Étude du rationnement de la poule pondeuse avec distribution de régimes à teneurs différentes en protéïnes

B. Leclercq, J. C. Blum, Solange Guillaumin, Gérard Guy, Serge Nevoit

▶ **To cite this version:**

B. Leclercq, J. C. Blum, Solange Guillaumin, Gérard Guy, Serge Nevoit. Étude du rationnement de la poule pondeuse avec distribution de régimes à teneurs différentes en protéïnes. Annales de zootechnie, 1980, 29 (1), pp.13-21. hal-00887940

HAL Id: hal-00887940
https://hal.science/hal-00887940

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Ann. Zootech., 1980, **29** (1), 13-21.

Étude du rationnement de la poule pondeuse avec distribution de régimes à teneurs différentes en protéïnes

B. LECLERCQ et J. C. BLUM

avec la collaboration technique de Solange GUILLAUMIN, Gérard GUY et Serge NEVOIT

Station de Recherches Avicoles
Centre de Recherches de Tours, I.N.R.A.,
Nouzilly, 37380 Monnaie (France)

Résumé

Au cours de 2 expériences portant chacune sur 540 pondeuses de type Rhode Island Red, on a distribué à volonté ou en quantité restreinte des régimes à teneurs différentes en protéines. Le rationnement ne modifie pas ou augmente même un peu le poids moyen de l'œuf. Il améliore l'indice de consommation, mais conduit toujours à une diminution du nombre d'œufs pondus quel que soit le taux protidique.

Pendant les premiers mois d'application du rationnement, les effets observés dépendent seulement de la quantité de protéines consommées; le besoin est estimé alors à 20 g /j et par poule (maïs, soja, méthionine). Cependant, pour l'ensemble de la ponte, le besoin de la poule ne dépasse pas 18 g et les résultats ne peuvent être entièrement expliqués en invoquant une déficience azotée variable. Il demeure un effet spécifique du rationnement.

Introduction

Le rationnement des poules de type Rhode-Wyandotte pendant la ponte permet une économie d'aliment. Il améliore l'efficacité alimentaire et réduit l'engraissement. Malheureusement, il tend à diminuer légèrement la production d'œufs (BOUGON et MÉVEL, 1972; LECLERCQ, BOUCHARDEAU et BLUM, 1975). Nous avons voulu savoir si le rationnement intervenait seulement comme une privation de constituants énergétiques et dans quelle mesure le besoin en protéines demeurait constant.

TABLEAU I

Composition des régimes de base
Composition of basal diets

	Expérience 1 *Experiment 1*		Expérience 2 *Experiment 2*	
	Régime 16 *Diet 16*	Régime 11 *Diet 11*	Régime 16 *Diet 16*	Régime 12 *Diet 12*
Ingrédients :				
Maïs (*Maize*)	64,5	79,5	59	70
Blé (*Wheat*)			10	10
Tourteau de soja (48 p. 100 M.A.T.) (*Soybean meal*)	20	6	16	6
Farine de viande (50 p. 100 M.A.T.) (*Meat meal*)			4	4
Farine de luzerne (*Lucerne meal*)	4	5	2	2
Huile de maïs (*Maize oil*)	2		1	
Carbonate de calcium	7	7	6,5	6,5
Phosphate bicalcique	1,5	1,5	0,4	0,4
Sel (*Salt*)	0,35	0,35	0,4	0,4
Oligo-minéraux (*Trace elements*)	0,05	0,05	0,1	0,1
Mélange vitaminique (*Vitamins*)	0,5	0,5	0,5	0,5
DL-méthionine	0,100	0,030	0,050	0,100
L-lysine HCl		0,120		
Caractéristiques :				
Énergie métabolisable calculée (Kcal/kg) (*Calculated metabolisable energy*)	2 830	2 850	2 830	2 860
Teneur en protéines mesurée (p. 100) (*Protein level*)	16	11	16	12
Teneur en lysine calculée (p. 100) (*Calculated lysine level*)	0,79	0,54	0,79	0,50
Teneur en méthionine calculée (p. 100) (*Calculated methiorine level*)	0,35	0,23	0,30	0,30

