

EFFICACITÉ DE LA SPIRAMYCINE POUR LA CROISSANCE DU POUSSIN

INFLUENCE DE LA DOSE DE L'ANTIBIOTIQUE
ET DE LA NATURE DU RÉGIME DE BASE

C. CALET, C. ROUSSEL et J. BARATOU

Station de Recherches avicoles,
Centre national de Recherches zootechniques, Jouy-en-Josas. (Seine-et-Oise).

SOMMAIRE

L'efficacité de la spiramycine pour la croissance a été étudiée chez le poussin dans différentes conditions expérimentales. Son influence sur le développement pondéral est comparable à celui de l'auréomycine, mais ses modalités d'action semblent néanmoins différentes. L'effet de la spiramycine est nul pendant les quatre premières semaines mais devient largement positif par la suite, puisque le retard initial est rattrapé dès la huitième semaine d'expérience. Les différentes doses étudiées sont également efficaces. Dès le taux de 5 g par tonne d'aliment, l'efficacité maximum du produit se manifeste tant sur la croissance que sur le taux de conversion alimentaire. L'action de la spiramycine dépend largement de la nature du régime de base. On enregistre un effet positif sur la croissance avec un régime complet équilibré mais cet effet se trouve notablement réduit lorsqu'on abaisse à la fois le taux protéique du régime à 16,75 p. 100 et la valeur biologique des protéides. Enfin une ration enrichie de 5 p. 100 d'huile de maïs ne retire aucun bénéfice de la supplémentation par la spiramycine.

La spiramycine, isolée pour la première fois en France en 1951 de *Streptomyces ambofaciens*, est un antibiotique nouveau dont le spectre antibactérien apparaît assez proche de ceux de l'érythromycine, de l'oléandomycine et de la carbomycine (PINNERT-SINDICO, 1954). La spiramycine est particulièrement efficace dans les infections à germes gram-positifs (staphylocoques, streptocoques, pneumocoques), et plus spécialement dans les affections respiratoires. En outre, elle est douée d'une longue persistance d'action, surtout aux faibles doses.

Par ailleurs, FRANÇOIS et MICHEL, 1955 et 1958, ont montré que la spiramycine comme d'autres antibiotiques, inhibe la désamination de divers acides aminés par la flore intestinale du porc. Ces auteurs ont pu établir à ce propos une corrélation entre la stimulation de croissance produite *in vivo* par l'antibiotique et son action inhibitrice sur le catabolisme de l'arginine déterminée *in vitro*. D'après leurs travaux, la spiramycine arrive en tête de tous les antibiotiques avec un taux d'inhibition de 114, ce taux étant exprimé en pourcentage de celui de l'auréomycine pris pour référence. A titre de comparaison, cette valeur est de 103 seulement pour la tétracycline, 99 pour la terramycine, 104 pour l'érythromycine et 90 pour la bacitracine.

In vivo chez le porc, FÉVRIER, 1961, dans une très importante expérimentation poursuivie depuis deux ans à Jouy-en-Josas a mis en évidence l'action spectaculaire de la spiramycine sur la croissance de cette espèce, apportant ainsi une confirmation pratique aux résultats obtenus *in vitro* par FRANÇOIS et MICHEL.

D'autres chercheurs, CONRAD, NELSON et BEESON, 1959, HAYS et SPEER, 1960, ont mis également en évidence l'efficacité de la spiramycine dans les aliments pour porc tant en ce qui concerne la croissance que l'indice de consommation.

Sur poulets, indépendamment de recherches actuellement poursuivies aux États-Unis, aucun travail n'a été jusqu'à présent publié, au sujet de l'action stimulante de la spiramycine sur la croissance. Des travaux ont pourtant attiré déjà l'attention sur l'efficacité remarquable de la spiramycine à doses assez élevées contre la coccidiose caecale (CUCKLER et MALANGA, 1956-1957 et BALL, 1959) et contre les infections à PPLO (KISER et al., 1960). Aussi, avons-nous jugé opportun d'étudier la valeur de la spiramycine sur la croissance des poulets. Notre étude a porté sur l'effet de diverses doses de spiramycine et sur l'influence de la nature de la ration (ration normale — ration pauvre en matières protéiques — ration enrichie en matières grasses).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

480 poussins mâles issus du croisement Rhode \times Wyandotte sont répartis à l'âge de 10 jours en 10 lots homogènes. Chaque lot comprend trois groupes de 16 animaux, formant ainsi des unités expérimentales. Les poussins ont au début de l'essai même poids en moyenne dans les différents groupes.

