EFFETS DU SEXE, DE L'ÂGE, DE LA SOUCHE ET DE L'APPORT ALIMENTAIRE EN CALCIUM ET PHOSPHORE SUR LA TENEUR EN CENDRES ET LA RESISTANCE DU TIBIA DU POULET DE CHAIR

**Magnin Michel¹, Hassan Zahraee Ahmad¹, Legrand Gaétan¹, Jeanmichel Pascal¹,
Mahieu Anne¹, Le Dain Claire¹**

¹*BNA Nutrition Animale, Z.I. de Bellitourne, Azé, F – 53200 CHATEAU-GONTIER, FRANCE
michel.magnin@bna-na.fr*

RÉSUMÉ

Ce travail avait pour but d'étudier la teneur en cendres (obtenue par calcination de l'os droit préalablement séché mais non dégraissé) et la résistance à la fracture (mesurée à l'INSTRON sur l'os gauche) du tibia de poulets de chair en s'intéressant plus particulièrement à l'effet du sexe, de l'âge et de la vitesse de croissance de la souche lorsque les animaux recevaient des régimes alimentaires différant par les teneurs en calcium (Ca) et en phosphore non phytique (PNP) en présence de 3-phytase microbienne valorisée (500 FTU/kg = 1 g de PNP). L'étude a porté sur 1380 individus mâles et 1380 individus femelles de deux souches de poulets de chair en production standard élevés dans 48 cases en sexes séparés. L'une des deux souches était à croissance dite « rapide », la souche ROSS PM3, l'autre à croissance dite « intermédiaire », la souche JA 987. Quatre traitements alimentaires comprenaient chacun 3 aliments de base (démarrage – croissance – finition) dont les niveaux de Ca différaient entre les régimes (de 9,5 à 11,0 g/kg en démarrage ; de 6,0 à 7,5 g/kg en croissance ; de 3,8 à 6,0 g/kg en finition) mais les ratios Ca/PNP étaient maintenus entre 2 et 2,2. Les tibias droits et gauches de 9 mâles et 9 femelles de chaque souche ont été prélevés pour chacun des 4 traitements à 12, 21, 35 et 43 (pour les JA) jours d'âge et analysés. La réduction de l'apport en Ca n'entraînait pas d'effet significatif sur les performances de croissance ou les caractéristiques du tibia et les réponses des deux souches et des deux sexes étaient proches. Toutefois les femelles à croissance plus lente semblent plus sensibles à la forte réduction en Ca et PNP et leurs os tendaient à être moins minéralisés et moins résistants à la fracture.

ABSTRACT

Effects of sex, age, strain and dietary calcium and phosphorus on the tibia ash content and tibia breaking strength in broiler

This work aimed to study the ash content and the breaking strength of broiler tibia with a focus on the potential effect of sex, age and strain growth rate when animals receive diets containing different levels of calcium (Ca) and nonphytate phosphorus (PNP) in the presence of microbial 3-phytase which is valorised (500 FTU/kg = 1 g of PNP). A total of 1380 males and 1380 females from two different commercial broiler strains were reared in 48 flocks (males and females were separated). One of the strains was a so-called “fast growing” strain (Ross PM3) and the other was more an “intermediate growing” (JA 987). The feeding program was cut into 3 phases: starter, grower and finisher. Four treatments which had different Ca levels (from 9,5 to 11,0 g/kg for the starter diet ; from 6,0 to 7,5 g/kg for the grower diet ; from 3,8 to 6,0 g/kg for the finisher diet) were distributed for each period but the Ca/PNP ratios stayed between 2 and 2,2. Left and right tibias from 9 males and 9 females for both strains were taken for the four treatments at 12, 21, 35 and 43 (only for the JA strain) days old and analysed. There was no significant effect of the reduction in calcium content of the diet on performances or on tibia characteristics. More over, responses of both strains and sexes were quite similar. But females with slower growth seemed to be more sensitive to a strong reduction in Ca and PNP and their bones tended to be less mineralized and less resistant to a breaking strength.