Composition du mélange d'oligo-minéraux (*Trace element mixture*) pour 100 g de mélange (*for 100 g mixture*) : oxyde de manganèse 7 g; oxyde de zinc 5 g; sulfate ferreux 7 g; sulfate de cuivre 0,55 g; carbonate de cobalt 0,03 g; iodure de potassium 0,1 g; carbonate de calcium 80,32 g.

Composition du mélange vitaminique (*Vitamin mixture*) (apport dans 100 kg d'aliment) : vitamine A 800 000 U.I.; vitamine D_3 100 000 U.I.; ménadione 0,2 g; riboflavine 2 g; acide nicotinique 5 g; acide folique 0,6 g; pyridoxine 0,6 g; biotine 0,1 g; cyanocobalamine 0,5 mg; choline 142 g; pantothénate de calcium 2 g.

Matériel et méthodes

Deux expériences ont été entreprises, l'une en 1975, l'autre en 1978. Au cours de la première, on a comparé 6 régimes différant par leur teneur en protéines (11, 12, 13, 14, 15 et 16 p. 100), les proportions de lysine et de méthionine étant maintenues constantes (respectivement 4,9 et 2,1 p. 100 des matières azotées totales) par addition de lysine ou de méthionine libres. La composition des régimes de base est rapportée dans le tableau 1. Les régimes intermédiaires sont obtenus par mélange des deux régimes de base en proportions adéquates. Ces régimes ont été distribués quotidiennement à volonté ou en quantités limitées. Ce rationnement, calculé de façon à ne distribuer que 92 p. 100 de la consommation des animaux nourris *ad libitum*, a été réalisé à la fin de 2e période de ponte, autrement dit après l'âge de 30 semaines. Chacun des 12 lots (6 régimes × 2 modes de distribution) comportait 15 cages collectives (48 × 40 cm), logeant chacune 3 poules.

La 2e expérience consiste en une distribution à volonté ou en quantité restreinte de 5 régimes différant par leur teneur en protéines (12, 13, 14, 15 et 16 p. 100). Ces régimes sont obtenus par mélange en proportions adéquates de 2 régimes de base dont la composition est rapportée aussi dans le tableau 1. Les régimes présentent tous la même teneur en méthionine (0,30 p. 100). Les conditions de rationnement sont exactement les mêmes que celles de la 1re expérience. Chaque lot comprend 18 cages collectives contenant chacune 3 poules.

Les pondeuses sont de type Rhode Island Red (Warren I.S.A. France). A l'âge de 18 semaines, elles sont réparties par groupe de 3, la somme des poids étant semblable d'une cage à l'autre.

Les poules sont pesées à l'âge de 22 semaines (près du pic de ponte) et en fin d'expérience (62 semaines pour l'expérience n° 1, 70 semaines pour l'expérience n° 2) après un jeûne total de 20 heures.

On contrôle le nombre d'œufs obtenus chaque jour de chaque cage. Le poids moyen est déterminé toutes les 4 semaines en pesant tous les œufs pondus pendant 4 jours successifs. Enfin, la consommation des lots nourris à volonté est mesurée par période de 4 semaines. L'aliment est distribué sous forme de farine. La teneur en protéines des régimes de base est ajustée à la valeur prévue (addition de tourteau de soja ou d'un mélange isoénergétique amidon + cellulose) après dosage (Macro-Kjeldahl) du régime maintenu dans la mélangeuse. De cette façon, les régimes présentent la même teneur en protéines durant toute l'expérience (± 0,05 p. 100).

Les comparaisons entre moyennes sont effectuées par le test de Newman-Keuls.

