

EFFETS SUR LA CROISSANCE DU LAPIN DE LA SUPPLÉMENTATION EN L-LYSINE ET EN DL-MÉTHIONINE DE RÉGIMES VÉGÉTAUX SIMPLIFIÉS

M. COLIN

avec la collaboration technique de G. SARDI

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,
Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A.,
78350 Jouy en Josas*

RÉSUMÉ

La première expérience comprenant 4×10 lapins a permis d'étudier l'influence sur la croissance des animaux d'une supplémentation factorielle en L-lysine (0,1 p. 100) et en DL-méthionine (0,2 p. 100). Le régime de base, proche de ceux utilisés en élevage, est constitué essentiellement de blé, luzerne et tourteau de tournesol. Il apporte 2 250 kcal/kg d'énergie digestible, 16,8 p. 100 de matières azotées, 0,52 p. 100 d'acides aminés soufrés (AAS) et 0,58 p. 100 de lysine. Aucune des supplémentations n'améliore les performances des animaux. L'apport de méthionine tend même à provoquer un fléchissement de la croissance et de la consommation. On peut donc en conclure que pour ce type de régime, un taux de 0,58 p. 100 de lysine est suffisant pour obtenir des performances de haut niveau et qu'un taux de 0,72 p. 100 d'AAS semble légèrement excessif.

Dans la seconde expérience impliquant 4×11 lapins, une ration à base de luzerne, soja, tournesol et amidon, apportant 2 660 kcal/kg d'énergie digestible, 16 p. 100 de matières azotées, 0,71 p. 100 de lysine et 0,43 p. 100 d'AAS est supplémentée par 0-0,1-0,2-0, 3 p. 100 de DL-méthionine. Le gain de poids le plus élevé est obtenu avec 0,63 p. 100 d'AAS. On retrouve avec 0,73 p. 100 d'AAS l'effet dépressif observé dans la première expérience.

La comparaison des résultats obtenus dans ces expériences et dans des travaux antérieurs indique qu'il existe une relation étroite entre le besoin en acides aminés soufrés et la concentration énergétique de l'aliment. On peut, à partir de cette étude, recommander un apport d'acides aminés soufrés compris entre 0,60 et 0,65 p. 100 du régime, soit environ 2,4 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible.

INTRODUCTION

Plusieurs travaux récents (CHEEKE 1971, COLIN, ARKHURST et LEBAS 1973, ADAMSON et FISHER 1973, COLIN 1974), ont montré une amélioration des performances de croissance du Lapin lors de l'addition de lysine ou de méthionine à des

régimes pauvres en ces acides aminés. Ils ont en outre permis d'avancer des ordres de grandeur pour les besoins.

Cependant, certaines de ces expériences ont été réalisées à partir de régimes entièrement purifiés (ADAMSON et FISHER, 1973) dans lesquels l'apport protéique était assuré par un mélange d'acides aminés isolés. Dans d'autres études, (COLIN, ARKHURST et LEBAS, 1973 ; COLIN, 1974) les matières azotées de la ration provenaient presque exclusivement d'une unique source de protéines (tourteau de soja ou tourteau de sésame). De plus, l'écart entre les doses de supplémentation restait important, empêchant toute précision dans la détermination du besoin.

L'extrapolation des résultats ainsi obtenus à des régimes proches de ceux réellement utilisés en élevage apparaît donc délicate. Le besoin en acides aminés essentiels est en effet susceptible d'être affecté par de très nombreuses caractéristiques nutritionnelles du régime comme les taux énergétique et protéique (RÉRAT et LOUGNON, 1969) ou l'équilibre des autres acides aminés essentiels entre eux (HEWITT et LEWIS, 1972). En outre, les acides aminés contenus dans certaines protéines peuvent être partiellement indisponibles (RÉRAT et LOUGNON, 1969).

