

L'ajout d'acide formique dans l'aliment n'améliore pas les performances de croissance et ne mitige pas les effets de la coccidiose chez le poulet de chair

SARA AOUISSI¹, JACINTHE JULIEN², VINCENT DEMERS-CARON², JEAN-PIERRE CLÉMENT^{3,4}, MOHAMED EL AMINE KHATIR¹, MARIE-PIERRE LÉTOURNEAU-MONTMINY¹, CARL JULIEN^{1,2}

¹Université Laval, Québec, QC, ²Centre de recherche en sciences animales de Deschambault (CRSAD), Deschambault, QC, ³Institut intelligence et données (IID), Université Laval, Québec, QC, ⁴Institut sur la Nutrition et les Aliments Fonctionnels (INAF), Université Laval, Québec, QC

Contexte

La coccidiose aviaire engendre des pertes de plusieurs milliards de dollars à l'échelle mondiale. La maladie, causée par le parasite *Eimeria* qui affecte la santé digestive et la conversion alimentaire des poulets, est le principal facteur de risque de l'entérite nécrotique et peut mener à des taux de mortalité importants. Depuis les années 70, les médicaments anticoccidiens sont utilisés, mais pour la production biologique, la réglementation, la demande des consommateurs et pour contrer la résistance aux médicaments, des alternatives aux anticoccidiens sont nécessaires. Même si des vaccins se sont développés et sont disponibles, leur efficacité nécessite des pratiques d'élevage supplémentaires et une gestion à la ferme plus stricte.

Objectif: Évaluer l'effet d'un acidifiant alimentaire à base d'acide formique (AF) chez le poulet de chair avec et sans infection à la coccidiose.

Approche de recherche

- L'utilisation des animaux a été approuvée par le comité de protection des animaux du CRSAD (CPA-CRSAD).
- Les essais se sont déroulés au CRSAD, Deschambault, Québec.
- 47 mâles Ross 308/parquet, 8 répétitions, aléatoirement assignés à 7 traitements (Tableau 1).
- 3 phases alimentaires (0-10j; 10-20j; 20-34j).
- Inoculation avec 200 000 oocystes d'*Eimeria* sporulés d'espèces mixtes de terrain.
- Mesures:**
 - Performances de croissance.
 - Mesures de composition corporelle et de minéralisation osseuse par ostéodensitométrie.
 - Scores intestinaux et décomptes d'oocystes excrétés totaux et par espèce, par microscopie et par PCR quantitative au j20-21.
 - Évaluation technico-économique en fonction des coûts d'aliment et des additifs et du gain de poids.
 - Analyses de *C. perfringens*, *E. coli* et *Salmonella* spp par qPCR et du microbiote cœcal par séquençage 16S aux j21 et j34.
 - Le pH et l'humidité de la litière et le pH du contenu du gésier, de l'iléon et du cæcum ont été mesurés aux j21 et j34.

Tableau 1. Traitements de l'essai.

| Traitements | Description |
|-------------|---|
| T1 | Oiseaux non inoculés |
| T2 | Oiseaux inoculés par <i>Eimeria</i> |
| T3 | T2 + BMD®/Maxiban®-Monteban® |
| T4 | T1 + 6 kg/t acidifiant alimentaire à base d'AF |
| T5 | T1 + 10 kg/t acidifiant alimentaire à base d'AF |
| T6 | T2 + 6 kg/t acidifiant alimentaire à base d'AF |
| T7 | T2 + 10 kg/t acidifiant alimentaire à base d'AF |



La coccidiose diminue les performances de croissance, mais l'AF n'a pas d'effet

Tableau 2. Données de performances zootechniques et de mortalité de l'essai.

