

Influence des taux énergétique et protéique à rapport C/P constant sur la croissance, l'engraissement et les rendements carcasse de poulets élevés en climat chaud et humide

N.Z. N'Guessan¹, O.H. Diambra¹, D. Zongo¹ et M. Coulibaly²

avec la collaboration technique de R. Valeille

¹ ENSA 08, BP 35, Abidjan 08;

² Lacena 06, BP 353, Abidjan 06, Côte d'Ivoire

(reçu le 24 mars 1989, accepté le 17 juillet 1989)

Résumé — Mille six cents poussins de lignée chair (800 Anac 180 et 800 Shaver) ont reçu 4 rations de croissance à partir de 3 semaines jusqu'à l'abattage, avec des concentrations en kcal par kg d'énergie métabolisable (EM) et de protéines brutes (%P) de 2 800 EM – 17,7% P, 2 900 EM – 18,2% P, 3 000 EM – 19,0% P et 3 100 EM – 19,6% P, dans un rapport constant de 158.

L'augmentation des concentrations en calories et en protéines réduit significativement ($P < 0,05$) la consommation alimentaire, améliore significativement ($P < 0,05$) le dépôt de graisse abdominale, quelle que soit la souche utilisée. On observe une variabilité génétique des souches vis-à-vis de la croissance pondérale et du rendement carcasse. Ces résultats suggèrent que la pratique des unités locales de fabrication d'aliments, qui consiste à réduire systématiquement le niveau énergétique des rations en milieu tropical, peut conduire à une baisse dans l'efficacité alimentaire.

concentration calories-protéines — croissance — rendement carcasse — gras abdominal — poulet de chair — milieu tropical

Summary — Effect of dietary protein and energy level on chick growth, carcass yield and abdominal fat pad weight — A total of 1600 broiler chicks (800 Anac 180 and 800 Shaver) were fed 4 grower rations from 3 weeks to slaughter age. Dietary energy (kcal ME/kg) and protein (%P) levels were 2800/17.7, 2900/18.2, 3000/19.0 and 3100/19.6 for a constant ratio of 158.

Increasing dietary protein and energy level significantly ($P < 0.05$) decreased feed intake, improved feed conversion ratio and increased abdominal fat pad size in both broiler lines. There was a genetic variability in terms of growth rate and carcass yield. The local practice of feed manufacturers to overestimate the effect of hot and humid environment, and thus to decrease the energy content of the diets, results in reducing feed efficiency.

dietary protein and energy level — growth — carcass yield — abdominal fat pad — broiler — tropical environment

INTRODUCTION

Le concept du rapport calories/protéines a été introduit pour équilibrer les concentrations en calories et en protéines des rations chez les poulets de chair et les poudeuses (Comb & Romoser, 1955). Donaldson *et al.* (1956) ont fait remarquer que les poussins recevant des aliments de haute valeur énergétique avaient également besoin de davantage de protéines que ceux recevant un aliment à faible teneur en calories. Cette notion du rapport calories/protéines a été confirmée par Scott *et al.* (1982) qui ont indiqué que les poulets réagissaient à une variation des concentrations en calories et en protéines en modulant leur consommation alimentaire pour satisfaire leurs besoins en calories et en protéines afin d'avoir des performances similaires.

Lorsque le rapport calories/protéines augmente, on observe d'une part, une baisse dans l'efficacité alimentaire (Scott *et al.*, 1955) et une augmentation du gras abdominal (Summers *et al.*, 1965; Griffiths *et al.*, 1977). Dès lors, il a été question de définir le rapport calories/protéines qui garantisse une croissance pondérale et un indice de consommation optimal à 160 pour poulets de chair en croissance (Scott *et al.*, 1982; NRC, 1984). Cependant, certains auteurs mettent en évidence l'impact des concentrations en calories et en protéines sur la croissance pondérale et l'indice de consommation, malgré la constance du rapport calorie/protéine (Fisher & Wilson, 1974; Waldroup *et al.*, 1976; Hurwitz *et al.*, 1978; Pesti, 1982).