INTRODUCTION

De nombreux travaux récents ont porté sur les apports en calcium (Ca) et en phosphore (P), en présence ou non de phytase microbienne, dans les aliments destinés aux poulets de chair. Narcy et al. (2009) et Létourneau-Montminy et al. (2010) ont montré l'importance du rapport Ca / phosphore non phytique (PNP) sur les performances de croissance et sur la minéralisation osseuse du poulet de chair entre 1 et 21 jours. La baisse de l'apport en Ca de l'aliment est particulièrement nécessaire lorsqu'on veut réduire l'apport en P pour des raisons environnementales ou économiques. La réponse des animaux à un âge donné semble cependant dépendre de l'apport alimentaire en Ca et P reçu au préalable (Létourneau-Montminy et al., 2008). Il est donc nécessaire de raisonner cette alimentation minérale sur l'ensemble de la période d'élevage et en particulier entre 21 jours et l'abattage, période qui correspond à la plus forte consommation d'aliment par le poulet. Rao et al. (2006) et Magnin et al. (2009) ont étudié les effets de la variation des apports en Ca et P chez des poulets de 1 à 42 ou 40 jours respectivement. Leurs travaux montrent que l'effet du rapport de ces deux éléments a plus d'incidence notamment sur la qualité et la résistance osseuses que le niveau intrinsèque de chacun des deux minéraux, mais que la réduction nécessaire du Ca permet également d'améliorer la croissance et l'efficacité alimentaire des poulets. Ces travaux sont le plus souvent effectués sur des poulets issus de lignée à croissance rapide (Ross, Cobb) de sexe mâle ou élevés en sexes mélangés. Peu de données sont donc disponibles pour des poulets à croissance plus lente et pour les femelles. Notre étude porte sur les réponses observées à différents âges suite à des apports alimentaires variables en Ca et P, chez des poulets mâles et femelles issus de deux souches à vitesses de croissance différentes.

1. MATERIELS ET METHODES

L'essai a été réalisé dans la station expérimentale du CIR (Languidic, France). Deux souches de poulets ont été étudiées, le poulet ROSS PM3 (Aviagen), à croissance rapide, et le poulet JA 987 (Hubbard) à croissance plus lente. ; 2760 poussins Ross PM3 sexés de 1 jour (1380 mâles et 1380 femelles) et 2760 poussins JA987 sexés de 1 jour (1380 mâles et 1380 femelles) ont été répartis dans deux bâtiments identiques comprenant chacun 24 cases de 5,5 m², une souche par bâtiment. Mâles et femelles ont été élevés dans des cases séparées (115 poussins par case). Le programme alimentaire comprenait trois aliments : un aliment démarrage présenté en miettes de la mise en place à 12 jours