Une connaissance complète de ces différentes interrelations nécessite une longue suite de travaux. C'est pourquoi, dans un premier temps, il nous a semblé utile de procéder à une approche plus rapide et plus synthétique de la question. Nous avons donc étudié les effets de la supplémentation en méthionine et en lysine de régimes proches de ceux réellement utilisés en élevage mais susceptibles, d'après les travaux précédemment cités, d'être légèrement déficients en ces acides aminés. Les taux de supplémentation ont été choisis en fonction des travaux antérieurs (COLIN, ARKHURST et LEBAS, 1973 ; COLIN, 1974) de façon à assurer des apports totaux de lysine et d'acides aminés soufrés compris dans la zone où nous avons situé le besoin.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux

Dans une première expérience, 40 lapins des 2 sexes et dans une seconde, 44 sont répartis entre 4 régimes dans chaque cas. Ces lapereaux âgés de 36 jours, sont soit de race californienne, soit d'un croisement déjà décrit (LEBAS, 1975). Chaque expérimentation est poursuivie pendant 5 semaines ; les performances de croissance sont donc étudiées dans la majeure partie de la période comprise entre le sevrage (4 semaines) et l'abattage (10-11 semaines). Les animaux sont logés dans des cages individuelles, entièrement métalliques, munies d'abreuvoirs automatiques à surface d'eau libre.

Les régimes expérimentaux

Dans la première expérience, on étudie les effets de l'addition de 0,1 p. 100 de L-lysine ou de 0,2 p. 100. de DL-méthionine ou simultanément de ces deux acides aminés à une ration à base de luzerne déshydratée, de blé et de tournesol (tabl. 1). Celle-ci apporte 2 250 kcal/kg d'énergie digestible (COLIN, 1975) 16,8 p. 100 de matières azotées, 0,52 p. 100 d'acides aminés soufrés et 0,58 p. 100 de lysine. Les teneurs en acides aminés soufrés des différents régimes sont donc, rapportées à l'énergie, de 2,3 et 3,2 grammes pour 1 000 kcal d'énergie digestible et celles de lysine de 2,6 et 3,1 pour 1 000 kcal d'énergie digestible.

Les aliments sont présentés à volonté, sous forme de granulés de 5 mm de diamètre.

Les régimes de la seconde expérience sont principalement à base de luzerne deshydratée, de tourteau de soja, de tourteau de tournesol et d'amidon de maïs (tabl. 2). On a en effet évité d'y incorporer des céréales comme dans les rations de la première expérience à cause de la relative

TABLEAU I

Composition des régimes de la première expérience

Numéro des régimes	I	II	III	IV
Méthionine supplémentaire (%)	0	0,2	0	0,2
Lysine supplémentaire (%)	0	0	0,1	0,1
<i>Composition (%)</i>				
Luzerne déshydratée (1)	50	50	50	50
Blé (2)	37	36,80	36,87	36,67
Tourteau de tournesol (3)	9	9	9	9
DL-méthionine	—	0,2	—	0,2
Lysine HCl (4)	—	—	0,13	0,13
CMV (5)	4	4	4	4

(1) matières azotées 15,1 p. 100.

(2) matières azotées 13,0 p. 100.

(3) matières azotées 40,2 p. 100.

(4) produit commercialisé par Rhône Poulenc à 76 p. 100 de lysine pure.

(5) *Composition minéraux* (p. 100 du complément minéral) : Phosphate bicalcique 29 ; phosphate disodique 20 ; phosphate monopotassique 20 ; chlorure de sodium 15 ; carbonate de magnésium 15 ; sulfate de cuivre 0,04 ; sulfate de zinc 0,125 ; sulfate de cobalt 0,080 ; sulfate de manganèse 0,080 ; sulfate de fer 0,670 ; iodure de potassium 0,005.*Vitamines* (p. 100 kg d'aliment) : vitamines A 1 500 000 UI ; vitamine D₃ 100 000 UI ; vitamine E 5 000 UI ; vitamine B₂ 0,4 g ; niacine 2 g ; vitamine B₁₂ 1 mg ; panthothénate de calcium 1 g ; choline 10 g.