D'autre part, les effets des concentrations en calories et en protéines sur le développement de la graisse sont inconsistants et parfois contradictoires. Fraps (1943) et Donaldson *et al.* (1956) ont indiqué que pour un rapport constant en calo-

ries et protéines, les concentrations en calories et en protéines n'avaient aucune incidence sur le développement de la graisse dans la carcasse. Ces données ont été confirmées plus tard par Yoshida *et al.* (1962) et Pesti (1982). Bougon *et al.* (1976) ont nourri des poulets de chair selon 2 régimes apportant 2 860 et 3 240 kcal d'EM/kg et ayant un même rapport calories/protéines. La teneur en lipides de la carcasse éviscérée des femelles a augmenté de 1,9% pour un changement de niveau énergétique de 380 kcal. Hargis et Creger (1980) ont rapporté que lorsque des rations à concentration en calories et en protéines élevées sont distribuées à des poulets de chair (3 080 kcal EM/kg, 30% protéines) le gras abdominal avait une valeur minimale.

Bartov *et al.* (1974) ont indiqué que pour un âge et un poids donnés, le rapport calories/protéines n'avait aucune incidence sur le développement de la graisse abdominale. Cherry *et al.* (1978) ont mis en évidence le rôle de la souche sur le dépôt de gras, en relation avec la concentration de l'aliment. Bougon *et al.* (1983) ont rapporté que l'augmentation de la teneur énergétique de l'aliment améliore les rendements à l'abattage.

Enfin, le rendement à l'abattage et le développement du gras abdominal varient avec les facteurs liés au sexe, à l'âge, à la souche, aux caractéristiques de l'aliment, à la température ambiante et à bien d'autres facteurs (Robins, 1981; Stewart & Washburn, 1981; Ricard, 1983; May *et al.*, 1988).

Les concentrations en calories et en protéines définies en régions tempérées et donnant des résultats optimaux pour poulets de chair, ne sont pas nécessairement adaptées aux régions tropicales et les travaux effectués dans ces conditions environnementales sont rares. L'objet de la présente étude est de définir la concentra-

tion optimale en calories et en protéines avec 2 souches élevées en climat chaud et humide.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les poussins, 800 de souche Anac 180 à croissance rapide et 800 de souche Shaver (Tropic Hybro) à croissance modérée, ont reçu successivement une ration de démarrage chair (3 000 kcal EM/kg, 22% protéines) en farine pendant 3 semaines et ensuite 4 rations expérimentales

(Tableau I) jusqu'à l'âge d'abattage. Les rations expérimentales sont en farine et composées de 4 concentrations différentes en calories et en protéines (2 800–17,7; 2 900–18,2; 3 000–19,0 et 3 100 kcal d'énergie métabolisable pour 19,6% de protéines) avec un rapport constant voisin de 158. Chaque traitement comprend 3 répétitions de 66 sujets par répétition, logés dans une enceinte grillagée de 6 m² chacune dans un bâtiment semi-ouvert. L'aliment et l'eau sont disponibles à volonté. Un anticoccidien a été introduit à titre préventif dans l'eau de boisson les 20^e, 30^e et 40^e j pendant 3 j. Les températures moyennes minimale et maximale sur la période d'élevage oscillent entre 22 et 29 °C, avec une humidité relative moyenne de 78%.

Tableau I. Caractéristiques des aliments expérimentaux (%).

<i>Composants</i>	2.800 17,70	2.900 18,25	3.000 18,98	3.100 19,60
Tourteau de coprah	2,00	2,00	2,00	2,00
Maïs	35,42	40,41	45,18	50,11
Tourteau de coton	10,00	10,00	10,00	10,00
Farine de poisson	6,47	8,27	10,40	12,34
Remoulage de blé	36,68	30,14	23,56	16,94
CaCO ₃	0,92	0,76	0,57	0,40
NaCl	0,20	0,20	0,20	0,20
Huile de palme	6,00	6,00	6,00	6,00
DL-Méthionine	0,11	0,08	0,05	0,02
L-Lysine HCl	0,21	0,14	0,05	–
Vitamines et minér. ¹	2,00	2,00	2,00	2,00
Coût aliment (FF/kg)	1,60	1,65	1,70	1,77
Valeur nutritive calculée ²				
EM (Mcal/kg)	2,80	2,90	3,00	3,10
Protéines brutes (%)	17,70	18,25	18,98	19,60
Cellulose brute (%)	5,25	4,90	4,50	4,20
Calcium (%)	1,00	1,00	1,00	1,00
Phosphore total (%)	0,90	0,90	0,90	0,90
Lysine (%)	1,00	1,00	1,00	1,02
Met. + Cys. (%)	0,72	0,72	0,72	0,72

