

BESOINS DES PONDEUSES EN THREONINE, VALINE ET ISOLEUCINE DIGESTIBLES

Bougon Michel¹, Launay Mireille¹, Joly Philippe²

¹ Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires (CNEVA), B.P. 53, 22440 Ploufragan

² Institut de Sélection Animale (ISA) Mauguérand, 22800 Quintin

Résumé

Cet essai, réalisé avec 1344 poules *Isabrown* (7 lots de 192), permet de comparer cinq aliments expérimentaux, renfermant de 13,2 à 14,3% de protéines brutes, à deux aliments de référence, en contenant 15,3% (lot B) et 16,6% (lot A). Il est divisé en deux périodes : au cours de la première (19 à 35 semaines), les aliments sont enrichis en lysine, méthionine, tryptophane et thréonine ; au cours de la seconde (35 à 47 semaines), il est ajouté, en plus, de la valine et de l'isoleucine.

La masse d'oeufs produite par poule et par jour atteint 59 g et 57,6 g pour les lots A et B, respectivement ; elle diminue à mesure que baisse la teneur en protéines des aliments. L'addition de valine et d'isoleucine permet d'améliorer les performances des pondeuses. Les besoins journaliers des poules en thréonine, valine et isoleucine, paraissent être couverts avec 610 (530), 800 (710) et 680 mg (620, en digestible).

Abstract

Laying hens' needs in digestible threonine, valine and isoleucine

This test, carried out with 1,344 *Isabrown* layers (7 batches of 192) allows a comparison of five experimental foods (with 13.2 % to 14.3 % of raw proteins) to two reference foods containing 15.3 % (batch B) and 16.6 % (batch A) of raw proteins.

The test was divided in two periods. During the first period of the test, foods were enriched in lysine, methionine, tryptophan and threonine. During the second part, (35 to 47 weeks), valine and isoleucine were added.

The mass of eggs produced per hen and per day reaches 59 g for batch A and 57.6 g for batch B. It decreases as protein content in foods is reduced. The addition of valine and isoleucine allows better laying hens' performances.

The daily needs of laying hens in threonine, valine and isoleucine seem to be covered with 610 (530), 800 (710) and 680 mg (620 in digestible form).

Introduction

Le respect de l'environnement va exiger une réduction de la teneur des aliments en protéines, qui pourra être effectuée jusqu'à un certain taux, sans que la production en soit trop affectée, à condition d'apporter suffisamment de lysine, de méthionine et de tryptophane ; ensuite d'autres acides aminés, notamment la thréonine, la valine et l'isoleucine pourront se trouver en quantités insuffisantes. Les besoins des pondeuses en ces acides aminés sont, en fait assez mal connus, comme le montrent les résultats suivants.

Huyghebaert et Butler (1991) situent le besoin en thréonine à 700-710 mg. pour une masse d'oeufs de 52g. mais la production ne semble pas avoir atteint sa valeur maximale. Jais et al. (1995) estiment que le besoin en thréonine représente 76% de celui en lysine. Le *National Research Council* (1994) conseille d'apporter 520 mg par jour.

Gous et al. (1987) précisent que les poules doivent ingérer 750 mg d'isoleucine pour que leur production soit maximale (51 g). Jensen et Colnago (1991)

obtiennent des performances identiques (52 g) à celles obtenues avec un aliment renfermant 16% de protéines, pour des consommations en valine et en isoleucine atteignant 675 et 610 mg. Huyghebaert et al. (1991), en effectuant deux essais, concluent que la production devient maximale (56 et 54,5 g) avec 790 mg (essai 1) et 830 mg (essai 2) d'isoleucine. Harms et Russell (1993), en distribuant à des leghorns, un aliment renfermant 0,53% de thréonine, 0,60% de valine et 0,52% d'isoleucine, obtiennent la même production (50,4 g) qu'avec un aliment titrant 15,5% de protéines. Harms et Ivey (1993), avec un aliment pauvre en matières azotées, compensent, en partie, la baisse de production, en ajoutant à l'aliment, méthionine, lysine, tryptophane, arginine, thréonine ; une addition supplémentaire d'isoleucine (0,63 / 0,55%) améliore faiblement les performances alors qu'une supplémentation en valine (0,75 / 0,67%) permet de restaurer la production (46g, leghorn). Mannion et al. (1993) obtiennent une production maximale (50 g) avec 700 mg d'isoleucine et situent le besoin entre 630 et 730 mg, en fonction du coût de l'isoleucine (modèle de Reading), pour des poules

pesant 2 kg et produisant 55 g. Bougon (1995) constate que 585 mg d'isoleucine ne permettent pas de couvrir les besoins des pondeuses ; il faut atteindre 650 mg pour une production de 54g. Jais et al. (1995) estiment que les besoins en valine et en isoleucine représentent 64 et 76% de ceux en lysine. Enfin, le *National Research Council* (1994) conseille d'apporter 770 et 715 mg, par poule et par jour, en valine et isoleucine, respectivement.

