation has been shown to reduce deleterious behaviour in laying hens, however this effect is not established in other species. Moreover, Trp may be used by bacteria for the synthesis of indolic compounds that have negative consequence on host behaviour, and we hypothesized that probiotics (Pro) may avoid these negative effects of indolic compounds and emphasize the effect of Trp. We investigated whether a supplementation with Trp (2% of the diet) and/or a probiotic would influence live weight and behaviour in Japanese quails. Quails ($n = 120$) were assigned to 4 treatments in a 2×2 factorial arrangement: Témoin (Control diet: 0.29 % Trp in the diet), Trp (2% of Trp in the diet), Pro (Control diet and probiotic in water), Trp-Pro (Trp and Pro supplementation). We investigated their influence on body weight, social motivation and emotional reactivity. Body weight was significantly impaired by Trp supplementation (Trp and Trp-Pro groups) up to 41 d ($P < 0.05$), while the treatment Pro had no effect on body weight. Social motivation measured in the reinstatement test was influenced nor by Trp neither by Pro supplementation, but it tended to be reduced in quails fed with Trp (Trp and Trp-Pro groups) in the isolation test ($P = 0.06$). Trp increased emotional reactivity in the open-field tests ($P < 0.05$), but Trp and Pro had no effect on tonic immobility. As a conclusion, in quail, this supplementation was probably too high for this species and it had a negative effect on growth and social motivation, without modulation by probiotic supplementation.

INTRODUCTION

Le tryptophane (Trp), acide aminé essentiel pour les monogastriques, joue de nombreux rôles dans la nutrition et la physiologie, particulièrement la prise alimentaire, les fonctions neurologiques et l'immunité. De plus, il est un précurseur de la sérotonine (5-hydroxytryptamine, 5-HT), de la mélatonine et de la niacine. La sérotonine est un médiateur de l'axe intestin-cerveau qui agit comme neurotransmetteur, régule la motilité et les sécrétions gastro-intestinales, intervient dans la modulation du sommeil, de l'humeur, de l'appétit et de la cognition, et intervient dans de nombreuses maladies neurologiques. Chez l'oiseau, le Trp peut affecter le comportement *via* la régulation sérotoninergique. Des supplémentations en Trp ont permis de réduire l'agressivité et les réponses de stress chez des animaux de ferme (Savory et al, 1999 ; Crozo et al, 2005 ; Koopmans et al, 2005 ; Poletto et al, 2010) et de réduire le picage chez des poules pondeuses (van Hierden et al, 2004).

Cependant, certaines bactéries peuvent utiliser le Trp pour produire de l'indole et des composés indoliques (propionate et acétate d'indole) (Nowak et al, 2008). Or, ces composés indoliques seraient des médiateurs de l'axe intestin-cerveau qui favorisent les comportements d'anxiété (Crumeyrolle-Arias et al, 2014). Nous avons donc fait l'hypothèse qu'un apport de probiotiques permettrait d'éviter cet effet négatif de l'indole synthétisé par les bactéries du tube digestif sur les comportements. Les probiotiques sont des préparations microbiennes ou des composants de cellules microbiennes qui ont un effet bénéfique sur la santé et qui peuvent, entre autre, réduire l'absorption de certaines substances toxiques telles que l'indole (Marco et al, 2006).

Pour étudier l'effet d'un apport de Trp sur le comportement des oiseaux d'élevage, nous nous sommes basés sur la concentration de 2% dans l'aliment, concentration utilisée par van Hierden et al (2004) pour réduire le picage chez les poules pondeuses. Pour éviter d'éventuels effets sur la sécrétion d'indole, nous avons croisé cet apport avec l'apport d'un probiotique. Pour cela, nous avons utilisé comme modèle d'étude la caille japonaise car le comportement de peur et le comportement social sont particulièrement bien caractérisés dans cette espèce.

MATERIEL ET METHODES

Le protocole a été évalué et approuvé par le comité d'éthique Centre Val de Loire (ref. 2015-19).