¹ Le prémix contient (par kg) : Vit. A, 500.000 UI, Vit. D3, 50.000 UI; Vit. E, 500 mg; Vit. B1, 80 mg; Vit. B2, 60 mg; Vit. B6, 120 mg; Vit. B12, 400 mg; acide folique, 32 mg; Vit. PP, 720 mg; Vit. B3, 240 mg; choline, 4.000 mg; Vit. K3, 1.000 mg; Mn, 6.000 mg; Zn, 4.000 mg; Fe, 2.400 mg; Cu, 20 mg; Co, 10 mg; I, 20 mg; flavomycine, 100 mg.

² Calculs basés sur NRC (1984).

Chaque semaine, le poids moyen des sujets par loge est déterminé, ainsi que les quantités réelles ingérées. Au bout de 49 j (souche Anac) et 56 j (souche Shaver), 15 mâles par traitement (soit 5 par répétition), pris au hasard, ont été sacrifiés pour la détermination des rendements à l'abattage et le gras abdominal selon la méthode de Kubena *et al.* (1974), qui comprend le dépôt situé autour du gésier. Le gras abdominal est mesuré par rapport à l'âge moyen d'abattage pour chaque souche, compte tenu des vitesses de croissance respectives.

Les indices de consommation (kg aliment/kg gain de poids), les efficacités énergétiques (kcal EM/kg gain de poids) et les efficacités protéiniques (g protéines/g gain de poids) ont été calculées.

Les échantillons prélevés parmi les mâles (15 par traitement) ont été pesés individuellement, saignés et plumés et conservés au congélateur pendant 24 h. On a ensuite déterminé le rendement après saignement et plumaison, le rendement éviscéré sans abats (intestins, jabot, foie, vésicule biliaire, cœur et gésier), sans tête ni pattes; le cou, les poumons et les reins sont restés dans la carcasse.

Tous les résultats obtenus ont été soumis à l'analyse de variance à un facteur et les moyennes ont été comparées par le test de comparaison multiple de Newman-Keuls (Dagnelie, 1975). Les coefficients de régression ont été mis en évidence pour chaque souche afin de déterminer les niveaux de signification du modèle d'équation (linéaire, quadratique ou cubique) entre la concentration calorie-protéine et les poids vifs, les rendements carcasse et le gras abdominal.

RÉSULTATS

Les résultats des valeurs moyennes des poids vifs, du gain moyen quotidien (GMQ), de la consommation alimentaire, de l'indice de consommation, de la consommation de calories et de protéines, des efficacités énergétique et protéinique pour les 2 souches sont présentés dans les Tableaux II et III.

Les poids vifs à l'âge d'abattage augmentent significativement ($P < 0,05$) avec l'augmentation des concentrations nutritives pour la souche Shaver uniquement. La densité nutritive a une influence significative ($P < 0,05$) sur l'ingéré alimentaire chez les 2 souches. L'indice de consommation est significativement ($P < 0,05$) amélioré par les concentrations nutritives élevées. Les calories et les protéines ingérées sont équivalentes pour la plupart des densités étudiées sauf pour 3 000/19,0 où les consommations sont plus faibles. Les coefficients d'utilisation énergétique et protéique révèlent un effet de souche. La souche Shaver améliore significativement ($P < 0,05$) son efficacité pour des concentrations plus élevées.

Les résultats des rendements à l'abattage et du gras abdominal en fonction des concentrations calories/protéines sont compilés dans le Tableau IV. Les poids vifs de l'échantillon de 15 sujets par traitement indiquent une homogénéité de poids pour la souche Shaver, mais une variation significative ($P < 0,05$) en fonction de la densité nutritive pour la souche Anac 180. Le rendement, après saignement et plumaison, indique une tendance à la baisse au delà de 3 000/19,0 pour les 2 souches. Cette baisse est significative pour la souche Anac. Le rendement éviscéré est à son maximum pour les concentrations 3 000/19,0 chez les 2 souches. Cette différence est significative pour la souche Anac. La proportion des viscères et abats montre une tendance inversement proportionnelle à la densité de l'aliment. On observe de façon consistante chez les 2 souches, une incidence significative ($P < 0,05$) de la densité nutritive sur le gras abdominal.