d'âge, puis un aliment croissance présenté en miettes jusqu'à 21 jours et un aliment finition granulés après 21 jours. L'essai s'est arrêté à 35 jours pour les Ross PM3 et à 43 jours pour les JA 987 afin que le poids moyen mâle/femelle à l'abattage soit d'environ 2 kg. Quatre traitements alimentaires ont été étudiés à partir de deux aliments démarrage (D1 et D2), trois aliments croissance (C1, C2 et C3) et quatre aliments finition (F1, F2, F3 et F4). Les compositions et les valeurs nutritionnelles (théoriques et analysées pour le Ca et le P) sont données dans les Tableaux 1 et 2 respectivement. En combinant ces différents aliments on obtient un traitement D1/C1/F1 qui correspond à des apports standards en Ca et P pour ce type de poulets, un traitement D2/C3/F4 pour lequel les apports en Ca et P sont plus élevés, et deux traitements à apports plus faibles, d'une part D1/C2/F2, d'autre part D1/C2/F3, avec des apports en Ca et P plus faibles après 21 jours. Tous les aliments ont reçu 500 FTU/kg de 3-phytase d'*Aspergillus niger* (Natuphos® 10 000G ; BASF SE) ; les valeurs analysées sont présentées dans le Tableau 1. Les 500 FTU ont été valorisés comme équivalents à 1 g de PNP et 1 g de P disponible pour tous les aliments. Les aliments démarrage et croissance contenaient également 50 mg/kg de narasin et de nicarbazine (Maxiban®, Lilly Elanco) et tous les aliments ont reçu 75 mg/kg de Natugrain® TS (xylanase / β glucanase ; BASF SE). Les animaux ont été pesés à 12, 21 et à l'abattage soit 35 jours pour les Ross PM3 et 43 jours pour les JA 987. Les quantités d'aliment consommé ont été relevées à chaque pesée. Le gain moyen quotidien (GMQ) et l'indice de consommation (IC) ont été calculés après chaque pesée. A 12, 21, 35 et 43 jours, trois poulets de chaque case (soit au total 9 poulets de chaque modalité souche x sexe x traitement) ont été retirés et euthanasiés par injection de pentobarbital sodique ; les deux tibias ont été prélevés. Le tibia droit a servi à la détermination de la teneur en matière sèche (après 15 h à l'étuve à 103°C) et en matières minérales totales (passage 15h au four à 550°C) sans dégraissage préalable ; le tibia gauche a servi à la détermination de la résistance à la fracture à l'aide d'un appareil Instron (Modèle 5543, INSTRON SA, Buc, France).

Les données zootechniques et les données de minéralisation osseuse ont été traitées par analyse de variance et du test LSD à alpha = 5%, à l'aide du logiciel Minitab 15.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les Tableaux 3 et 4 présentent les consommations d'aliment (Conso), le GMQ et l'IC respectivement pour les poulets JA et Ross. En raison de la différence de croissance entre les deux souches,

leurs résultats seront discutés séparément. Pour les JA, seule une tendance à l'interaction sexe x traitement était présente sur la consommation 0-12, l'IC 0-12 et le GMQ 0-43) ; de ce fait on n'observe aucun effet significatif du traitement alimentaire sur les performances même si l'IC est le plus faible pour le traitement T2 dans les deux sexes et si le GMQ des mâles est numériquement plus élevé pour ce traitement. Les mâles JA ont par contre un GMQ (49,1 vs 43,7) et un IC (1,94 vs 2,02) moyens significativement améliorés à 21 et 42 jours par rapport à ceux des femelles JA. Pour les Ross, aucune interaction significative sexe x traitement n'existe mais à 12 jours le traitement haut Ca (aliment D2) tend à donner des performances inférieures à celles obtenues avec l'aliment standard (D1). Cette tendance persiste jusqu'à 35 jours alors que seul l'effet sexe est significatif à cet âge. Comme pour les JA, les mâles ayant reçu le traitement T2 et les femelles le traitement T1, ont les meilleures performances.

Les résultats des analyses des tibias à 12, 21, 35 et 43 (pour les JA) jours, sont présentés dans le Tableau 5 pour les deux souches (teneur en cendres rapportée à la matière sèche = %MM ; poids de cendres rapporté au poids vif = PC/PV ; force de résistance à la fracture = FF). Classiquement une diminution du %MM est observée pour l'ensemble des animaux entre 12 et 35 jours, alors que la FF augmente avec l'âge. Une interaction triple significative est observée pour PC/PV à 12 jours et une tendance proche de la significativité est observée pour le %MM à 21 jours. Aucun effet significatif de la souche, du sexe ou du traitement alimentaire n'a par ailleurs été observé quel que soit l'âge. Cependant le traitement T4, plus concentré en Ca et P, présente les %MM les plus élevés à tous les âges et le rapport PC/PV le plus élevé à l'abattage. La FF ne diffère pas significativement en fonction du traitement alimentaire mais à l'abattage, les mâles et femelles Ross et les mâles

JA du traitement T3 ont des valeurs plus faibles alors que pour les femelles JA les valeurs FF les plus faibles ont été obtenues avec T2 et T3. Ces femelles ont aussi l'ingéré d'aliment le plus faible et peut être au global un apport insuffisant en Ca et / ou P.