1. Matériel et méthodes

Des poulettes *Isabrown*, élevées préalablement dans les mêmes conditions, sont transférées dans le bâtiment de ponte, à l'âge de 123 jours (poids moyen 1620 g). Il est constitué sept lots, comprenant chacun 192 poules (4 répétitions de 48 ; une répétition comprenant 12 cages de 4 pondeuses). Chaque lot reçoit un aliment différent mais renfermant la même teneur énergétique (2750 kcal) et les mêmes taux de calcium (3,95%) et de phosphore disponible (0,32%).

1.1. Essai n° 1

Les aliments A et B, qui servent d'aliments de référence, présentent des teneurs en protéines digestibles de 14,9 et 13,8%, respectivement. L'aliment B renferme en lysine digestible 0,70%, méthionine cystine digestibles 0,62%, tryptophane

digestible 0,145%, thréonine digestible 0,46%, isoleucine digestible 0,58% et valine digestible 0,66% ; l'aliment A contient 0,73% de lysine digestible, 0,65% de méthionine cystine digestibles et 10% de plus des autres acides aminés digestibles (tryptophane, thréonine, isoleucine, valine) que l'aliment B. Les aliments C,D,E,F, et G présentent sensiblement les mêmes taux de lysine, méthionine cystine et tryptophane digestibles que l'aliment B ; ils diffèrent par leurs apports en thréonine, isoleucine et valine, pour des taux de protéines digestibles assez proches : de 13,1% (C et D) à 12,7% (E) et 12,5% (F et G), les variations étant obtenues en modifiant essentiellement les proportions de maïs, de tourteau de soja et de gluten de maïs ; en revanche, le taux de tourteau de tournesol reste fixe (7%), pour tous les aliments.

1.2. Essai n° 2

La production de certains lots, en particulier celle des lots F et G s'étant montrée relativement faible, bien que leurs aliments renfermaient, en principe, suffisamment de lysine, méthionine et tryptophane digestibles, il fallait admettre que d'autres acides aminés se trouvaient en quantités insuffisantes ; aussi, les teneurs en valine et thréonine, pour le lot C, et en isoleucine et valine, pour les lots E, F et G, sont alors augmentées, à partir de l'âge de 35 semaines ;

TABLEAU 1 : Teneurs théoriques¹ des aliments en protéines et en acides aminés (%)

Essai	Acides aminés	Aliment	A	B	C	D	E	F	G
Essais n° 1 et 2	Protéines	brutes	16.6	15.35	14.3	14.3	14.15	13.25	13.25
		digestibles	14.95	13.8	13.15	13.15	12.7	12.5	12.5
	Lysine	brute	0.82	0.78	0.75	0.75	0.74	0.75	0.72
		digestible	0.73	0.70	0.68	0.68	0.67	0.66	0.66
	A.A. soufrés	bruts	0.72	0.68	0.66	0.66	0.65	0.65	0.65
		digestibles	0.65	0.62	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59
	Tryptophane	brut	0.182	0.166	0.163	0.163	0.164	0.160	0.160
		digestible	0.159	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145	0.145
Essai n° 1	Thrénine	brute	0.59	0.54	0.50	0.53	0.55	0.45	0.52
		digestible	0.51	0.46	0.43	0.46	0.47	0.39	0.46
	Isoleucine	brute	0.71	0.65	0.59	0.59	0.58	0.54	0.54
		digestible	0.65	0.58	0.54	0.54	0.52	0.49	0.49
	Valine	brute	0.82	0.75	0.70	0.70	0.68	0.65	0.65
		digestible	0.72	0.66	0.62	0.62	0.61	0.59	0.59
Essai n° 2	Thrénine	brute	0.59	0.54	0.53*	0.53	0.55	0.45	0.52
		digestible	0.51	0.46	0.46*	0.46	0.47	0.39	0.46
	Isoleucine	brute	0.71	0.65	0.59	0.59	0.64*	0.59*	0.59*
		digestible	0.65	0.58	0.54	0.54	0.58*	0.54*	0.54*
	Valine	brute	0.82	0.75	0.74*	0.70	0.74*	0.69*	0.69*
		digestible	0.72	0.66	0.66*	0.62	0.67*	0.64*	0.64*