Les niveaux de signification des coefficients de régression des polynômes entre la densité nutritive et les paramètres mesurés sont présentés dans le Tableau V. On

Tableau II. Poids vif, gain moyen quotidien (GMQ), consommation alimentaire, indice de consommation pour les 2 souches (A et S) à l'âge d'abattage respectif (49 et 56 j).

Paramètres	Souche	Traitements ¹				ET ²
		2800	2900	3000	3100	
		17,70 18,25	18,98	19,60	SD	
Poids vif (g)	A	1742 ^a	1761 ^a	1726 ^a	1845 ^a	62,99
	S	1530 ^a	1557 ^a	1631 ^b	1715 ^c	40,69
GMQ (g/j)	A	34,73 ^a	35,11 ^a	34,39 ^a	36,84 ^a	1,28
	S	26,38 ^a	27,18 ^{ab}	28,50 ^b	30,01 ^c	0,71
Consommation alimentaire (g/j)	A	103,45 ^b	102,77 ^b	94,78 ^a	94,41 ^a	1,03
	S	99,80 ^c	95,89 ^b	89,53 ^a	92,49 ^{ab}	1,95
Indice de consommation (alim./gain)	A	2,98 ^b	2,90 ^b	2,75 ^b	2,56 ^a	0,10
	S	3,78 ^c	3,53 ^b	3,14 ^a	3,08 ^a	0,08

¹ Les valeurs moyennes pour chaque souche (A = Anac 180; S = Shaver) sur la même ligne avec les mêmes lettres ne sont pas différentes ($P > 0,05$).

² ET : écart type. SD

trouve des relations linéaires significatives entre densité nutritive et poids vifs d'une part, et entre densité nutritive et gras abdominal, d'autre part. Des relations quadratiques et cubiques significatives existent entre la densité d'une part, les rendements et le gras abdominal, d'autre part.

DISCUSSION

Les résultats suggèrent une variabilité génétique des poids vifs vis-à-vis de la réponse aux densités nutritives. Comb et Romoser (1955) et Scott *et al.* (1982) ont rapporté que les poulets de chair avaient

des performances identiques lorsque des aliments avec des densités nutritives différentes étaient distribués, à condition d'avoir le même rapport calories/protéines. Cette similitude dans les performances provenait du fait que les poulets pouvaient moduler leur consommation pour aboutir à une consommation constante de calories. Cependant, si les variations dans les poids vifs sont fonction de la souche, la consommation d'aliment et l'indice de consommation sont affectés significativement ($P < 0,05$) par les densités nutritives chez les 2 souches. Ces résultats concordent avec ceux de Fisher et Wilson (1974), Waldroup *et al.* (1976), et Hurwitz *et al.* (1978) qui ont démontré que même avec un rapport constant entre calories/protéines, les poulets de chair nourris avec des aliments à

Tableau III. Consommation de calories et de protéines et coefficients d'utilisation énergétique et protidique pour les 2 souches.

Paramètres	Souche	Traitements ¹				ET ² SD
		2800 17,70	2900 18,25	3000 18,98	3100 19,60	
Consommation de calories (kcal/j)	A	289,67 ^b	295,86 ^b	284,34 ^a	292,67 ^b	2,74
	S	279,44 ^{ab}	278,08 ^{ab}	268,60 ^a	286,74 ^b	5,55
Consommation de protéines (g/j)	A	18,31 ^{ab}	18,61 ^b	17,98 ^a	18,50 ^b	0,17
	S	17,66 ^{ab}	17,50 ^{ab}	16,99 ^a	18,12 ^b	0,35
Efficience énergétique (kcal/ kg gain poids)	A	8,34 ^a	8,42 ^a	8,27 ^a	7,95 ^a	0,29
	S	10,59 ^b	10,23 ^b	9,42 ^a	9,55 ^a	0,24
Efficience protéinique (protéine/gain de pds)	A	0,53 ^a	0,53 ^a	0,52 ^a	0,50 ^a	0,018
	S	0,67 ^b	0,64 ^b	0,60 ^a	0,60 ^a	0,015

¹ Les valeurs moyennes pour chaque souche (A = Anac 180; S = Shaver) sur la même ligne avec les mêmes lettres ne sont pas différentes ($P > 0,05$).