TABLEAU 2

Composition des régimes de la deuxième expérience

Méthionine supplémentaire p. 100 régime	0	0,1	0,2	0,3
<i>Composition (%)</i>				
Luzerne déshydratée (1)	40	40	40	40
Tourteau de soja (2)	11	11	11	11
Tourteau de tournesol (3)	8	8	8	8
DL-méthionine	0	0,1	0,2	0,3
Glutamate de sodium	0,6	0,5	0,4	0,3
Huile d'arachide	3	3	3	3
Amidon de maïs	33,4	33,4	33,4	33,4
Lignosulfite (4)	1	1	1	1
CMV (5)	3	3	3	3

(1) matières azotées 15,4 p. 100.

(2) matières azotées 49,8 p. 100.

(3) matières azotées 36,9 p. 100.

(4) lignosulfite « Narsiluc » commercialisé par Rousselot Kuhlman utilisé comme « liant » destiné à améliorer l'agglomération de l'aliment.

(5) voir première expérience.

richesse en acides aminés soufrés de leurs protéines. Les 4 régimes diffèrent par leur taux de méthionine. La méthionine supplémentaire (0-0,1-0,2-0,3 p. 100 du régime) est apportée en remplaçant le glutamate de sodium du régime de base par une quantité égale de DL-méthionine. Les rations apportent 2 660 kcal/kg d'énergie digestible (COLIN, 1975), 16 p. 100 de matières azotées, 0,71 p. 100 de lysine et selon le régime, 0,43-0,53-0,63-0,73 p. 100 d'acides aminés soufrés.

Les teneurs en lysine des régimes sont donc, rapportées à l'énergie, de 2,7 g pour 1 000 kcal d'énergie digestibles et celles d'acides aminés soufrés respectivement de 1,6-2,0-2,4-2,8 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible.

Les aliments sont présentés à volonté, sous forme de granulés de 2,5 mm de diamètre.

Contrôles sur les animaux

Les consommations individuelles sont relevées deux fois par semaine par différence entre les quantités distribuées et refusées. Les lapins sont pesés une fois par semaine à la même heure de la journée.

Exploitation des résultats

Les expérimentations sont menées selon un schéma en bloc complet équilibré. Les 4 régimes de la première expérience correspondent à une combinaison factorielle de 2 taux d'addition de méthionine et de lysine (0 et 0,2 ou 0,1 p. 100). L'exploitation statistique des résultats est assurée par une analyse de variance adaptée à chaque cas. Un test de Newman et Keuls (DAGNELIE, 1970) permet ensuite de classer les résultats lorsque l'analyse de variance donne un résultat significatif au seuil 5 p. 100.

RÉSULTATS

A. — Première expérience

Aucune des supplémentations étudiées n'entraîne une amélioration des performances pondérales (tabl. 3). On obtient même avec le régime de base, un gain de poids très légèrement supérieur à ceux observés avec les rations supplémentées. La croissance enregistrée avec le régime apportant 0,72 p. 100 d'acides aminés soufrés est inférieure de 6 p. 100 à celle obtenue avec le régime apportant ceux-ci au taux de 0,52 p. 100.

Pour les consommations, le seul effet apparent est une réduction de 11 p. 100 des quantités ingérées dans le cas de l'aliment supplémenté en méthionine seule. Cependant, l'effet de la méthionine n'est qu'à la limite de la signification ($P < 0,10$).

L'indice de consommation des aliments tend à être diminué par l'apport de méthionine ($P < 0,10$) tandis qu'il tend à être augmenté par l'addition de lysine ($P < 0,10$). Les deux effets se compensent partiellement pour le régime supplémenté en lysine et en méthionine.

B. — Deuxième expérience

Les régimes dont le taux d'acides aminés soufrés est de 0,53 et 0,63 p. 100 du régime ont permis une croissance plus élevée (tabl. 4) que celui qui n'en apporte que 0,43 p. 100 ; les différences s'élèvent respectivement à 12 et 17 p. 100.

Par ailleurs, les lapins ingérant la ration contenant 0,73 p. 100 d'acides aminés soufrés ont eu le gain de poids le plus faible, inférieur de 17,5 p. 100 à celui du régime dont le taux d'acides aminés soufrés est de 0,63 p. 100 du régime.