¹ d'après les tables "RHODIMET NUTRITION GUIDE " (1993). Des analyses et des mesures de digestibilité d'acides aminés, effectuées par Van Kempen (Rhône Poulenc) montrent que les valeurs analytiques sont très proches des valeurs théoriques,

sauf pour l'isoleucine (-8%) et la cystine (-15%). Il est à noter que dans un essai réalisé antérieurement (Bougon 1995), la quantité d'isoleucine retrouvée était également inférieure (-10%).

* changement par rapport à l'essai n° 1

TABEAU 2 : Composition des aliments (%)

Aliments	A	B	C	D	E	F	G
Matières premières							
Maïs	42.55	46.15	46.98	46.95	49.53	47.77	47.70
Blé	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Soja 48	14.3	11.5	6.4	6.4	8.7	1.3	1.3
Tournesol 34	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Gluten 60	2.1	1.5	3.2	3.2	1.0	4.9	4.9
Son	0	0.1	2.6	2.6	0.2	5.0	5.0
L lysine	0.16	0.17	0.30	0.30	0.26	0.42	0.42
DL méthionine	0.14	0.11	0.12	0.12	0.15	0.12	0.12
L thréonine	0	0	0	0.035	0.05	0	0.07
L tryptophane	0	0	0.018	0.018	0.014	0.035	0.035
Huile de soja	2.4	2.0	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8
Carbonate de calcium	9.1	9.1	9.3	9.3	9.1	9.5	9.5
Phosphate bicalcique	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	1.3	1.3
Sel	0.35	0.35	0.35	0.35	0.40	0.35	0.35
Composé Minéral Vitaminé	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

2. Résultats et discussion

Afin de mieux juger les effets des aliments sur les performances de ponte, les résultats sont précisés aux périodes où la production est maximale (59g par jour

pour le lot A), à savoir, de 27 à 35 semaines, pour l'essai n° 1 et de 35 à 47 semaines, pour l'essai n° 2.

TABEAU 3 : Performances des pondeuses, de 27 à 35 semaines (essai n° 1)

Lot	Pourcentage de ponte	Poids moyen des oeufs (g)	Poids d'oeufs /poule/jour (g)	Aliment /poule/jour (g)	Indice de consommation	Gain** moyen quotidien (g)
A	95.3a*	61.9a	59.0a	115.0a	1.949c	3.25
B	94.3a	60.9ab	57.4b	113.9a	1.984bc	2.80
C	93.5a	59.3cd	55.4c	110.9ab	2.000bc	1.65
D	94.1a	59.8bc	56.3bc	113.6a	2.017b	2.00
E	92.6a	59.6cd	55.2c	111.9ab	2.027b	2.25
F	88.8b	58.3de	51.8d	108.6b	2.097a	1.05
G	89.1b	57.1e	50.9d	107.4b	2.111a	0.90

* les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement, au seuil de 5%

** de 17,5 à 32,5 semaines

La masse d'oeufs produite par poule et par jour diminue à mesure que baisse le taux de protéines ; cette diminution est faible lorsque l'on passe de 16,6% (lot A) à 15,3% (lot B ; -2,7%), voire à 14,3% et 14,1% (lots C-D,E ; -5,7%) mais devient élevée à 13,2% (lots F et G ; -13%).

La masse d'oeufs produite et le gain moyen quotidien des poules sont liés linéairement à la consommation alimentaire des pondeuses.

La production des lots C,D et E diffère peu ; elle est toutefois un peu plus élevée pour le lot D, qui reçoit, par rapport au lot C, un aliment enrichi en thréonine.

La réduction importante des performances des lots F et G pourrait être liée à des apports trop faibles en thréonine, isoleucine et valine. Les analyses ont révélé que la teneur des aliments, en isoleucine, était plus faible que prévue (-8%). L'addition de thréonine (F→G) n'améliore pas la production ; cet acide aminé n'est donc pas le facteur limitant primaire. En outre, le manque d'isoleucine et de valine pourrait être accentué par le fait que les aliments F et G sont relativement riches en leucine, le rapport leucine/isoleucine étant de 2,5 pour les aliments C et D et de 2,8 pour les aliments F et G.