On peut noter la faible relation entre %MM et FF, notamment à l'abattage.

CONCLUSION

Cette étude confirme qu'il est possible de diminuer les apports en phosphore et en calcium des aliments du poulet en croissance en présence de phytase microbienne, par rapport à des recommandations standards, notamment en phase finition, sans modifier significativement les performances zootechniques. Ces résultats sont en accord avec ceux de Rousseau et al. (2012) qui ont montré l'importance d'ajuster le Ca, avec un rapport Ca/PNP d'environ 2, lorsqu'on réduit l'apport en P. La minéralisation du tibia et la résistance de l'os à la fracture ne sont pas significativement affectées par le traitement alimentaire même si un apport faible en Ca et / ou P (aliment T3) en finition semble diminuer les valeurs de ces paramètres. Cela est particulièrement vrai pour les femelles de souche JA 987 pour lesquelles une concentration plus élevée de l'aliment finition en ces minéraux semble recommandée. Les deux souches, malgré leur vitesse de croissance différente et quel que soit le sexe, présentent une évolution très proche de la minéralisation du tibia et tendent à avoir le même taux de cendres à leurs âges d'abattage respectifs. D'un point de vue impact environnemental, nous avons estimé à l'aide d'un modèle interne que les rejets en P des mâles T3 étaient égaux à environ 60% de ceux des mâles recevant le programme T4.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Létourneau-Montminy M.P., Lescoat P., Narcy A., Sauvant D., Bernier J.F., Magnin M., Pomar C., Nys Y., Jondreville C., 2008. Br. Poult. Sci., 49, 705-715.
- Létourneau-Montminy M.P., Narcy A., Lescoat P., Bernier J.F., Magnin M., Pomar C., Nys Y., Sauvant D., Jondreville C., 2010. Animal, 4 (11), 1844-1853 ;
- Magnin M., Jeanmichel P., Mahieu A., 2009. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo.
- Narcy, A., Létourneau-Montminy M.P., Magnin M., Lescoat P., Jondreville C., Sauvant D., Nys Y., 2009. WPSA, 17th European Symposium on Poultry Nutrition, Edinburgh.
- Rao R.S.V., Raju M.V.L.N., Reddy M.R., Pavani P., 2006. Anim. Feed Sci. Technol., 131, 133-148.
- Rousseau X., Létourneau-Montminy M.P., Mème N., Magnin M., Nys Y., Narcy A., 2012. Poult. Sci., 91 (11), 2829-2837.

Tableau 1. Composition des aliments expérimentaux (en %)

Aliments	D1	D2	C1	C2	C3	F1	F2	F3	F4
Blé	26,7	24,8	28,8	29,8	29,5	23,7	24,0	23,3	30,6
Maïs	33,0	35,0	38,0	37,8	37,9	45,0	45,0	45,0	39,0
Son fin de blé	3,0	2,0				4,3	4,0	5,0	2,0
Tourteau Soja 48	26,5	26,8	24,1	21,2	23,2	16,4	15,6	18,1	18,1
Tourteau Colza						4,3	4,0	5,0	2,0
Tourteau Tournesol 35	5,5	5,7	4,7	7,0	4,7	6,0	7,0	4,6	5,4
Huile végétale	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Phosphate monocalcique	0,99	1,11	0,52	0,30	0,62	0,31	0,20	0,00	0,46
Carbonate de calcium	1,68	2,01	1,10	0,95	1,24	0,78	0,63	0,47	0,88
Minéraux, additifs	qsp								
Activité phytasique analysée (FTU/kg)	680	620	600	610	760	540	610	410	520