Les 2 expériences se sont déroulées dans un bâtiment chauffé dont la température ne descend pas en dessous de 18 °C. Le programme lumineux est du type classique; il assure 16 heures de lumière par jour.

Résultats

Dans le tableau 2, nous récapitulons les résultats de l'expérience n° 1. Le nombre d'œufs pondus est influencé à la fois par la teneur du régime en protéines et par le rationnement; on ne met pas en évidence d'interaction significative. Peu élevé pour les teneurs faibles, ce critère de ponte n'est pas amélioré significativement lorsque le régime renferme plus de 15 p. 100 de protéines. Le poids

TABLEAU 2

Performances de ponte (moyennes par poule présente chaque jour jusqu'à l'âge de 62 semaines) observées au cours de l'expérience nº 1 (*)

Laying performance (Experiment 1)

	Teneur de l'aliment en protéines *Protein level*	Nombre d'œufs pondus (**) *Egg number*	Poids moyen de l'œuf *Mean egg weight* (g)	Poids total d'œuf *Egg mass* (kg)	Consommation d'aliment *Feed consumption* (g/j)	Indice de consommation *Feed conversion ratio*	Gain de poids vif *Weight gain* (g)	Mortalité *Mortality* (p. 100)
Ad libitum	16	221 h	62,3 f	13,72 g	120,9	2,50 abc	— 4 e	0
	15	217 gh	62,6 f	13,59 g	119,4	2,46 abc	4 e	2,2
	14	203 def	61,7 ef	12,48 ef	116,0	2,64 cd	— 22 de	2,2
	13	204 def	60,4 cd	12,33 ef	117,1	2,68 cd	— 92 de	2,2
	12	196 d	58,7 b	11,49 d	111,4	2,73 d	141 cd	6,7
	11	151 b	56,5 a	8,52 b	96,3	3,17 f	211 abc	4,4
Restreints *Restricted*	16	210 fg	62,3 f	13,09 fg	113,3	2,44 ab	120 cd	4,4
	15	207 ef	62,9 f	13,01 fg	112,2	2,42 a	115 cd	0
	14	203 def	60,0 cd	12,18 de	110,7	2,57 abc	103 cd	2,2
	13	199 de	60,5 cde	12,03 de	112,0	2,62 bc	144 bc	2,2
	12	171 c	59,5 bc	10,16 c	106,0	2,93 e	245 ab	0
	11	127 a	56,7 a	7,19 a	90,2	3,56 g	— 290 a	2,2

(*) Les animaux sont âgés de 62 semaines en fin d'expérience. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100 selon le test de NEWMAN-KEULS (*The animals were 62 weeks old at the end of the experiment. The means followed by the same letter are not significantly different*) (*threshold of 5 p. 100*).

(**) Œufs pondus à partir de l'âge de 22 semaines, les régimes expérimentaux n'ayant été distribués qu'à partir de cet âge (*Eggs laid from the age of 22 weeks, the experimental diets being offered from that age only*).

La ponte a été de (*Total laying performance*) :

- *Ad libitum :* 16 p. 100 : 225 œufs; 15 p. 100 : 221; 14 p. 100 : 207; 13 p. 100 : 208; 12 p. 100 : 200; 11 p. 100 : 155
- *Restreints :* 16 p. 100 : 214 œufs; 15 p. 100 : 211; 14 p. 100 : 207; 13 p. 100 : 203; 12 p. 100 : 175; 11 p. 100 : 131