TABLEAU 4 : Performances des pondeuses, de 35 à 47 semaines (essai n°2)

Lot	Pourcentage de ponte	Poids moyen des oeufs (g)	Poids d'oeufs /poule/jour (g)	Aliment /poule/jour (g)	Indice de consommation	Gain* moyen quotidien (g)
A	91.4a	64.7a	59.1a	115.7a	1.957d	1.24
B	90.0a	64.3ab	57.8ab	115.7a	2.000cd	0.52
C	89.2ab	62.9abc	56.2b	115.7a	2.058bc	2.02
D	88.9ab	63.2abc	56.2b	115.9a	2.061bc	0.62
E	87.9ab	63.9ab	56.2b	116.3a	2.070b	0.97
F	84.8c	63.2abc	53.6d	116.9a	2.182a	1.47
G	86.9ab	61.6c	53.5d	114.5a	2.140a	1.17

* de 32,5 à 41 semaines

Contrairement à ce qui est observé en première partie de ponte (essai n° 1), les consommations alimentaires ne varient pas significativement, d'un lot à l'autre, entre 35 et 47 semaines. De même, la masse d'oeufs produite et le gain moyen quotidien des pondeuses ne sont plus liés aux consommations d'aliment.

La production du lot A demeure supérieure, non significativement, à celle du lot B (59,1g contre 57,8g ; 2,2%). Les performances des lots C,D et E sont identiques, ce qui laisse penser que les besoins des pondeuses sont couverts avec des aliments renfermant 0,54% d'isoleucine digestible et 0,62% de valine digestible.

L'aliment E présente sensiblement les mêmes teneurs en acides aminés digestibles que l'aliment B (lysine, méthionine, cystine, tryptophane, thréonine, isoleucine, valine) ; il ne permet pas, toutefois, d'obtenir une production aussi élevée ; ainsi, la masse d'oeufs se trouve réduite de 2,8% (56,2g contre 57,8g) et l'indice de consommation augmenté de 3,5% (2,07 contre 2,00). Les mêmes observations peuvent être faites en comparant les résultats du lot G à ceux du lot D (53,5g contre 56,2g ; -4,8% et 2,14 contre 2,06 ; + 3,9%).

La différence de production entre les lots F,G et le lot A s'est réduite quelque peu ; jugée sur la masse d'oeufs produite par poule et par jour, elle est passée de 13% à 9%. L'apport d'isoleucine et de valine a donc permis de réduire l'écart ; mais, il est difficile de connaître le gain réel obtenu par ces suppléments, car, d'une part, l'effet d'une carence en acides aminés, sur la production, tend à s'estomper avec le temps et d'autre part, les lots F et G sont "défavorisés" par le fait qu'au début de l'essai n° 2, les poules pèsent 240g de moins que celles du lot A (1760g contre 2000g), ce qui a dû limiter l'augmentation du poids moyen des oeufs.

TABLEAU 5 : Teneurs de l'oeuf en acides aminés, rapportées à celle en lysine

Acide aminé /lysine	Cotterill (1977-1979)	Sauveur (1988)	Van Kempen et Joly(1996)	Moyenne
Méthionine	0.47	0.46	0.47	0.47
Méth. cystine	0.80	0.80	0.82	0.81
Tryptophane	0.22	0.23	0.24	0.23
Thréonine	0.71	0.68	0.69	0.69
Isoleucine	0.77	0.76	0.78	0.77
Valine	0.95	0.90	0.95	0.93