Les animaux bagués sont placés en batteries chaudes pendant les quatre premières semaines, puis transférés en batteries froides où leur développement se poursuit pendant quatre autres semaines.

Deux régimes de base sont constitués, dont la composition est donnée dans le tableau 1.

TABLEAU I

Composition des régimes de base

	(RB ₁) en p. 100	(RB ₂) en p. 100
Maïs	38	53
Blé	10	10
Manioc (I) ou huile de maïs (II)	5	—
Orge	5	5
Avoine	3	3
Tourteau de soja	8	8
Tourteau d'arachide	3	3
Tourteau de tournesol	4	4
Tourteau de germes de maïs	2	2
Farine de luzerne déshydratée	3	3
Farine de viande	6	1
Farine de poisson	5	—
Poudre de lait écrémé	1	1
Levure	2	2
Complément minéral	4	4
Complément vitaminique	0,5	0,5
Oligosels	0,4	0,4
Méthionine	0,1	0,1

Le premier régime de base (RB₁) renferme 21,5 p. 100 de protéines et 1 845 calories productives par kilo. Il présente les caractéristiques d'un régime commercial classique, particulièrement bien équilibré.

Les rations I et II (qui en sont dérivées) apportent respectivement :

— Ration I : RB₁ + 5 p. 100 de manioc.

— Ration II : RB₁ + 5 p. 100 d'huile de maïs.

L'apport de manioc dans I est destiné à équilibrer le taux protéique pour qu'il soit pratiquement le même dans les rations I et II.

Le second régime de base (RB₂) qui constitue la ration III est pauvre en matières protéiques (16,75 p. 100) ; il ne contient que très peu de protéines d'origine animale et à vrai dire surtout des protéines de qualité médiocre.

Les différentes rations I, II et III sont supplémentées avec de la spiramycine base ou avec de l'auréomycine (chlorhydrate) suivant le protocole suivant :

<i>Lots</i>	<i>Régimes alimentaires</i>
1	ration I (témoin n° 1)
2	ration I + 5 g spiramycine par tonne
3	ration I + 10 g spiramycine par tonne
4	ration I + 15 g spiramycine par tonne
5	ration I + 20 g spiramycine par tonne
6	ration I + 15 g auréomycine par tonne
7	ration II (témoin n° II)
8	ration II + 15 g spiramycine par tonne
9	ration III (témoin n° III)
10	ration III + 15 g spiramycine par tonne

Les animaux des différents groupes sont pesés individuellement tous les 8 ou 15 jours et la consommation de nourriture est régulièrement notée pour chaque groupe.

La nourriture et l'eau sont distribuées à volonté.

RÉSULTATS

Les résultats à quatre semaines et de 4 à 8 semaines sont donnés dans les tableaux 2 et 3.

Les gains de poids et les indices de consommation indiqués pour chaque lot sont les moyennes des trois répétitions de chaque lot ; ils se rapportent donc à 48 poulets. Notons que pour les lots 1 et 9, un groupe sur trois a dû être supprimé faute de place lors du passage des animaux des batteries chaudes aux batteries froides ; pour ces lots, les résultats de 4 à 8 semaines ne représentent donc que les moyennes de deux groupes (32 poulets).

Tous les résultats ont été analysés statistiquement.

1° Croissance

Effet de la spiramycine à différentes doses. — Les tableaux 2 et 3 rassemblent les résultats portant sur la croissance et l'indice de consommation de poussins qui reçoivent la spiramycine à raison de 5, 10, 15 et 20 g par tonne d'aliment.

Pendant les quatre premières semaines, seule l'auréomycine améliore nettement la croissance des poulets. La spiramycine aux quatre doses étudiées n'a qu'une efficacité limitée pendant cette période (résultats non différents significativement du témoin suivant l'analyse statistique), mais donne pourtant une stimulation de croissance non négligeable, étant donné la valeur de la ration utilisée (ration I).