TABLEAU 3. — *Résultat de la première expérience*

Numéro régime	I	II	III	IV	Signification statistique
Méthionine supplémentaire (%)	0	0,2	0	0,2	
Lysine supplémentaire (%)	0	0	0,1	0,1	
Acides aminés soufrés totaux (%)	0,52	0,72	0,52	0,72	
Lysine totale (%)	0,58	0,58	0,68	0,68	
Poids des animaux en début d'expérience (g)	780 ± 18 (1)	788 ± 18	787 ± 18	780 ± 17	
Gain de poids (g/j)	39,2 ± 1,5	37,5 ± 1,3	38,7 ± 1,6	38,3 ± 1,6	M < 1 NS (3) L < 1 NS I < 1 NS
Consommation (g/j)	122 ± 4	111 ± 4	124 ± 3	122 ± 4	M 2,94 NS L 2,26 NS I 4,14* (4)
IC	3,13 ^b ± 0,06	2,96 ^a (2) ± 0,04	3,23 ^b ± 0,08	3,18 ^b ± 0,08	M 2,79 NS L 5,73* I < 1 NS

(1) Écart-type de la moyenne.

(2) Les valeurs ayant une lettre différente en indice diffèrent significativement au seuil P = 0,05.

(3) M : Effet méthionine ; L : effet lysine ; I : effet interaction.

(4) * : différence significative au seuil P = 0,05.

TABLEAU 4. — *Résultat de la deuxième expérience*

DL-méthionine supplémentaire	0	0,1	0,2	0,3	Signification statistique
Acides aminés soufrés totaux (%)	0,43	0,53	0,63	0,73	—
Lysine (%)	0,71	0,71	0,71	0,71	—
Poids des animaux en début d'expérience (g)	960 ± 20 (1)	960 ± 20	960 ± 20	960 ± 20	—
Gain de poids (g/j)	32,1 ^a ± 2,3	35,9 ^b ± 2,0	37,6 ^b ± 1,3	34,0 ^a ± 1,7	3,71*
Consommation (g/j)	96 ^a ± 5	103 ^{a,b} ± 4	109 ^b ± 4	95 ^a ± 4	3,32*
IC	3,04 ± 0,08	2,88 ± 0,05	2,88 ± 0,06	3,12 ± 0,10	2 NS

(1) Écart-type de la moyenne.

(2) a, b : les valeurs d'une même ligne ayant une lettre différente en indice diffèrent significativement au seuil P = 0,05.

(3) NS : non significatif ; * : significatif au seuil P = 0,05.

Les consommations et les indices de consommation varient peu. Il faut toutefois souligner que les régimes permettant la croissance la plus élevée sont à la fois ceux que les animaux ont le plus consommé et qui ont été le mieux utilisés. Les variations concernant les performances pondérales peuvent donc être une combinaison de modifications à la fois au niveau de l'appétit et de l'efficacité alimentaire.

DISCUSSION

1. — *Effets de l'addition de méthionine*

Dans la seconde expérience, l'addition de 0,1 p. 100 ou 0,2 p. 100 de méthionine au régime contenant 0,43 p. 100 d'acides aminés, soufrés, améliore les performances des animaux. Les acides aminés soufrés constituent bien le facteur limitant primaire de la ration de base. Les performances les plus élevées sont obtenues pour un taux de 0,63 p. 100 d'acides aminés soufrés. On peut donc recommander pour ce type d'aliment un apport d'acides aminés soufrés compris entre 0,60 et 0,65 p. 100. Il semble cependant difficile de considérer ces teneurs comme correspondant aux besoins du Lapin, au sens strict du terme. En effet, compte tenu de la faiblesse de nos connaissances concernant les besoins en l'ensemble des acides aminés essentiels chez le Lapin, on ne peut exclure l'existence de facteurs limitants secondaires dans les régimes étudiés. A partir d'un certain apport de DL-méthionine, ceux-ci deviendraient facteurs limitants primaires, empêchant une détermination du besoin réel en acides aminés soufrés. Par ailleurs, il est probable qu'une fraction de la méthionine ou de la cystine du régime de base est indisponible. Tous ces faits montrent bien qu'il serait hasardeux de vouloir avancer une valeur précise du besoin à partir de cette seule expérience.