A l'éclosion, 120 cailleaux ont été répartis en 4 groupes de 30 cailleaux recevant un aliment enrichi ou non en Trp et/ou du probiotique dans l'eau de boisson : Témoin, Trp (2,00% de Trp dans l'aliment), Pro (1×10^9 cfu/L d'eau de boisson de *Pediococcus acidilactici*, Bactocell ME®, Lallemand), Trp-Pro (Tryptophane et Probiotique). Le probiotique a été choisi parce que des effets sur le comportement des cailles ont déjà été montrés (Parois, 2014). Les deux aliments (Témoin à 0,29% de Trp et expérimental à 2,00% de Trp) étaient iso-énergétiques et iso-protéiques (EM = 3000 kcal ; PB = 22%). Ils sont composés des mêmes matières premières et l'écart de Trp entre les deux aliments (1,71%) est apporté sous forme de Trp de synthèse.

Chaque groupe est réparti dans 3 cages de 10 cailleaux jusqu'à 21 jours d'âge. A 3 semaines d'âge, les mâles et les femelles sont répartis dans des cages différentes (2 cages de 7 à 8 cailles par sexe et par groupe). Les programmes de température et d'éclairage sont standards. L'eau et l'aliment sont fournis *ad-libitum*.

Les animaux sont pesés chaque semaine et la fente cloacale est mesurée à J34 et J48 pour observer les effets sur le développement qui pourraient interférer avec les comportements.

Comportement social

La motivation sociale est mesurée entre J14 et J16. Chaque cailleau est placé sur un tapis roulant immobilisé, à distance d'un groupe de cinq autres cailleaux maintenus dans une cage grillagée. Quand le cailleau s'approche de ses congénères, le tapis roulant est déclenché et maintient le cailleau à une distance d'environ 30 cm de ses congénères. La distance ainsi parcourue pendant un test de 5 minutes (DistSR) permet de quantifier la motivation sociale de l'animal.

La réaction à l'isolement social est mesurée à J22-24. L'animal est placé seul dans une boîte remplie de copeaux qu'il connaît car il y a séjourné précédemment en groupe. Les déplacements lors de l'isolement (DistIso) sont mesurés avec un logiciel de trajectométrie (EthoVision, Noldus, ND). Les animaux sociaux sont très perturbés dans ce test et font de nombreux déplacements le long des parois en appelant leurs congénères.

La motivation sexuelle est mesurée à 51 jours chez les mâles en utilisant le dispositif du tapis roulant et en mesurant la distance parcourue (DistSexR) pendant 5 minutes pour rejoindre un groupe de 3 femelles du même âge.

Réactivité émotionnelle

Elle a été évaluée par un test d'immobilité

tonique à l'âge de 7 ou 8 jours et un test d'open-field à J28-29. Lors du test d'immobilité tonique, l'animal est maintenu sur le dos pendant 10 secondes et on mesure le temps qu'il met à se redresser, c'est-à-dire la durée d'immobilité tonique qui représente la propension de l'animal à exprimer des comportements de peur. Le test est arrêté au bout de 300 s et de 5 essais pour induire ce comportement.

Le test d'open-field a été effectué à 28 et 29 jours d'âge dans une arène de 80 x 80 x 50 cm. Ce test permet de mesurer la réactivité émotionnelle des animaux qui, placés au centre de cette arène inconnue, se déplacent d'autant moins vers la périphérie qu'ils ont peur, alors que les animaux moins peureux se déplacent davantage et explorent la périphérie de l'arène. La distance parcourue dans les différentes parties de l'arène est analysée automatiquement avec un logiciel de trajectométrie (Ethovision XT 7 Noldus Technology, Wageningen, The Netherlands).

Analyses statistiques

L'unité statistique est l'animal. Les données normales ont été analysées au moyen d'une ANOVA à deux facteurs (effet du Trp, effet du probiotique) au moyen du logiciel XLSTAT (2015). Un test LSD-Fisher a ensuite été utilisé pour comparer les groupes. Les données non normales ont été analysées au moyen de tests non paramétriques : Kruskal-Wallis pour les comparaisons des 4 groupes, test U de Mann-Whitney pour comparer les groupes deux à deux. Les nombres d'animaux exprimant ou non un comportement dans les groupes ont été comparés par un test de χ^2 . Les données sont exprimées en moyenne $\pm$ erreur standard de la moyenne (SEM).