Pendant les quatre semaines suivantes, la stimulation de croissance fournie par l'auréomycine se maintient approximativement au même niveau. Elle est tout à fait comparable alors à celle fournie dans l'ensemble par la spiramycine (tableau 4) et notamment à la dose 15 g/tonne qui donne des résultats significativement différents du témoin (au seuil de sécurité de 99 p. 100). L'efficacité de la spiramycine

TABLEAUX 2 ET 3

Effet de différentes doses de spiramycine sur les gains de poids et la consommation d'aliment

Lots	1	2	3	4	5	6
	Témoin	Spiramycine 5 g/t.	Spiramycine 10 g/t.	Spiramycine 15 g/t.	Spiramycine 20 g/t.	Auréomycine 15 g/t
<i>Gain de poids moyen à 4 semaines (g).....</i>	448,27	458,33	463,00	458,62	453,48	472,29
<i>Bénéfice pondéral en % par rapport au témoin</i>	—	+ 2,2	+ 3,3	+ 2,3	+ 1,2	+ 5,4
<i>Consommation de nourriture par animal pendant 4 semaines (g)</i>	938	980	968	958	943	967
<i>Indice de consommation.....</i>	2,09	2,14	2,09	2,09	2,08	2,05
<i>Economie de nourriture par rapport au témoin (en %).....</i>	—	— 2,5 (1)	0	0	+ 0,5	+ 2
<i>Gain de poids moyen de 4 à 8 semaines (g).....</i>	705,94	763,26	735,00	772,67	750,81	754,50
<i>Bénéfice pondéral en % par rapport au témoin</i>	—	+ 8,1	+ 4,1	+ 9,4	+ 6,3	+ 6,8
<i>Consommation de nourriture par animal de 4 à 8 semaines (g) ..</i>	2 222	2 310	2 342	2 292	2 247	2 323
<i>Indice de consommation.....</i>	3,42	3,24	3,42	3,19	3,23	3,32
<i>Économie de nourriture par rapport au témoin</i>	—	+ 5,2	0	+ 6,7	+ 5,5	+ 2,9

Effet de la spiramycine sur le développement pondéral

Lots	Ration I					
	1	2	3	4	5	5
	Témoin	Spiramycine 5 g/t	Spiramycine 10 g/t	Spiramycine 15 g/t	Spiramycine 20 g/t	Auréomycine 15 g/t
<i>Poids moyen à 8 semaines (g) ..</i>	1 232,31	1 296,79	1 273,00	1 306,29	1 279,28	1 301,79
<i>Erreur.....</i>	17,45	14,90	16,00	15,24	13,99	17,30
<i>Consommation de nourriture par animal, pendant 8 semaines (g)</i>	3 160	3 290	3 310	3 250	3 190	3 290
<i>Indice de consommation.....</i>	2,74	2,69	2,76	2,64	2,65	2,68
Lots	Ration I		Ration II		Ration III	
	1	4	7	8	9	10
	Témoin	Spiramycine 15 g/t	Témoin	Spiramycine 15 g/t	Témoin	Spiramycine 15 g/t
<i>Poids moyen à 8 semaines (g) ..</i>	1 232,31	1 306,29	1 338,29	1 336,48	1 138,50	1 177,69
<i>Erreur.....</i>	17,45	15,24	11,49	17,17	17,89	17,80
<i>Consommation de nourriture par animal, pendant 8 semaines (g).</i>	3 160	3 250	3 100	3 170	3 085	3 140
<i>Indice de consommation.....</i>	2,74	2 64	2,45	2,51	2,90	2,83

(1) Dépense de nourriture.

à cette dose est supérieure à celle de l'auréomycine pendant les quatre dernières semaines d'essai ; elle semble donc croître avec l'âge des animaux à partir de 3 à 4 semaines. D'autres essais non encore publiés ont également confirmé ce fait. Il convient de souligner l'avantage de la spiramycine observé à partir de quatre semaines alors qu'au contraire l'érythromycine — antibiotique par ailleurs assez proche de la spiramycine — a une efficacité notable seulement jusqu'à quatre semaines (CALET, 1960). Le comportement des antibiotiques semble donc bien différent suivant l'âge de l'animal.

Notons également que dans cet essai, les résultats obtenus avec la spiramycine à 5 g/tonne, 10 g/tonne, 15 g/tonne et 20 g/tonne ne sont pas sensiblement différents, bien que les valeurs maximum soient enregistrées pour la spiramycine à 15 g/tonne. La dose de 5 g/tonne n'est que légèrement inférieure à 15 g/tonne.