Le fléchissement des performances et la dépression d'appétit constatés dans la première expérience lors de l'addition de 0,2 p. 100 de méthionine au régime de base font penser à un léger déséquilibre par excès comparable à celui observé par RÉRAT et HENRY (1970) chez le Porc. Cette hypothèse est confirmée par les résultats de la seconde expérience. Il semble donc qu'un taux d'acides aminés soufrés s'élevant à 0,72 p. 100 du régime puisse entraîner des effets défavorables sur les performances des animaux. Ce fait signifie donc que le taux de supplémentation en méthionine que nous avons choisi dans la 1^{re} expérience, en nous appuyant sur des résultats antérieurs (COLIN, ARKHURST et LEBAS, 1973) était trop élevé. L'effet dépressif qui s'est manifesté a pu dissimuler l'amélioration qu'aurait entraîné l'addition de doses plus faibles. La nature des déséquilibres par excès aussi constatés est difficile à préciser. Ils peuvent être simplement dus à un excès par rapport à l'ensemble des acides aminés essentiels, mais aussi à l'exagération d'un facteur limitant ignoré, dont nous avons envisagé précédemment la possibilité.

Les résultats rapportés ici montrent donc comme ceux de COLIN, ARKHURST et LEBAS (1973), que les performances du Lapin peuvent être détériorées aussi bien par une insuffisance que par un excès d'acides aminés soufrés. Par contre, on constate entre les deux séries de travaux un certain décalage dans l'estimation des doses permettant les performances optimales des animaux ou de celles entraînant des effets

dépressifs sur la croissance. En effet, COLIN ARKHURST et LEBAS (1973) observent une amélioration du gain de poids des animaux lorsque le taux d'acides aminés soufrés du régime s'élève de 0,65 p. 100 à 0,85 p. 100. Un tel fait paraît indiquer un besoin en acides aminés soufrés du Lapin très sensiblement supérieur à 0,65 p. 100 du régime alors que les travaux rapportés ici mettent en évidence un déséquilibre par excès pour 0,73 p. 100 d'acides aminés soufrés dans la ration.

En fait, il convient de remarquer que les performances de croissance et surtout de consommation étaient dans l'expérience de COLIN, ARKHURST et LEBAS (1973), plus faibles que celles observées ici. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer ces décalages, notamment la haute teneur en énergie digestible des régimes utilisés dans l'expérience de COLIN, ARKHURST et LEBAS (1973) : 2 830 kcal/kg (COLIN 1975), alors que dans la présente étude elle n'est que de 2 660 kcal/kg. Or, LEBAS (1975) a montré que dans des limites correspondant à celles des régimes expérimentaux utilisés ici, le Lapin diminue son niveau d'ingestion lorsque l'énergie digestible du régime augmente. Il doit donc recevoir une ration plus riche en acides aminés soufrés pour assurer un apport quantitatif équivalent.

Il semble donc que chez le Lapin comme chez le Porc ou le Poulet (RÉRAT et LOUGNON, 1969) le besoin en acides aminés soufrés exprimé en pourcentage du régime augmente lorsqu'on élève la concentration énergétique de la ration. A partir des résultats de la seconde expérience, on peut recommander un apport de 2,4 grammes d'acides aminés soufrés pour 1 000 kcal d'énergie digestible dans les aliments pour lapins. Ce résultat n'est qu'une première approximation et une étude plus étroite des relations entre besoin en acides aminés soufrés et teneur énergétique du régime paraît nécessaire. Toutefois, un tel mode d'expression des apports d'acides aminés soufrés permet d'expliquer partiellement les performances élevées obtenues dans la première expérience avec les aliments non supplémentés en méthionine. Dans ces rations, la teneur en acides aminés soufrés rapportée à l'énergie digestible est en effet pratiquement identique à celle observée dans le régime ayant permis les performances les plus élevées lors de la seconde expérience (2,3 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible).

Une partie des différences enregistrées entre les résultats rapportés ici et ceux de COLIN, ARKHURST et LEBAS (1973) peut également s'expliquer par l'indisponibilité partielle des acides aminés soufrés dans certaines protéines. Celle-ci conduirait à une surestimation des besoins. Le risque existe particulièrement dans l'expérience de COLIN, ARKHURST et LEBAS (1973) où les protéines de base sont apportées exclusivement par du tourteau de soja. Or, les conditions de fabrication de ce produit sont susceptibles d'influencer la disponibilité des acides aminés soufrés, particulièrement la cystine (ZELTER, 1971 ; LOUGNON et RÉRAT, 1971).