moyen de l'œuf est sous la seule dépendance de la composition du régime, le rationnement n'exerçant aucun effet. Le poids total d'œuf produit, combinaison des 2 critères précédents, est diminué aussi bien par la réduction des apports azotés que par le rationnement, sans que l'interaction statistique de ces 2 facteurs ne soit significative. L'ingestion alimentaire est évidemment différente selon que les animaux sont restreints ou non; mais on note aussi une réduction de la consommation si le régime renferme moins de 13 p. 100 de protéines. L'indice de consommation (kg d'aliment par kg d'œuf produit) n'est pas amélioré significativement par le rationnement, bien que les valeurs moyennes soient inférieures chez les poules restreintes recevant les 4 régimes les plus riches en protéines. Les régimes exercent, eux, des effets préjudiciables très significatifs lorsque la teneur en protéines descend en dessous de 15 p. 100. Une interaction significative existe entre les 2 variables (apport azoté-rationnement); le rationnement des 2 régimes les plus pauvres détériore l'indice contrairement à ce qui se passe avec les régimes les plus riches. Enfin, la variation de poids vif mesurée à partir du pic de ponte est faible. Généralement, il s'agit d'une perte de poids d'autant plus forte chez les animaux nourris *ad libitum* que l'apport azoté est réduit.

Les résultats récapitulatifs de la 2e expérience sont rassemblés dans le tableau 3. Comme dans l'expérience précédente, le nombre d'œufs pondus est sous la dépendance des régimes et du rationnement. Les poules recevant le régime à 12 p. 100 de protéines n'ont pas été rationnées du fait de la faible consommation observée en alimentation *ad libitum* et de la médiocrité de leurs performances qui distingue nettement ce lot de tous les autres. Aucune interaction n'existe

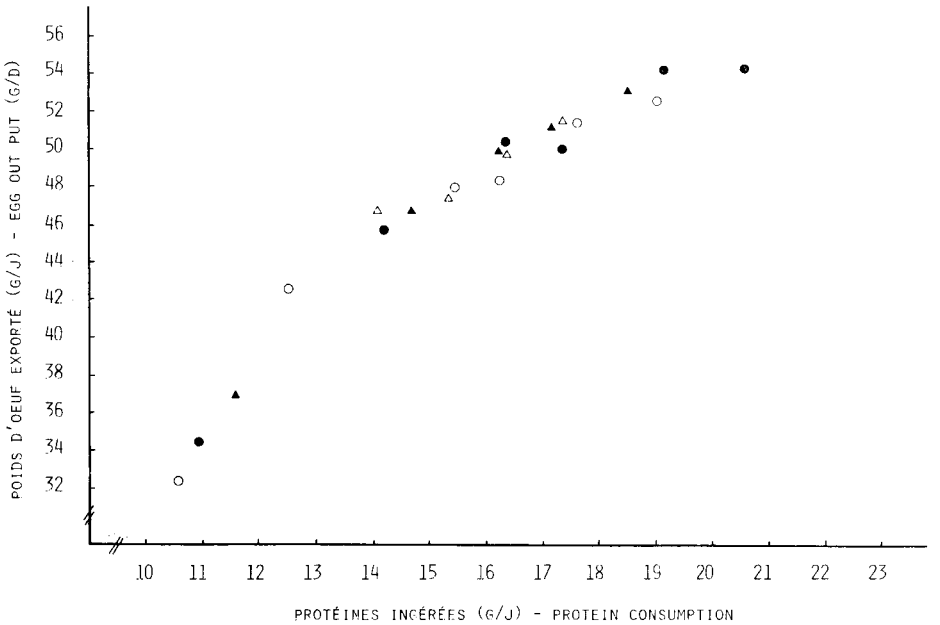

FIG. 1. — *Influence de la consommation quotidienne de protéines sur la production d'œufs entre 30 et 42 semaines d'âge.*

Influence of daily protein consumption on egg output between 30 and 42 weeks of age.