| Mesures | Traitements | | | | | | | Erreur std | Valeur p |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|------------|------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | | |
| Poids (kg) | | | | | | | | | |
| J0 | 0.036 | 0.037 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.036 | 0.0002 | 0.8173 |
| J10 | 0.274 ^b | 0.272 ^{bc} | 0.284 ^a | 0.266 ^c | 0.275 ^{bc} | 0.270 ^{bc} | 0.275 ^{bc} | 0.003 | 0.0018 |
| J20 | 0.922 ^b | 0.805 ^c | 0.958 ^a | 0.905 ^b | 0.927 ^b | 0.805 ^c | 0.825 ^c | 0.010 | <.0001 |
| J34 | 2.567 ^b | 2.394 ^d | 2.640 ^a | 2.444 ^{cd} | 2.490 ^c | 2.285 ^e | 2.411 ^d | 0.026 | <.0001 |
| CV à J34 (%) | 2.12 | 1.68 | 2.54 | 2.74 | 4.91 | 3.51 | 2.18 | | |
| Gain moyen quotidien (g/j) | | | | | | | | | |
| J0-J10 (Phase 1) | 23.78 ^b | 23.58 ^{bc} | 24.76 ^a | 22.96 ^c | 23.87 ^b | 23.40 ^{cd} | 23.83 ^b | 0.32 | 0.0017 |
| J10-J20 (Phase 2) | 64.75 ^b | 53.23 ^d | 67.43 ^a | 63.90 ^b | 65.22 ^b | 53.46 ^{cd} | 55.01 ^c | 0.78 | <.0001 |
| J20-J34 (Phase 3) | 117.55 ^a | 113.49 ^b | 120.10 ^a | 109.95 ^c | 111.67 ^{bc} | 105.73 ^d | 113.29 ^b | 1.51 | <.0001 |
| J0-J20 | 44.26 ^{bc} | 38.41 ^d | 46.09 ^a | 43.43 ^c | 44.54 ^{cd} | 38.43 ^d | 39.42 ^d | 0.51 | <.0001 |
| J10-J34 | 95.55 ^b | 88.38 ^d | 98.15 ^a | 90.76 ^{cd} | 92.30 ^c | 83.95 ^d | 89.01 ^{cd} | 1.03 | <.0001 |
| J0-J34 | 74.44 ^b | 69.32 ^d | 76.57 ^a | 70.82 ^{cd} | 72.17 ^c | 66.14 ^d | 69.84 ^{cd} | 0.78 | <.0001 |
| Consommation (g/j) | | | | | | | | | |
| J0-J10 (Phase 1) | 28.24 | 27.73 | 29.17 | 27.85 | 28.48 | 28.32 | 28.62 | 0.45 | 0.2488 |
| J10-J20 (Phase 2) | 80.89 ^a | 74.29 ^b | 83.78 ^a | 81.35 ^b | 82.64 ^a | 74.41 ^b | 75.98 ^b | 1.16 | <.0001 |
| J20-J34 (Phase 3) | 170.67 ^b | 165.46 ^{bcd} | 171.62 ^a | 168.73 ^{abc} | 163.75 ^{cd} | 160.77 ^d | 165.80 ^{bcd} | 2.51 | 0.0034 |
| J0-J20 | 54.57 ^a | 51.01 ^b | 56.47 ^a | 54.60 ^a | 55.67 ^a | 51.37 ^b | 52.30 ^b | 0.72 | <.0001 |
| J10-J34 | 133.27 ^{ab} | 127.47 ^{cd} | 135.02 ^a | 132.32 ^{bc} | 129.99 ^{cd} | 124.79 ^d | 128.38 ^c | 1.59 | <.0001 |
| J0-J34 | 102.38 ^{ab} | 98.14 ^{de} | 103.89 ^a | 101.59 ^{bc} | 100.13 ^{cd} | 96.41 ^e | 99.04 ^{cd} | 1.17 | <.0001 |
| Conversion alimentaire | | | | | | | | | |
| J0-J10 (Phase 1) | 1.188 | 1.176 | 1.178 | 1.213 | 1.193 | 1.211 | 1.202 | 0.016 | 0.4045 |
| J10-J20 (Phase 2) | 1.250 ^b | 1.396 ^c | 1.242 ^b | 1.274 ^b | 1.270 ^b | 1.393 ^d | 1.382 ^d | 0.018 | <.0001 |
| J20-J34 (Phase 3) | 1.452 ^b | 1.458 ^b | 1.429 ^b | 1.536 ^c | 1.465 ^b | 1.520 ^c | 1.464 ^b | 0.018 | 0.0003 |
| J0-J20 | 1.233 ^{bc} | 1.328 ^d | 1.225 ^c | 1.258 ^{cd} | 1.249 ^{cd} | 1.337 ^d | 1.328 ^d | 0.014 | <.0001 |
| J10-J34 | 1.395 ^{cd} | 1.443 ^d | 1.375 ^c | 1.459 ^{de} | 1.407 ^{cd} | 1.486 ^e | 1.442 ^{bc} | 0.013 | <.0001 |
| J0-J34 | 1.376 ^{cd} | 1.416 ^{de} | 1.357 ^{bc} | 1.435 ^{de} | 1.386 ^{cd} | 1.457 ^e | 1.418 ^{bc} | 0.012 | <.0001 |
| Mortalités (%) | | | | | | | | | |
| J0-J10 (Phase 1) | 1.06 | 1.86 | 1.86 | 2.39 | 1.85 | 1.06 | 1.33 | 0.69 | 0.7790 |
| J10-J20 (Phase 2) | 0.81 | 0.54 | 0.55 | 0.81 | 0.29 | 1.89 | 0.28 | 0.47 | 0.1928 |
| J20-J34 (Phase 3) | 0.59 | 1.78 | 0.29 | 0.61 | 1.03 | 0.00 | 0.29 | 0.49 | 0.1906 |
| J0-J20 | 1.87 | 2.41 | 2.41 | 3.20 | 2.12 | 2.95 | 1.61 | 0.88 | 0.8416 |
| J10-J34 | 1.40 | 2.32 | 0.84 | 1.42 | 1.35 | 1.89 | 0.57 | 0.66 | 0.4883 |
| J0-J34 | 2.46 | 4.18 | 2.70 | 3.81 | 3.16 | 2.95 | 1.90 | 1.02 | 0.7017 |