Tableau 2. Valeurs nutritionnelles des aliments expérimentaux (EM = Energie Métabolisable)

Aliments	D1	D2	C1	C2	C3	F1	F2	F3	F4
Nutriments									
EM (kcal/kg)	2890	2890	3000	3000	3000	3050	3050	3050	3050
Protéine brute (%)	20,6	20,6	19,3	19,0	19,0	17,6	17,5	18,0	17,6
Cellulose brute (%)	4,3	4,3	4,0	4,2	3,9	4,1	4,2	4,0	3,8
Matières grasses (%)	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3	4,4	4,4	4,5	4,3
Cendres brutes (%)	5,8	6,2	4,7	4,4	4,8	4,2	4,0	3,7	4,4
Lysine disponible (%)	1,09	1,09	1,03	1,02	1,03	0,92	0,92	0,92	0,92
Calcium (Ca) (%)	0,95	1,10	0,68	0,60	0,75	0,55	0,48	0,38	0,60
Phosphore (P) total (%)	0,65	0,67	0,50	0,48	0,52	0,48	0,46	0,41	0,50
P non phytique (NPP ; %) ¹	0,35	0,39	0,23	0,19	0,26	0,17	0,14	0,09	0,20
P disponible (%) ¹	0,48	0,50	0,36	0,32	0,38	0,29	0,26	0,22	0,33
Ca / NPP	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
Ca analysé (%)	0,91	1,16	0,71	0,58	0,63	0,48	0,43	0,34	0,59
P total analysé (%)	0,57	0,57	0,48	0,40	0,46	0,40	0,40	0,36	0,48

¹ = les valeurs P disponible et NPP comprennent une valorisation de la phytase de 0,1%

Tableau 3. Résultats zootechniques pour les poulets de souche JA 987 (Conso = aliment consommé ; GMQ = gain moyen de poids ; IC = indice de consommation ; F = femelles ; M = mâles ; ETR = écart type résiduel)

Souche / Sexe	Traitement	Conso 0-12 g	GMQ 0-12 g/j	IC 0-12	Conso 0-21 g	GMQ 0-21g/j	IC 0-21	Conso 0-43 g	GMQ 0-43 g/j	IC 0-43
F	D1 / C1 / F1	336	19,1	1,44	973	28,8	1,61	3852	43,9	2,04
	D1 / C2 / F2							3741	43,7	1,99
	D1 / C2 / F3							3776	43,6	2,02
	D2 / C3 / F4	346	18,9	1,50	983	28,4	1,65	3823	43,5	2,04
M	D1 / C1 / F1	327	19,1	1,40	989	30,0	1,57	4166	49,8	1,95
	D1 / C2 / F2							4133	50,2	1,91
	D1 / C2 / F3							4052	48,0	1,96
	D2 / C3 / F4	311	18,6	1,36	979	29,6	1,57	4064	48,4	1,95
Sexe		NS	NS	NS	NS	0,007	0,06	<0,001	<0,001	0,005
Traitement		0,01	NS	0,006	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sexe*traitement		0,009	NS	0,006	NS	NS	NS	NS	0,067	NS
ETR		3,1	0,7	0,2	4,0	0,7	0,2	8,3	0,9	0,2

le seuil de 5% a été retenu pour la significativité des effets

Tableau 4. Résultats zootechniques pour les poulets de souche ROSS PM3 (Conso = aliment consommé ; GMQ = gain moyen de poids ; IC = indice de consommation ; F = femelles ; M = mâles ; ETR = écart type résiduel)