Ad libitum { ● *Exp 1* ▲ *Exp 2* } *Rationnés* { ○ *Exp 1* △ *Exp 2* }

TABLEAU 3

Performances de ponte (moyennes par poule présente chaque jour jusqu'à l'âge de 70 semaines) observées au cours de l'expérience n° 2 (*)

Laying performance (Experiment 2)

	Teneur du régime en protéines *Protein level*	Nombre d'œufs pondus (**) *Egg number*	Poids moyen de l'œuf *Mean egg weight* (g)	Poids total d'œuf *Egg mass* (kg)	Consommation d'aliment *Feed consumption* (g/j)	Indice de consommation *Feed conversion ratio*	Gain de poids vif *Weight gain* (g)	Mortalité *Mortality* (p. 100)
Ad libitum	16	246 cd	62,2 abc	15,30 c	120,6 b	2,65 abc	428 e	4,6
	15	248 d	61,6 abc	15,27 c	118,7 b	2,61 abc	384 e	1,9
	14	243 bcd	61,7 abc	14,96 bc	121,8 b	2,74 bcd	304 de	1,8
	13	234 bcd	60,4 a	14,23 bc	118,9 b	2,81 cd	239 cd	0,9
	12	205 a	60,3 ab	12,34 a	107,0 a	2,91 d	208 bcd	5,1
Restreints *Restricted*	16	238 bcd	62,6 c	14,90 bc	110,7	2,50 a	158 abc	2,8
	15	232 bcd	62,6 c	14,55 bc	109,9	2,54 ab	241 cd	5,6
	14	229 bc	62,3 abc	14,23 bc	109,6	2,59 abc	120 ab	5,6
	13	228 b	61,5 abc	14,00 b	110,3	2,65 abc	89 a	6,5

(*) Les animaux sont âgés de 70 semaines en fin d'expérience. Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 p. 100 selon le test de NEWMAN-KEULS (*See table 2*).

(**) Œufs pondus à partir de l'âge de 22 semaines, les régimes expérimentaux n'ayant été distribués qu'à partir de cet âge. La ponte totale a été de (*See table 2*) :

- *Ad libitum :* 16 p. 100 : 263 œufs; 15 p. 100 : 266; 14 p. 100 : 260; 13 p. 100 : 255; 12 p. 100 : 221
- *Restreints :* 16 p. 100 : 253 œufs; 15 p. 100 : 243; 14 p. 100 : 243; 13 p. 100 : 244

entre régimes et mode d'alimentation. Le poids moyen de l'œuf est modifié en sens opposé par la réduction des apports azotés et par la restriction alimentaire. L'influence favorable du rationnement sur le poids de l'œuf se retrouve au sein de chaque régime au cours de la plupart des périodes de ponte (résultats partiels non publiés). L'influence négative des apports azotés est un peu moins prononcée que dans l'expérience précédente. Le poids total d'œufs pondus reflète les modifications subies par les 2 critères de ponte précédents; les diminutions dues au rationnement sont atténuées, le déficit en nombre d'œufs étant compensé en partie par un poids moyen plus élevé. Dans cette 2e expérience, l'indice de consommation est significativement amélioré par le rationnement quel que soit le régime distribué. Les régimes exercent aussi des effets significatifs, les apports azotés les plus faibles augmentant l'indice. Enfin, les gains de poids vif, nettement plus élevés que précédemment, sont réduits par le rationnement et par l'abaissement du taux protidique.

Nous illustrons aussi par la figure 1 les relations qui ont été observées entre la quantité d'œufs produite en moyenne par poule au cours des 12 semaines qui suivent le début du rationnement (de 30 à 42 semaines) et la quantité de protéines consommée, que les animaux soient rationnés ou non. On constate une remarquable superposition des 2 expériences. De plus, on note que les lots rationnés se situent sur la même courbe. Bien qu'on ne parvienne pas de façon très nette à un plateau, on peut tout de même remarquer qu'en alimentation *ad libitum* 19,1 à 20,5 g de protéines assurent une production quotidienne identique et maximum de 54,5 g.

Les taux de mortalité enregistrés lors de chaque expérience sont présentés dans les tableaux 2 et 3 sans qu'il soit possible de dégager des effets nets.

Discussion

Les résultats de ces 2 expériences peuvent être une source d'informations nouvelles en ce qui concerne, d'une part le rationnement et, d'autre part, le besoin en protéines de la poule pondeuse Warren.