RESULTATS

Poids vif

Il n'y a pas d'interaction entre l'effet de l'apport de Trp et de probiotique sur le poids des animaux (ANOVA, $P > 0,05$). Les cailles recevant un fort apport de Trp sont significativement plus légères que les cailles ayant un apport normal à J6, 13, 20, 27, 34, and 41 (ANOVA, $P = 0,05$; $P = 0,01$; $P = 0,01$; $P = 0,04$; $P = 0,030$ et $P = 0,05$ respectivement ; Figure 1), mais cet effet disparaît à partir de 48 jours (ANOVA, $P > 0,05$). L'administration du probiotique n'a pas d'effet sur le poids.

L'apport de Trp réduit la fente cloacale à J34 chez les animaux Trp et cette réduction est compensée par l'apport du probiotique chez les

cailles Trp-Pro (Interaction entre effet Trp*effet Pro, $P = 0,01$; Figure 2). A J48, cette fente tend à rester plus réduite chez les cailles recevant la forte supplémentation en Trp (ANOVA, $P = 0,07$).

Comportement social

Il n'y a pas d'interaction entre l'effet de l'apport de Trp et de probiotique sur la motivation sociale mesurée par la distance parcourue sur le tapis roulant (DistSR : Témoin, 750 ± 115 ; Trp, 558 ± 119 ; Pro, 706 ± 108 ; Trp-Pro, 685 ± 125 u.a. ; Kruskal-Wallis test, $P > 0,10$). Néanmoins, la proportion de cailles qui se déplacent pour rejoindre les congénères tend à être moins élevée chez les animaux qui consomment un taux élevé de Trp ($85,5\%$ vs $70,6\%$; χ^2 , $P = 0,06$).

Il n'y a pas d'interaction entre l'effet de l'apport de Trp et de probiotique sur la distance parcourue dans l'arène lors du test d'isolement social (ANOVA, $P > 0,10$). Les cailles avec un fort apport de Trp parcourent une distance qui tend à être plus faible que chez les cailles avec un apport normal (Figure 2 ; ANOVA, $P = 0,06$).

Il n'y a pas d'effet de l'apport de Trp, de probiotique et de l'interaction sur la motivation sexuelle des mâles mesurée à 51 jours d'âge (DistSexR : Témoin, 886 ± 212 ; Trp, 1155 ± 275 ; Pro, 866 ± 203 et Trp-Pro, 999 ± 238 u.a. ; Kruskal-Wallis test, $P > 0,10$).

Réactivité émotionnelle

Il n'y a pas d'effet de l'apport de Trp, de probiotique et de l'interaction sur le nombre d'inductions et la durée d'immobilité tonique (nombre d'inductions : Témoin, $2,0 \pm 0,2$; Trp, $1,9 \pm 0,3$; Pro, $2,2 \pm 0,2$ and Trp-Pro, $1,9 \pm 0,2$; Kruskal-Wallis test, $P > 0,10$; durée de l'immobilité : Témoin, 60 ± 8 ; Trp, 45 ± 5 ; Pro, 44 ± 7 et Trp-Pro, 57 ± 8 s ; $P > 0,10$).

Dans le test d'open-field, il n'y a pas d'interaction entre l'effet du Trp et du Pro. Le fort apport de Trp a réduit le temps passé en zone périphérique (Figure 4 ; ANOVA, $P = 0,05$), sans effet sur la distance totale parcourue, ce qui signifie que la réactivité émotionnelle est augmentée chez ces animaux.