Comparaison de l'efficacité de la spiramycine selon la nature du régime de base. — Dans le tableau 4 figurent les résultats montrant la différence de comportement de l'animal vis-à-vis de la spiramycine selon qu'elle supplémente un régime complet et équilibré, un régime enrichi en matières grasses ou une ration déficiente en protides.

TABLEAU 4

Influence de la nature de la ration sur l'efficacité de la spiramycine

	Ration I		Ration II		Ration III	
	Témoin n°1 (Lot 4)	Spiramycine 15 g/t. (Lot 4)	Témoin n° II (Lot 7)	Spiramycine 15 g/t. (Lot 8)	Témoin n° III (Lot 9)	Spiramycine 15 g/t. (Lot 10)
<i>Gain de poids moyen à 4 semaines (g)</i>	448,27	458,62	472,52	460,34	377,58	388,48
<i>Bénéfice pondéral par rapport au témoin (p. 100)</i>	—	+ 2,3	—	— 2,6 (1)	—	+ 2,8
<i>Consommation de nourriture par animal pendant 4 semaines (g)</i>	938	958	935	917	924	935
<i>Indice de consommation</i>	2,09	2,09	1,98	1,99	2,46	2,41
<i>Économie de nourriture par rapport au témoin (p. 100)</i>	—	0	—	— 0,5 (1)	—	+ 2
<i>Gain de poids moyen de 4 à 8 semaines (g)</i>	705,94	772,67	790,78	801,13	690,60	714,19
<i>Bénéfice pondéral en p. 100 par rapport au témoin</i>	—	+ 9,4	—	+ 1,3	—	+ 3,4
<i>Consommation de nourriture par animal de 4 à 8 semaines (g)</i>	2 222	2 292	2 165	2 253	2 161	2 205
<i>Indice de consommation</i>	3,42	3,19	2,90	3,02	3,38	3,26
<i>Économie de nourriture par rapport au témoin (p. 100)</i>	—	+ 6,7	—	— 4,1 (1)	—	+ 3,6

(1) Perte de poids ou dépense de nourriture.

La différence d'efficacité des trois régimes de base apparaît nettement. Alors que le régime I fournit une croissance normale, l'élévation du taux énergétique dans le régime II retentit positivement sur le gain de poids et sur l'indice de consommation. L'effet est d'autant plus marqué que les animaux sont plus âgés. Avec le régime III

on aboutit aux conclusions inverses. La carence du régime en azote diminue la croissance et l'efficacité de la ration pendant le premier âge, mais ce désavantage disparaît en finition. Nos résultats sont pleinement en accord avec ceux qui sont généralement publiés : au fur et à mesure que le poussin vieillit, ses besoins énergétiques augmentent alors que ses besoins azotés diminuent (SCOTT et al., 1947).

La spiramycine dans ces conditions variables ne possède pas un effet unique. Son effet est positif avec la ration équilibrée. Avec la ration II, enrichie en matières grasses, les gains de poids du lot spiramycine sont identiques à ceux du lot témoin, aussi bien pendant la période de 0 à 4 semaines que de 4 à 8 semaines.

La ration III — pauvre en matières azotées — ne permet pas d'exprimer pleinement l'efficacité de la spiramycine. On n'a de différence significative avec le témoin n° III qu'au seuil de sécurité 90 p. 100.

2° Indice de consommation

Les résultats rassemblés dans les tableaux 2, 3 et 4 et qui concernent les consommations d'aliment ou les indices de consommation sont à peu près superposables à ceux relevés ci-dessus pour la croissance. L'amplitude de la réponse à la spiramycine semble toutefois moins importante.

La spiramycine dans la ration I reste pratiquement sans action sur l'indice de consommation, pendant les quatre premières semaines, alors qu'il y a une différence de 2 p. 100 entre le lot « auréomycine » et le lot « témoin ». De 4 à 8 semaines, l'efficacité de la spiramycine est un peu supérieure à celle de l'auréomycine, sauf à la dose de 10 g/tonne.

Avec la ration II, la spiramycine n'a eu dans cet essai aucune action significative sur l'indice de consommation alors qu'avec la ration III l'indice de consommation, comme la croissance, est un peu amélioré à 4 semaines et de 4 à 8 semaines.