Les moyennes des moindres carrées ± l'erreur standard sont présentées. Les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$. Conversion alimentaire, quantité d'aliment consommé/gain de poids. CV, coefficient de variation.

L'ajout d'AF dans l'aliment n'est pas rentable

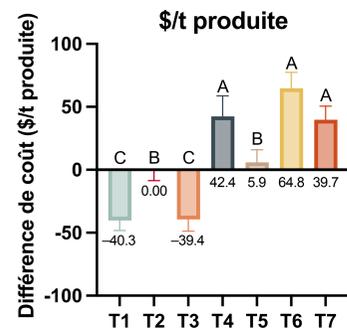


Figure 1. Différences des coûts de l'aliment ingéré et des additifs de l'essai par rapport au gain de poids produit (\$/t produit) en référence au T2. Les barres représentent les moyennes ± l'erreur type. Les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$.

Résultats et applications

L'ajout d'acide formique dans l'aliment n'a pas d'effet anticoccidien

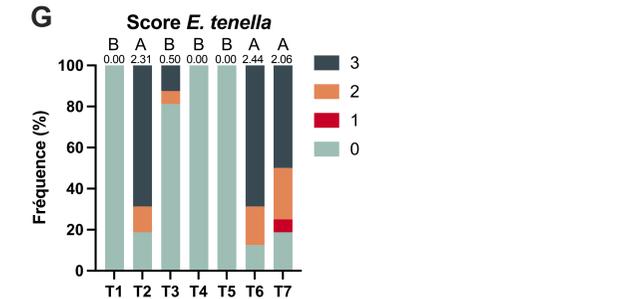
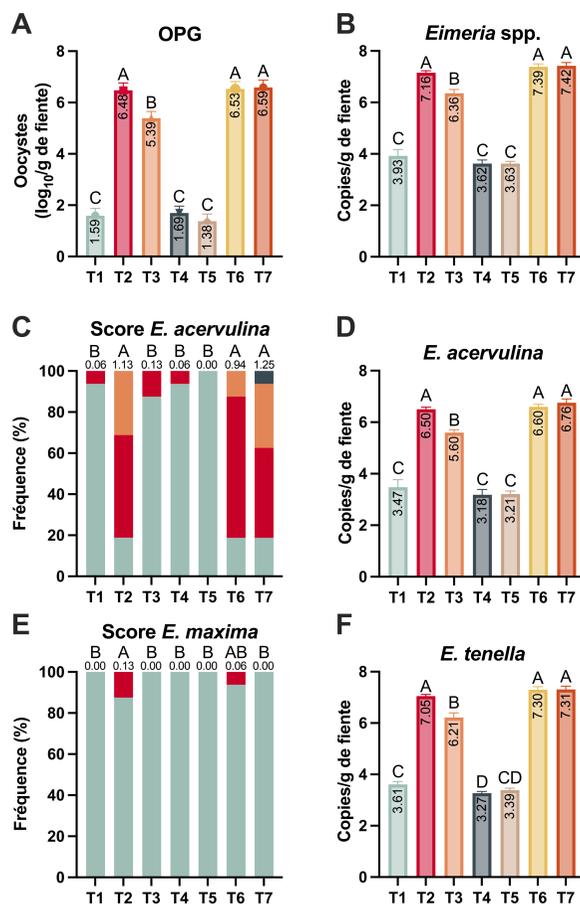


Figure 2. Lésions de coccidiose et excrétion oocystaire de l'essai. (A) Oocystes par g de fiente et (B) nombre de copies excrétées d'*Eimeria* spp. (*E. acervulina* et *E. tenella*) au j20. Scores des lésions caractéristiques (C) d'*E. acervulina*, (D) d'*E. maxima* et (E) d'*E. tenella* au j21. Pour C, E et G, les données présentées sont les fréquences pour chaque score lésionnel et leurs moyennes sont affichées au-dessus des barres. Les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$.