La plus grande prudence s'impose donc dans la formulation des normes pour les acides aminés soufrés. Il semble en effet que l'apport total susceptible de provoquer un déséquilibre par excès soit très rapproché de celui permettant une croissance optimum. En outre, au-delà d'un certain seuil (0,65 p. 100 du régime) une addition supplémentaire de DL-méthionine risque d'entraîner des effets différents d'une ration à l'autre en fonction en particulier de la concentration énergétique des aliments.

Il paraît cependant possible, à partir des résultats de cette expérience et de ceux de COLIN, ARKHURST et LEBAS (1973) de considérer en première approche que pour une ration à 16 p. 100 de protéines environ, un taux d'acides aminés soufrés de 0,60-0,65 p. 100 soit 2,4 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible est susceptible de permettre

des performances de niveau élevé. Il semble dangereux dans l'état actuel de nos connaissances de s'écarter de cette zone, les résultats pouvant varier d'un régime à l'autre.

2. — Effets de l'addition de lysine

Dans la première expérience, l'addition de lysine à la ration de base a permis de comparer deux régimes respectivement à 0,58 p. 100 et 0,68 p. 100 de lysine. Ces taux limitent approximativement la zone où nous avons précédemment situé les recommandations d'apport : 0,55 p. 100 à 0,70 p. 100 du régime (COLIN, 1974). Les observations effectuées ici semblent indiquer qu'une ration proche de celles utilisées en élevage est susceptible de permettre une croissance de niveau élevé (39 g/j) pour un taux de lysine de 0,58 p. 100 du régime et que l'addition de lysine supplémentaire n'entraîne aucune amélioration. Cependant, ce travail ne permet pas de déterminer avec précision le besoin en lysine. En effet on ne peut exclure complètement qu'existent d'autres facteurs limitants dans le régime. Ce peut être notamment le cas des acides aminés soufrés. D'après les résultats de la deuxième expérience, ceux-ci sont en effet susceptibles d'être apportés en quantités légèrement insuffisantes dans le régime de base ou excessives dans le régime supplémenté par 0,2 p. 100 de DL-méthionine.

CONCLUSION

Il ressort de ce travail que dans les rations pour lapins en croissance, des taux de 0,60-0,65 p. 100 à la fois de lysine et d'acides aminés soufrés doivent permettre d'éviter une déficience des régimes en ces acides aminés. Ces recommandations sont sensiblement de même ordre que celles établies par ailleurs dans des conditions très différentes pour les acides aminés soufrés (DAVIDSON et SPREADBURY, 1973 ; ADAMSON et FISHER, 1973) mais plus faibles pour la lysine (CHEEKE 1971, ADAMSON et FISHER 1973).

Toutefois, les recommandations formulées ici nous paraissent les plus susceptibles d'être extrapolées aux conditions d'élevage car elles ont été établies à partir de protéines réellement utilisées dans l'alimentation du Lapin de chair et les performances obtenues sont d'un bon niveau zootechnique.

Elles devront cependant être complétées par une étude des relations existant entre ces besoins et la teneur du régime en d'autres éléments. En particulier, le besoin en acides aminés soufrés semblant varier avec la concentration énergétique du régime, il paraît souhaitable de le rapporter à l'énergie digestible.

Ainsi, en première approximation, l'apport d'acides aminés soufrés devrait être d'environ 2,4 g pour 1 000 kcal d'énergie digestible.

Il semble enfin important de souligner la possibilité d'existence de déséquilibres par excès d'acides aminés soufrés et cela à des taux très proches des doses correspondant aux performances optimales.

Reçu pour publication en février 1975.