Souche / Sexe	Traitement	Conso 0-12 g	GMQ 0-12 g/j	IC 0-12	Conso 0-21 g	GMQ 0-21g/j	IC 0-21	Conso 0-35 g	GMQ 0-35 g/j	IC 0-35
F	D1 / C1 / F1	411	25,3	1,32	1234	38,5	1,57	3407	55,4	1,76
	D1 / C2 / F2				1262	38,8	1,53	3331	54,0	1,76
	D1 / C2 / F3						1,55	3398	54,0	1,80
	D2 / C3 / F4	402	24,1	1,36	1222	37,7	1,54	3347	53,0	1,81
M	D1 / C1 / F1	421	26,5	1,30	1311	41,9	1,49	3734	59,8	1,79
	D1 / C2 / F2				1329	42,2	1,50	3842	63,2	1,74
	D1 / C2 / F3							3808	60,7	1,80
	D2 / C3 / F4	403	24,4	1,31	1305	41,2	1,51	3684	59,2	1,83
Sexe		0,071	0,002	NS	0,003	<0.001	0.02	<0,001	0,005	NS
Traitement		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sexe*traitement		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ETR		3,2	0,8	0,1	5,2	0,8	0,1	9,5	1,9	0,2

le seuil de 5% a été retenu pour la significativité des effets

Tableau 5. Résultats d'analyses des tibias (MM = % de cendres sur sec ; PC = poids cendres ; PV = poids vif ; FF = Résistance à la fracture ; N =Newton ; j = jour ; F = femelles ; M = mâles ; ETR = écart type résiduel)

Souche / Sexe	Traitement	% MM 12 j	PC/PV 12j	FF 12 j N	% MM 21 j	PC/PV 21 j	FF 21 j N	% MM 35 j	PC/PV 35j	FF 35 j N	% MM 43 j	PC/PV 43 j	FF 43 j N
JA 987													
F	D1 / C1 / F1	49.7	0.103	55	47.5	0.113	118	40.8	0.101	151	41.6	0.108	181
	D1 / C2 / F2				46.7	0.105	103	41.6	0.097	136	40.3	0.103	161
	D1 / C2 / F3							40.7	0.100	140	39.3	0.094	167
	D2 / C3 / F4	48.7	0.098	56	48.3	0.113	119	43.2	0.112	173	43.0	0.114	195
M	D1 / C1 / F1	48.6	0.101	56	48.6	0.119	129	42.9	0.111	172	42.3	0.117	207
	D1 / C2 / F2				45.8	0.108	115	40.6	0.105	162	40.7	0.112	205
	D1 / C2 / F3							40.4	0.101	156	38.8	0.097	152
	D2 / C3 / F4	49.1	0.103	60	48.9	0.112	113	44.5	0.121	189	42.3	0.117	217
ROSS													
F	D1 / C1 / F1	50.9	0.103	64	48.7	0.110	144	41.1	0.103	200			
	D1 / C2 / F2				48.2	0.107	147	41.8	0.102	188			
	D1 / C2 / F3							41.8	0.092	174			
	D2 / C3 / F4	49.4	0.109	65	48.9	0.109	134	42.4	0.108	181			
M	D1 / C1 / F1	50.2	0.108	69	48.5	0.114	164	42.1	0.107	209			
	D1 / C2 / F2				47.8	0.104	155	41.5	0.101	236			
	D1 / C2 / F3							40.6	0.096	191			
	D2 / C3 / F4	48.3	0.105	63	50.8	0.113	166	45.2	0.116	236			
Souche		NS	0.017	NS	0.053	NS	NS	NS	NS	NS			
Sexe		NS	0.017	NS	0.055	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.045	NS
Traitement		NS	0.023	NS	0.068	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Souche*sexe		NS	0.014	NS	0.058	NS	NS	NS	NS	NS			
Souche*traitement		NS	0.021	NS	0.054	NS	NS	NS	NS	NS			
Sexe*traitement		NS	0.026	NS	0.066	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Souche*Sexe*traitement		NS	0.024	NS	0.052	NS	NS	NS	NS	NS			
ETR		1.34	0.10	3.48	1.29	0.09	4.62	1.54	0.10	6.43	1.59	0.10	6.89

le seuil de 5% a été retenu pour la significativité des effets