1. — *Le rationnement de la pondeuse*

Comme nous l'avions déjà constaté précédemment (LECLERCQ, BOUCHARDEAU et BLUM, 1975), il est clair que rationner les pondeuses Warren à 92 p. 100 de la consommation spontanée entraîne une réduction systématique du nombre d'œufs. Au contraire, le rationnement n'altère pas le poids moyen de l'œuf, quel que soit le taux protidique. Nous observons même, dans la 2e expérience, une augmentation de ce poids moyen sous l'effet du rationnement, augmentation que nous ne parvenons pas à expliquer et qui n'est pas un artefact puisqu'on l'a retrouvée à tous les âges et avec tous les régimes. On sait que le rationnement tend à diminuer la production en affectant selon les cas, soit le poids, soit le nombre des œufs pondus (WELLS, 1977). Cependant, une augmentation significative du poids de l'œuf n'avait pas encore été signalée. Elle est sans doute liée à la diminution de l'intensité de ponte qui raccourcit les séquences et peut ainsi réduire la proportion de petits œufs. Un rationnement alimentaire de la sévérité de celui

appliqué ici améliore l'efficacité alimentaire, surtout dans la 2e expérience qui a duré plus longtemps. Cette amélioration n'apparaît qu'avec des régimes renfermant plus de 13 p. 100 de protéines. En dessous de ce seuil, le rationnement aggrave les effets de la déficience azotée.

Les résultats de la figure 1 portant sur les 12 premières semaines de rationnement correspondent à une période où, la capacité de production des pondeuses étant la plus élevée, les exigences sont plus grandes (SHAPIRO, 1968). De la figure 1 il ressort que l'ingéré énergétique n'est pas le facteur limitant dans ces 2 essais. C'est la quantité de protéines ingérées qui détermine les capacités de ponte. Les baisses de performances provoquées par le rationnement résultent de la réduction des apports protidiques. Ainsi, pendant cette période qui suit le pic de ponte, le rationnement exigerait l'emploi d'un régime riche en protéines. Cependant, il faut nuancer cette constatation en se souvenant qu'une période ne rend pas compte du déroulement de toute la ponte. Sur l'ensemble de la production (tabl. 2 et 3), le rationnement n'a pas une influence comparable à celle des apports protidiques réduits : le premier tend à augmenter le poids moyen de l'œuf, les seconds le diminuent. En outre, seuls les taux protidiques très faibles ont une influence en fin de ponte, de sorte que le rationnement intervient dans les autres cas en améliorant l'indice de consommation, donc l'utilisation des nutriments énergétiques. Au total, le rationnement intervient un peu en limitant l'apport protidique en début de ponte et beaucoup sur l'ensemble de la période production en réduisant la consommation énergétique.

2. — *Le besoin en protéines*

Il ressort de la figure 1 que, pour sa période de performance maximum, la poule pondeuse de ce type (croisement Rhode Island) exige plus de 19 g de protéines par jour lorsque le régime est constitué d'un mélange de céréales (principalement le maïs), de tourteau de soja et de méthionine. L'équilibre différent des acides aminés au cours des 2 expériences ne paraît pas modifier le besoin en protéines; l'excès de méthionine au-delà de 0,30 p. 100 (régime 16 de l'expérience 1) ou la supplémentation en lysine des régimes pauvres en protéines (expérience 1) ne modifie pas les liaisons entre production d'œufs et quantité de protéines ingérées.

Cependant, lorsqu'on prend en considération l'ensemble de la production, le besoin semble moins élevé : de l'ordre de 18 g dans le 1er essai puisqu'il peut être couvert avec 15 p. 100 de protéines, de 16 g /j dans la 2e expérience où 14 p. 100 de protéines suffisent, sans doute parce que l'apport de méthionine est plus élevé.