² ET : écart type. SD : *standard deviation*.

concentrations élevées avaient une meilleure croissance et un meilleur indice de consommation.

Des analyses statistiques plus élaborées confirment une relation linéaire hautement significative ($P < 0,001$) entre densité nutritive et poids vif chez les mâles Anac. Une légère tendance linéaire est observée mais demeure non significative ($P = 0,052$) pour la souche Shaver.

On observe une tendance vers la baisse du rendement après saignée et plumaison pour les densités 3 100/19,6 chez les 2 souches. Cette baisse est significative ($P < 0,05$) pour la souche Anac. Ces résultats suggèrent que pour des aliments fortement concentrés, les proportions de sang et de plumes sont plus importantes relativement au poids vif.

Les rendements après éviscération mettent encore en évidence la variabilité génétique des souches et indiquent des relations quadratiques et cubiques hautement significatives entre densité et rendement éviscéré pour la souche Anac. La densité optimum se situant autour de 3 000/19,0 pour un meilleur rendement éviscéré. Bougon *et al.* (1983) ont observé une amélioration des rendements à l'abattage avec l'augmentation de la teneur énergétique de l'aliment. Cependant, il est important de préciser que cet effet positif des teneurs en énergie sur les rendements n'est pas linéaire, mais répond plutôt à des relations des polynômes du deuxième et troisième degré, suggérant un optimum de concentration en calories et en protéines.

Les densités calories-protéines ont une incidence significative ($P < 0,05$) sur la pro-

Tableau IV. Rendements à l'abattage et poids de la graisse abdominale en fonction du poids vif pour les 2 souches.

Paramètres	Souche	Traitements ¹				ET ² SD
		2800 17,70	2900 18,25	3000 18,98	3100 19,60	
Poids vif moyen échantillon (g)	A	1713 ^a	1703 ^a	1864 ^{ab}	1929 ^b	193
	S	1581 ^a	1533 ^a	1652 ^a	1650 ^a	129
Rendement après saignage et plumaison (%)	A	91,48 ^b	91,88 ^b	92,45 ^b	87,98 ^a	1,51
	S	90,33 ^a	90,19 ^a	89,32 ^a	88,75 ^a	2,65
Rendement éviscéré (%)	A	67,75 ^a	67,60 ^a	69,89 ^b	66,44 ^a	1,89
	S	68,61 ^{bc}	68,11 ^a	68,77 ^a	68,22 ^a	2,79
Viscères et abats (%)	A	23,72 ^{bc}	24,28 ^c	22,56 ^{ab}	21,54 ^a	1,62
	S	21,49 ^{ab}	22,06 ^b	20,37 ^a	20,62 ^{ab}	1,68
Graisse abdominale (%)	A	1,36 ^a	2,02 ^b	2,41 ^b	1,93 ^b	0,62
	S	1,54 ^{ab}	1,23 ^a	1,89 ^b	2,05 ^b	0,59

¹ Les valeurs moyennes pour chaque souche (A = Anac 180; S = Shaver) sur la même ligne avec les mêmes lettres ne sont pas différentes ($P > 0,05$).

² ET : écart type.

portion des viscères et abats. La tendance est pour une augmentation du poids des viscères et abats avec des concentrations calories-protéines faibles. Ces observations concordent avec celles de May *et al.* (1988) qui attribuent l'augmentation du poids des viscères à une augmentation de la consommation d'aliment. En effet, les quantités moyennes d'aliment ingéré augmentent significativement avec une réduction des densités en calories-protéines. L'augmentation du poids des viscères peut aussi provenir du fait que les aliments à faible densité ont des taux plus élevés en fibres.