SUMMARY

EFFECTS ON THE GROWTH OF THE RABBIT OF L-LYSINE
AND DL-METHIONINE SUPPLEMENTATION OF SIMPLIFIED PLANT DIETS

In the first experiment including 4×10 rabbits, a study was made on the effect of a factorial L-lysine (0.1 p. 100) and DL-methionine (0.2 p. 100) supplementation of the diet on the animals' growth performances. The basal diet, similar to that used in practise, was mainly composed of wheat, lucerne and sunflower oil-meal. It supplied 2 250 kcal/kg digestible energy, 16.8 p. 100 crude protein, 0.52 p. 100 sulphur amino acids (SAA) and 0.58 p. 100 lysine. None of the supplementations improved the animals' performances. The supply of methionine even tended to bring about a slight growth and feed intake reduction. Thus it may be concluded that for this type of diet, a lysine level of 0.58 p. 100 is sufficient to obtain high performances and that a sulphur amino acid level of 0.72 p. 100 seems to be slightly excessive.

In the second experiment including 4×11 rabbits, the basal diet was composed of lucerne, soyabean, sunflower and starch, supplying 2 660 kcal/kg digestible energy, 16 p. 100 crude protein, 0.71 p. 100 lysine and 0.43 p. 100 sulphur amino acids. This diet was supplemented with 0, 0.1, 0.2, 0.3 p. 100 DL-methionine. The highest weight gain was obtained with 0.63 p. 100 sulphur amino acids. At a level of 0.73 p. 100 SAA, the same depressive effect as that recorded in the first experiment was observed.

Comparison between the results of these experiments and those of previous studies shows that there is a close relationship between the requirements for sulphur amino acids and the energy level of the diet. On the basis of the experiments reported here, a supply of sulphur amino acids comprised between 0.60 and 0.65 p. 100 of the diet, *i. e.* about 2.4 g for 1 000 kcal of digestible energy can be recommended.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMSON I., FISHER H., 1973. The amino acid requirement of the growing Rabbit : an estimate of quantitative needs. *J. Nutr.*, **103**, 1306-1310.
- CHEEKE P. R., 1971. Arginine, lysine and methionine needs of the growing Rabbits. *Nutr. Repts. Int.*, **3**, 123-128.
- COLIN M., 1974. Supplémentation en lysine d'un régime à base de tourteau de sésame chez le Lapin. Effets sur les performances de croissance et le bilan azoté estimé par deux méthodes. *Ann. Zootech.*, **23**, 119-132.
- COLIN M., 1975. Mesure de la teneur en énergie digestible de différentes rations destinées au Lapin en croissance (à paraître).
- COLIN M., AKHURST G., LEBAS F., 1973. Effets de l'addition de méthionine au régime alimentaire sur les performances de croissance du Lapin. *Ann. Zootech.*, **22**, 485-491.
- DAGNELIE P., 1970. *Théories et méthodes statistiques*, vol. 2, Ed. DUCULOT S. A. Gembloux.
- DAVIDSON J., SPREADBURY D., 1973. Studies on the nutrition of meat rabbit. *I^e Congrès international de cuniculiculture*, sept. 73, Côme (Italie), 230-240.
- HEWITT D., LEWIS D., 1972. The amino acid requirements of the chick : I. Determination of amino acid requirements. *Br. Poultry Sci.*, **13**, 449-464.
- LEBAS F., 1975. Influence de la teneur en énergie de l'aliment sur les performances de croissance chez le Lapin. *Ann. Zootech.* **24** 281-288.
- LOUGNON J., RÉRAT A., 1971. Traitement thermique et qualité des protéines du soja IV. — Effet de la cuisson des tourteaux et de leur supplémentation par des amino acides sur la croissance et la rétention azotée chez le Rat. *Ann. Zootech.*, **20**, 41-52.
- RÉRAT A., HENRY Y., 1970. Étude du besoin en acides aminés soufrés du Porc en croissance. *Journ. Rech. Porcine en France*, Paris, I. N. R. A.-I. T. P. ed., 61-66.
- RÉRAT A., LOUGNON J., 1969. Amino acid requirements of growing pigs. *Wld. Rev. Anim. Prod.* vol. IV, n° 17, 84-95.
- ZELTER S. Z., 1971. Traitement thermique et qualité des protéines de soja. I. Position du problème et introduction à une étude expérimentale. *Ann. Zootech.*, **20**, 11-16.