CONCLUSION

En conclusion, chez la caille, on ne retrouve pas l'effet favorable d'un apport élevé de Trp sur le comportement social qui a été observé chez la poule pondeuse. Bien que nous ayons calibré l'apport au poids de la caille en utilisant une concentration

constante et non un apport absolu constant, cet apport est sans doute trop élevé dans cette espèce un effet défavorable sur la croissance et module plutôt négativement la motivation sociale et la réactivité émotionnelle. L'apport du probiotique ne permet pas de compenser les effets défavorables du Trp sur la croissance pondérale et le comportement. Ces travaux confirment qu'il existe bien un effet de l'apport de Trp sur le comportement et suggèrent qu'une dose excessive peut même inverser ces effets. Il est donc nécessaire d'étudier les lois de dose-réponse afin de savoir si ce levier alimentaire pourrait contribuer à l'amélioration du comportement social et à la réduction du stress chez les volailles.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'ensemble des personnes du Pôle d'Expérimentation Avicole de Tours qui ont participé à cette expérience, en particulier Sandrine Rivière, Joël Delaveau et Christophe Rat pour la production des cailloteaux, Nicolas Besne pour la fabrication des aliments et les personnes de l'équipe Comportement, Neurobiologie, Adaptation de l'UMR PRC. Ce travail a bénéficié du soutien financier de l'INRA, de l'UMR85 et du programme de bourses de recherche post-doctorale internationale du Conseil de recherche scientifique

et technologique de Turquie (TUBITAK, Grant No. BIDEB-2219).

REFERENCES

- Corzo A, Kidd MT, Thaxton JP, Kerr BJ 2005. Dietary tryptophan effects on growth and stress responses of male broiler chicks. *British Poultry Science* 46, 478–484.
- Crumeayrolle-Arias M, Jaglin M, Bruneau A, Vancassel S, Cardona A, Dauge V, Naudon L and Rabot S 2014. *Psychoneuroendocrinology* 42, 207–217.
- Koopmans S, Ruis M, Dekker R, Vandiepen H, Korte M and Mroz Z 2005. *Physiology & Behavior* 85, 469–478.
- Marco M, Pavan S, Kleerebezem, M. 2006. *Current Op. Biotechnol.* 17, 204–210.
- Nowak A, Arabski M, Libudzisz Z. 2008. *Food technol. Biotechnol.* 46, 299–304.
- Parois S. 2013. Master 2 Biologie, Agronomie, Santé. Rennes 1.
- Poletto R, Meisel RL, Richert BT, Cheng HW and Marchant-Forde JN 2010. *Applied Animal Behaviour Science* 122, 98–110.
- Savory CJ, Mann JS and Macleod MG 1999. *British Poultry Science* 40, 579–584.
- van Hierden YM, Koolhaas JM and Korte SM 2004. *Applied Animal Behaviour Science* 89, 71–84.