La masse d'oeufs produite par poule et par jour est maximale (59g) avec l'aliment A, qui renferme 16,6% de protéines brutes. Elle diminue déjà de 1,6g, lorsque le taux de protéines est abaissé à 15,3%, pour atteindre 3,4g avec 14,2% et 7,7g avec 13,2%. La supplémentation de l'aliment le plus pauvre en protéines avec de la valine et de l'isoleucine permet d'améliorer les performances des pondeuses ; toutefois, il n'est pas possible, étant donné les conditions de cet essai, de savoir s'il est indispensable d'ajouter les deux acides aminés. On peut fixer, pour l'instant, des taux minimaux de 0,54%, 0,62% et 0,46% en isoleucine, valine et thréonine digestibles (620, 710 et 530 mg par poule et par jour). Ces valeurs sont assez proches de celles que l'on peut déduire à partir de la composition de l'oeuf en acides aminés (cf. TABLEAU 5) ; en supposant que les besoins en lysine digestible soient couverts avec un aliment renfermant 0,66% (760mg ; P. Joly 1995) et que les pertes soient semblables (digestion, métabolisme), il faudrait des taux d'isoleucine, valine et thréonine digestibles, de 0,535%, 0,645% et 0,48%, respectivement. Signalons également que Barrier-Guillot (1995) a obtenu une production de 56g, avec un aliment à 14% de protéines et renfermant 0,55%, 0,64% et 0,46% de ces acides aminés digestibles, pour une consommation alimentaire de 117,5g.

Notre essai permet de souligner également l'importance des équilibres entre certains acides aminés, en particulier, entre la leucine et l'isoleucine : le rapport leucine/isoleucine peut être relativement élevé lorsque l'aliment pauvre en protéines est à base de maïs et renferme un taux non négligeable de gluten de maïs, ce qui augmente les besoins en isoleucine et en valine, du fait d'un accroissement du catabolisme de ces acides aminés.

Certains points restent à éclaircir, en particulier, pourquoi la consommation alimentaire diminue-t-elle avec le taux de protéines, entre 27 et 35 semaines et non, entre 35 et 47 semaines ?

Enfin, il faut prendre en considération le fait que la viabilité des pondeuses et l'état de leur empiement tendent à diminuer avec la réduction du taux de protéines de l'aliment.

3. Conclusion

La teneur des aliments en protéines devra être abaissée si l'on désire réduire les rejets azotés. Les performances des pondeuses vont, dans ces conditions, avoir tendance à diminuer, même si les apports de lysine, de méthionine cystine et de tryptophane digestibles demeurent suffisants ; aussi, paraît-il prudent de ne pas descendre au dessous de 14% de matières azotées brutes (12,7% MAD) et de contrôler les apports d'isoleucine, valine et thréonine digestibles, les besoins journaliers semblant être couverts avec 620, 710 et 530 mg, respectivement.

L'analyse en acides aminés des matières premières doit être poursuivie de manière à disposer de valeurs moyennes fiables ; il faut, en particulier, vérifier que leurs teneurs en isoleucine ne sont pas inférieures aux valeurs retenues actuellement.

La réduction du taux de protéines de l'aliment va dans le sens du respect de l'environnement ; en revanche, il ne semble pas en être de même pour le bien-être de la poule (emplumement déficient, accroissement des mortalités).

Des recherches complémentaires doivent encore être effectuées de manière à pouvoir définir la *protéine idéale* pour la pondeuse.

Références

- Barrier-Guillot B., 1995. Journée nationale "poules pondeuses".
Bougon M., 1995. Journée nationale "poules pondeuses".
Cotterill O.J., Marion W.W., Naber E.C., 1977. Poultry Science, 56, 1927-1934.
Cotterill O.J., Glauert J.L., 1979. Poultry Science, 58, 131-134.
Gous R.M., Griessel M., Morris T.R., 1987. British Poultry Science, 28, 427-436.
Harms R.H., Russell G.B., 1993. Poultry Science, 72, 1892-1896.
Harms R.H., Ivey F.J., 1993. Journal of Applied Poultry Research, 2, 273-282.
Huyghebaert G., Butler E.A., 1991. British Poultry Science, 32, 575-582.
Huyghebaert G., Groote G. de, Butler E.A., Morris T.R., 1991. British Poultry Science, 32, 474-481.
Jais C., Roth F.X., Kirchgessner M., 1995. Arch. Geflügelk., 59,5, 292-302.
Jensen L.S., Colnago G.L., 1991. Maryland Nutrition Conference, 29-36.
Joly P., 1995. 1ères journées de la recherche avicole, 1-8.
Mannion P.J., Young R.A., Fuelling D.E., Barram K.M., 1993. Australian Journal of Agricultural Research 44, 1147-1160.
National Research Council (NRC), 1994. Nat. Acad. Science, Washington D.C.
Sauveur B., 1988. Reproduction des volailles et production d'oeufs, INRA, 358
Van Kempen, Joly P., 1996. Résultats non publiés.