Le pourcentage du gras abdominal augmente, en général, avec l'augmentation des concentrations en calories et pro-

téines, pour les 2 souches. Une approche plus précise par les niveaux de signification des coefficients de régression des polynômes indique des relations linéaires et quadratiques pour la souche Anac et des relations linéaires et cubiques pour la souche Shaver. Ces résultats suggèrent l'existence d'un optimum de la densité nutritive pour le pourcentage de gras. Nos résultats concordent avec ceux de Bougon *et al.* (1976) qui ont observé une augmentation des lipides corporels de 1,9% pour une augmentation énergétique de 380 kcal EM/kg avec un rapport calories-protéines constant. Par contre, Fraps (1943), Donaldson *et al.* (1956), Yoshida *et al.* (1962) et Pesti et Fletcher (1983) ont indiqué que la teneur en matière grasse de la carcasse

Tableau V. Equation de régression des polynômes décrivant les relations entre densité nutritive (x) d'une part et poids vif, rendement carcasse et gras abdominal d'autre part (y) avec les niveaux de signification (P) chez les mâles.

Caractéristiques (y)	Souche	Type d'équation ¹		
		Linéaire $y = a + bx$	Quadratique $y = a + bx + cx^2$	Cubique $y = a + bx + cx^2 + dx^3$
Poids vif (g)	A	$a = -981,7$ $b = 0,946$ $P < 0,01$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
	S	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
Rendement carcasse (%)	A	$P > 0,05$	$a = -643,26$ $b = 0,484$ $c = 8,239 \times 10$ $P < 0,01$	$a = 34255,9$ $b = -35,06$ $c = 0,012$ $d = -1,36 \times 10^{-6}$
	S	$P > 0,05$	$P > 0,05$	$P > 0,05$
Gras	A	$a = -4,21$ $b = 0,0021$ $P < 0,01$	$a = -251,09$ $b = 0,1697$ $c = 2,84 \times 10^{-5}$ $P < 0,01$	$P > 0,05$
	S	$a = -4,85$ $b = 0,0022$ $P < 0,01$	$P > 0,05$	$a = 6394,9$ $b = -6,48$ $c = 2,188 \times 10^{-3}$ $d = -2,45 \times 10^{-7}$ $P < 0,05$

¹ La variable x est la concentration en calories (kcal/kg) de la ration.

était constante pour un même rapport calories-protéines. La différence entre nos résultats et ceux d'autres auteurs provient du fait que même si la consommation augmente pour des aliments à faible densité énergétique, les quantités de calories ingérées par jour restent supérieures ($P < 0,05$) pour les densités élevées.

CONCLUSION

L'ensemble des résultats confirme que l'augmentation des concentrations en calories et en protéines pour un rapport constant entre calories et protéines réduit la consommation alimentaire, améliore l'in-

dice de consommation et augmente la part de la graisse abdominale pour les souches à croissance rapide ou modérée, en zone chaude et humide. Des effets de souche apparaissent pour la croissance pondérale et le rendement carcasse.

La suggestion qui est faite pour des aliments à teneur énergétique faible sous les conditions tropicales n'est pas justifiée parce qu'elle aboutit à une baisse dans l'efficacité de l'aliment. Dans la pratique, les unités locales de fabrique d'aliment du bétail arrivent parfois à une sous-nutrition énergétique parce que l'effet de la chaleur est surestimé par rapport aux besoins en énergie des poulets.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Palminindustrie et Trituraf pour les matières premières et le Professeur Foua-Bi pour la critique.