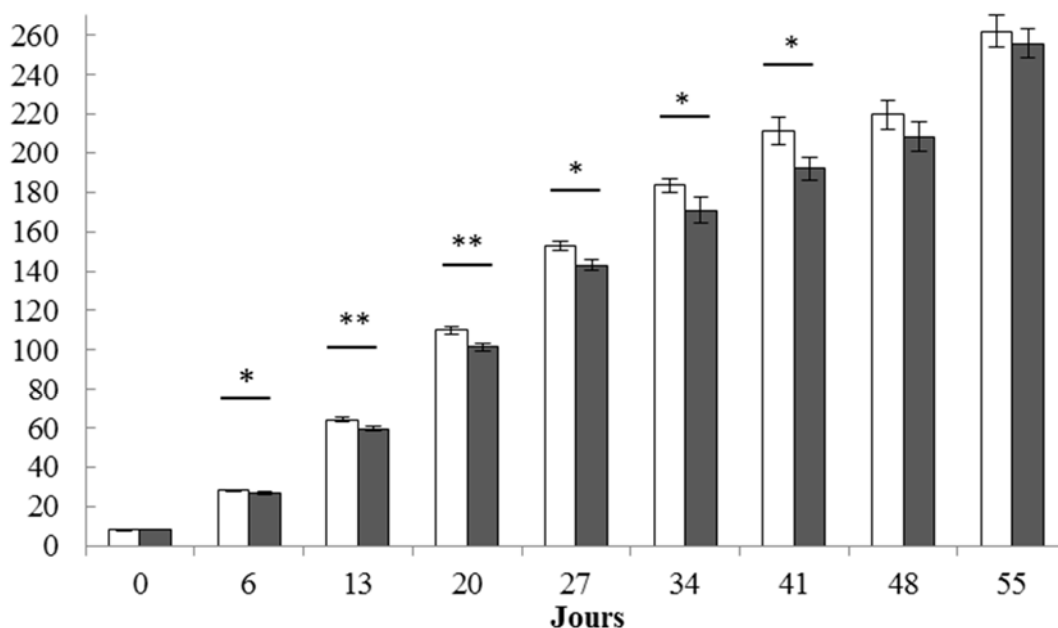


Figure 1. Poids (g) des animaux recevant un taux normal (groupe Témoin et groupe Pro, □) ou élevé de tryptophane (groupe Trp et groupe Trp-Pro, ■). ANOVA, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$.

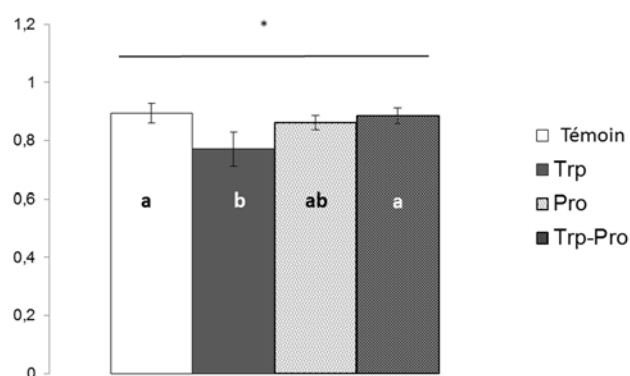


Figure 2. Longueur de la fente cloacale (cm) mesurée à J34 (Les lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de $P = 0,05$).

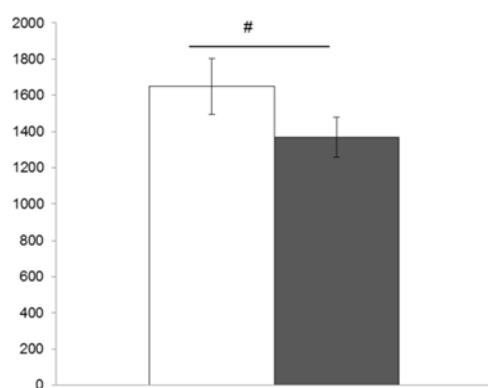


Figure 3. Distance parcourue (u.a) lors de l'isolement social chez les animaux recevant un taux normal (groupe Témoin et groupe Pro, □) ou élevé de tryptophane (groupe Trp et groupe Trp-Pro, ■). ANOVA, $^{\#}P = 0.058$.

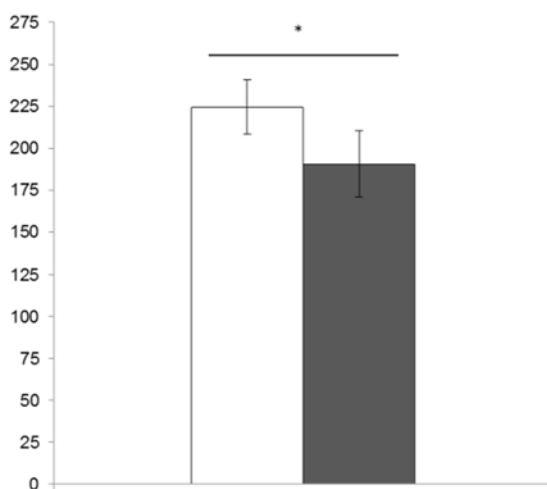


Figure 4. Temps (s) passé en zone périphérique de l'open-field chez les animaux recevant un taux normal (groupe Témoin et groupe Pro, □) ou élevé de tryptophane (groupe Trp et groupe Trp-Pro, ■). (ANOVA, $^*P = 0.049$). Une réduction du temps passé dans cette zone indique que la réactivité émotionnelle est augmentée.