La coccidiose diminue la minéralisation osseuse en fin d'élevage, mais pas l'AF

Tableau 3. Données de composition corporelle et de minéralisation osseuse.

| Mesures | Traitements | | | | | | | Erreur std | Valeur p |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------------|------------------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | | |
| Contenu minéral osseux (g) | | | | | | | | | |
| J10 | 3.01 | 2.71 | 2.89 | 2.74 | 2.71 | 2.70 | 2.86 | 0.15 | 0.6472 |
| J20 | 11.68 ^a | 10.21 ^c | 11.51 ^{ab} | 11.79 ^a | 11.25 ^b | 10.02 ^c | 10.59 ^{bc} | 0.34 | 0.0012 |
| J34 | 33.69 ^a | 29.45 ^c | 32.60 ^{ab} | 31.71 ^{ab} | 32.37 ^a | 29.10 ^c | 30.15 ^{bc} | 0.75 | 0.0003 |
| Contenu minéral osseux/poids (g/kg) | | | | | | | | | |
| J10 | 10.91 | 10.12 | 10.28 | 10.81 | 10.30 | 10.49 | 11.24 | 0.38 | 0.3061 |
| J20 | 12.17 | 12.21 | 11.74 | 13.09 | 11.90 | 12.14 | 12.35 | 0.30 | 0.0837 |
| J34 | 13.03 ^a | 12.11 ^{bc} | 11.90 ^c | 12.80 ^{ab} | 12.56 ^{abc} | 12.61 ^{ab} | 12.59 ^{abc} | 0.25 | 0.0377 |
| Densité minérale osseuse (g/cm³) | | | | | | | | | |
| J10 | 0.072 ^{ab} | 0.067 ^b | 0.074 ^a | 0.075 ^a | 0.073 ^a | 0.072 ^a | 0.076 ^a | 0.002 | 0.0424 |
| J20 | 0.117 | 0.111 | 0.114 | 0.122 | 0.116 | 0.113 | 0.114 | 0.003 | 0.0914 |
| J34 | 0.151 ^a | 0.143 ^{bc} | 0.148 ^{bc} | 0.151 ^a | 0.147 ^{ab} | 0.139 ^c | 0.146 ^{bc} | 0.002 | 0.0076 |
| Masse maigre (g) | | | | | | | | | |
| J10 | 213.9 | 211.5 | 223.4 | 205.0 | 205.4 | 201.2 | 201.0 | 7.3 | 0.3181 |
| J20 | 788.3 ^{ab} | 691.7 ^a | 823.8 ^a | 747.0 ^a | 786.4 ^{ab} | 686.0 ^a | 709.4 ^{ad} | 18.6 | <.0001 |
| J34 | 2157.4 ^a | 2022.0 ^d | 2309.3 ^a | 2042.2 ^{cd} | 2152.3 ^{bc} | 1895.9 ^c | 2013.5 ^d | 38.7 | <.0001 |
| Masse grasse (g) | | | | | | | | | |
| J10 | 61.3 | 56.1 | 58.0 | 49.5 | 57.3 | 56.2 | 52.4 | 3.7 | 0.2864 |
| J20 | 172.0 ^a | 144.8 ^{bc} | 155.2 ^{bc} | 153.9 ^{bc} | 159.7 ^{ab} | 140.5 ^c | 148.8 ^{bc} | 5.6 | 0.0051 |
| J34 | 426.4 | 413.9 | 430.6 | 435.9 | 427.7 | 414.8 | 384.4 | 14.6 | 0.1706 |
| Pourcentage de matière grasse (%) | | | | | | | | | |
| J10 | 22.4 | 20.9 | 20.6 | 19.4 | 21.7 | 21.7 | 20.9 | 1.3 | 0.6861 |
| J20 | 18.0 | 17.4 | 15.9 | 17.1 | 16.9 | 17.0 | 17.4 | 0.6 | 0.3798 |
| J34 | 16.5 ^{bc} | 17.0 ^{bc} | 15.7 ^c | 16.6 ^{bc} | 16.6 ^{bc} | 17.9 ^a | 16.0 ^c | 0.5 | 0.0172 |

Les moyennes des moindres carrées ± l'erreur standard sont présentées. Les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$.