Incontestablement, le besoin en protéines dépend à la fois du niveau de production et de l'équilibre des acides aminés. Utilisant les protéines d'œuf (en principe les mieux équilibrées), SHAPIRO (1968) avait constaté que l'apport azoté nécessaire pour assurer un bilan positif variait selon l'intensité de ponte; à 80 p. 100 de production, il fallait 16 g de protéines par jour contre 13 g à 67 p. 100. Ces résultats laisseraient supposer un besoin variable tout au long de la ponte. En fait, aucun avantage n'a été retiré de l'usage des taux protidiques variables (MILLAR et SMITH, 1975). Dans les 2 essais que nous présentons, il semble que par compensation les poules sur régimes moyennement pourvus en protéines aient davantage pondu en fin de ponte. Dans l'expérience 2 faisant appel à des régimes supplémentés en méthionine, la diminution du poids total d'œufs pondus n'atteint pas tout à fait le seuil de signification avec 13 p. 100 de protéines. Cepen-

dant, cet apport azoté n'assure pas un indice de consommation élevé. On retrouve un effet caractéristique des apports insuffisants d'acides aminés qui accroissent l'indice de consommation sans que le gain de poids vif augmente pendant la ponte (HAMILTON, 1968).

En définitive, des apports très faibles de protéines ont pu être trouvés satisfaisants : 11 g/j avec un mélange équilibré supplémenté en acides aminés (EL BOUSHY et MUILWIJK, 1978). Cependant, de nombreux facteurs peuvent modifier les besoins. Les divergences observées dans la littérature sont liées au génotype des poules utilisées, à la qualité variable des aliments et des matières premières, au niveau de production ainsi qu'à la période et la durée des essais. Il est prudent de prévoir un apport un peu plus élevé que le besoin minimum, de l'ordre de 16 g, avec les mélanges classiques à base de maïs et de tourteau de soja, simplement supplémentés en méthionine.

Accepté pour publication en février 1980.

Summary

Feed restriction of laying hens using different dietary protein levels

During 2 experiments including 540 Rhode Island Red laying hens, diets containing different protein levels were offered *ad libitum* or restricted. The feed restriction did not change or even slightly increased the mean egg weight. It improved the feed conversion ratio, but always led to a reduction of the egg number whatever the protein level.

During the first months of restriction the effects observed were only connected with the level of protein intake; the requirement was then estimated to 20 g/day/hen (maize, soybean, methionine). However, for the whole laying period, the requirement of the hen did not exceed 18 g and the variable protein deficiency cannot fully account for the results obtained. The effect of the feed restriction remains specific.

Références bibliographiques

BOUGON M., MÉVEL M., 1972. Influence du rationnement en période de production sur les performances de trois variétés commerciales de pondeuses. *Bull. Inf. Ploufragan*, **12**, 154-160.

EL-BOUSHY A. R., MUILWIJK I., 1978. Effect of varied protein levels with synthetic amino-acids on performance of layers and egg quality. *Feedstuffs*, **50** (43), 15-16.

HAMILTON R. M. G., 1978. The effects of dietary protein level on productive performance and egg quality of four strains of White Leghorn hens. *Poult. Sci.*, **57**, 1355.

LECLERCQ B., BOUCHARDEAU A., BLUM J. C., 1975. Étude des effets du rationnement alimentaire de la poule sur ses performances de ponte et observations sur les effets d'une supplémentation par la Bacitracine. *Ann. Zootech.*, **24**, 603-611.

MILLAR R. I., SMITH L. T., 1975. The effect of four different feeding programs of varying protein levels on performance of brown-egg type birds. *Poult. Sci.*, **54**, 964-968.

SHAPIRO R., 1968. Protein requirement, nitrogen retention and egg production of the laying hen. *Fed. Proc.*, **27**, 923-926.

WELLS R. G., 1977. Improving the efficiency of food conversion in layers. *Proc. Ist European Symp. Poult. Nutr.*, 81-88 (published Danish branch of W.P.S.A.).