RÉFÉRENCES

- Bartov I., Bornstein S. & Lipstein B. (1974) Effect of calorie to protein ratio on the degree of fatness in broilers fed on practical diets. *Br. Poultry Sci.* 15, 107-117
- Bougon M., L'Hospitalier R. & Protais J. (1983) Variation des rendements à l'abattage avec divers facteurs alimentaires; énergie, acides aminés, activateur de croissance. In : *Qualité des Viandes de Volailles* (Lahellec C., Ricard F.H. & Colin P., eds). 6^e Symposium européen sur la qualité des viandes de volailles, Ploufragan, France, mai 1983, 135-144
- Bougon M., Jacquet J.P., L'Hospitalier R. & Lecuyer T. (1976) Influence de la teneur énergétique de l'aliment sur les performances des poulets et leur composition corporelle. *Bull. Inf. Stat. Exp. Ploufragan* 16, 99-106
- Cherry J.A., Siegel P.B. & Beane W.L. (1978) Genetic-nutritional relationships in growth and carcass characteristics of broiler chickens. *Poultry Sci.* 57, 1482-1487
- Combs G.F. & Romoser G.L. (1955) A new approach to poultry feed formulation. Miscellaneous Publ. 226, Maryland Agricultural Experimental Station
- Dagnelie P. (1975) *Théorie et méthodes statistiques*. Vol. 2, Presses Agronomiques, Gembloux, Belgique, 2^e edn., 245-250
- Donaldson W.E., Combs G.F. & Romoser G.L. (1956) Studies on energy levels in poultry rations. I. The effect of calorie : protein ratio of the ration on growth, nutrient utilization and body composition of chicks. *Poultry Sci.* 35, 1100-1105
- Fisher C. & Wilson B.J. (1974) Response to dietary energy concentration by growing chickens. In : *Energy Requirements of Poultry* (Morris T.R., Freeman B.M., eds), Br. Poultry Sci., Ltd., Edinburgh, U.K., 151-184
- Fraps G.S. (1943) Relation of the protein, fat and energy of the ration to the composition of chickens. *Poultry Sci.* 22, 421-424
- Griffiths L.S., Leeson S. & Summers J.D. (1977) Fat deposition in broilers: effect of dietary energy to protein balance and early life caloric restriction of productive performance and abdominal fat pad size. *Poultry Sci.* 56, 638-645
- Hargis P.H. & Creger C.R. (1980) Effects of varying dietary protein and energy levels on growth rate and body fat of broilers. *Poultry Sci.* 59, 1499-1504
- Hurwitz S., Sklan D. & Bartov I. (1978) New formal approaches to the determination of energy and amino acid requirements of chicks. *Poultry Sci.* 57, 197-205
- Kubena L.F., Chen T.C., Deaton J.W., Reece F.N. (1974) Factors influencing the quantity of abdominal fat in broilers. 3. Dietary energy levels. *Poultry Sci.* 53, 974-978
- May J.D., Branton S.L., Deaton J.W. & Simmons J.D. (1988) Effect of environmental temperature and feeding regimen on quantity of digestive tract contents of broilers. *Poultry Sci.* 67, 64-71
- National Research Council (NRC) (1984) *Nutrient Requirements of Poultry*. National Academy Press, 2101 Constitution Ave, NW, Washington, DC 20418, USA

- Pesti G.M. (1982) Characterisation of the response of male broiler chickens to diets of various protein and energy contents. *Br. Poultry Sci.* 23, 27-537
- Pesti G.P. & Fletcher D.L. (1983) The response of male broiler chickens to diets with various protein and energy contents during the growing phase. *Br. Poultry Sci.* 24, 91-99
- Ricard F.H. (1983) Mesure de l'état d'engraissement chez le poulet. Variabilité d'origine biologique. In : *Qualité des Viandes de Volailles* (Lahellec C., Ricard F.H. & Colon P., eds), 6^e Symposium européen sur la qualité des viandes de volailles, Ploufragan, France, mai 1983, 49-68
- Robins K.R. (1981) Effect of sex, breed, dietary energy level, energy source, and calorie : protein ratio on performance and energy utilization by broiler chicks. *Poultry Sci.* 60, 2306-2315
- Scott M.L., Nesheim M.C. & Young R.J. (1982) *Nutrition of the Chicken*. 3rd edn. M.L. Scott and Associates, Ithaca, NY, USA, p. 88
- Scott H.M., Sims L.C. & Staheli D.L. (1955) The effect of varying protein and energy on the performance of chicks. *Poultry Sci.* 34, 1220 (abstr.)
- Stewart P.A. & Washburn K.W. (1981) Use of fat probe to assess differences in abdominal fat. *Poultry Sci.* 60, 1609
- Summers J.D., Slinger S.J. & Ashton G.C. (1965) The effect of dietary energy and protein on carcass composition with a note on a method for estimating carcass composition. *Poultry Sci.* 44, 501-509
- Waldroup P.W., Mitchell R.J., Payne J.R. & Johnson Z.B. (1976) Characterization of the response of broiler chickens to diets varying in nutrient density content. *Poultry Sci.* 55, 130-145
- Yoshida M., Hizikuro S., Hoshii H. & Morimoto H. (1962) Effect of dietary protein and energy levels on the growth rate, feed efficiency and carcass composition of chicks. *Agric. Biol. Chem.* 26, 640-647