La coccidiose rend la litière plus humide au j21, mais l'AF n'a pas d'effet

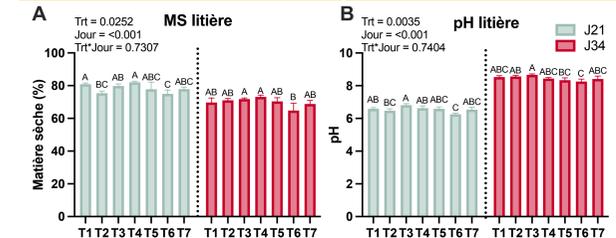


Figure 3. Matière sèche (MS) (A), et pH (B) de la litière aux jours 21 et 34. Les barres représentent les moyennes ± l'erreur type. Pour chaque jour, les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$.

L'ajout d'AF ne modifie pas le pH digestif

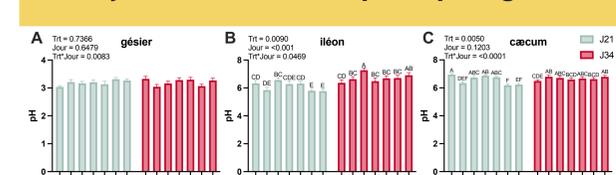


Figure 4. pH des contenus du gésier (A), de l'iléon (B) et du cæcum (C) aux jours 21 et 34. Les barres représentent les moyennes ± l'erreur type. Les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$.

L'AF n'a pas d'effet sur le microbiote cœcal

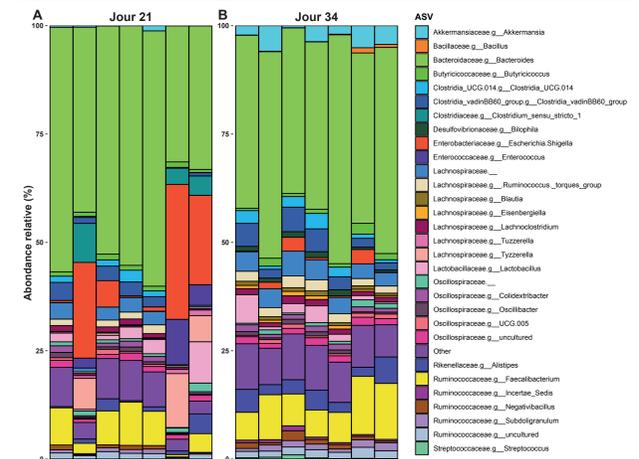


Figure 5. Abondances relatives de la population microbienne aux jours 21 (A) et 34 (B) des contenus cœcaux.

L'AF ne modifie pas les teneurs fécales de C. perfringens, d'E. coli et de Salmonella spp.

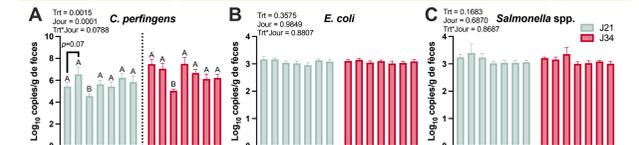


Figure 6. Teneurs en *C. perfringens* (A), *E. coli* (B) et *Salmonella* spp (C) par g de fèces aux jours 21 et 34. Les barres représentent les moyennes ± l'erreur type. Pour chaque jour, les traitements non connectés par la même lettre sont significativement différents, selon une valeur de $p < 0.05$.

Retombées

L'ajout d'AF à l'aliment n'a pas montré d'avantages pour la production de poulet de chair dans les conditions de cette étude. Ces résultats négatifs mènent à se diriger vers des travaux de recherche sur d'autres acidifiants et des additifs phytogéniques pour améliorer et sécuriser les performances des poulets de chair, principalement dans un contexte de réduction de l'utilisation d'antimicrobiens.

Remerciements

Hélène Lavallée, technicienne agricole, CRSAD
Les ouvriers et toute l'équipe du CRSAD.



Mots clés: Production conventionnelle, programme sans anticoccidien, acide formique, santé intestinale, microbiote intestinal, rentabilité, poulets de chair.