La ration II donne, dans l'ensemble, les meilleurs indices de consommation.

DISCUSSION

L'étude de la dose optimum de spiramycine qu'il convient d'employer montre que cet antibiotique est assez actif puisque 5 g/tonne sont suffisants pour atteindre l'efficacité maximum. Nous retrouvons ici la courbe d'efficacité des antibiotiques en fonction de leur dose dont l'ascension se manifeste pour les faibles doses puis demeure en palier pour les teneurs alimentaires plus élevées (LIH et BAUMANN, 1951).

Nos résultats montrent le comportement différent des antibiotiques étudiés selon les différentes conditions expérimentales. Le fait le plus frappant est la divergence d'action entre la spiramycine et l'auréomycine. Alors que le second possède une efficacité constante quel que soit l'âge de l'animal, le premier ne manifeste son activité que pendant la deuxième partie de la croissance. Il convient de considérer cependant que le retard est rattrapé puisque, à 8 semaines, aucune différence n'existe dans les poids des animaux soumis à l'antibiosupplémentation.

C'est peut-être la diversité de comportement des différents antibiotiques qu'il faut invoquer également pour expliquer l'absence d'efficacité de la spiramycine ajoutée à un régime pauvre en azote.

Il convient de mentionner que tous les antibiotiques ne se comportent pas de la même manière. BRANION et HILL, 1951, considèrent que la pénicilline fournit les meilleurs résultats de croissance chez les volailles à 4 semaines mais que la terramycine vient en premier à l'âge de 8 semaines.

L'absence d'efficacité de l'antibiotique dans un régime enrichi en matières grasses confirme l'hypothèse que l'un de nous avait émise quant au mode d'action des antibiotiques, (CALET, 1956). Dans une étude poursuivie sur le Rat blanc, nous avons mentionné que les antibiotiques sont des économiseurs d'énergie. Ainsi l'adjonction soit d'un antibiotique, soit de matières grasses doit provoquer une amélioration de l'efficacité de la ration, mais l'addition simultanée des deux substances ne doit pas apporter de bénéfice supplémentaire. Nos résultats actuels confirment ceux de SIEDLER et SCHWEIGERT, 1953, qui observent l'impuissance de l'antibiotique à valoriser un régime contenant des doses variables de matières grasses. YACOWITZ, 1953 observe que 2,5 ou 5 p. 100 d'huile de coton sont également favorables à la croissance du poussin (gain de 5,8 p. 100) et que l'addition supplémentaire de pénicilline provoque un bénéfice pratiquement nul (le gain passe de 5,8 à 6,1 p. 100).

A l'appui de cette constatation, il convient de noter les résultats de AFIFI, 1959, pour lequel l'efficacité de l'auréomycine et de la pénicilline est liée à leur faculté de relever le taux de digestibilité des lipides du régime.

CONCLUSIONS

L'expérience rapportée ci-dessus met en évidence le comportement particulier de la spiramycine sur la croissance du poussin. Ce nouvel antibiotique diffère en effet des autres sous plusieurs aspects physiologiques. On admet généralement que ces substances sont d'autant plus actives que l'animal est plus jeune ou que la ration est plus déséquilibrée.

Dans nos essais, on constate au contraire que la spiramycine ne possède aucune action chez des poussins âgés de moins de quatre semaines. Elle n'est pas active non plus lorsque la ration est carencée en azote.

Par contre sur l'ensemble de la période d'élevage, elle valorise avec la même intensité que l'auréomycine un régime complet et équilibré. Le bénéfice se manifeste surtout pendant la seconde partie de la croissance, qui correspond à l'époque où les poussins ne sont plus chauffés.

Nos résultats attirent l'attention sur l'intérêt de la spiramycine dans les régimes de finition.

Reçu en février 1961.

SUMMARY

GROWTH EFFICIENCY OF SPIRAMYCIN IN THE CHICK

This work was designed to study the effect of spiramycin — a new French antibiotic — on ten-day-old chick growth under various experimental conditions.

480 chicks were divided into ten triplicate lots of 16 birds each. In the first part of the experiment, the effect of the spiramycin level which varied from 5 to 10 g per ton of feed has been studied. In the second part of the experiment, the effect of spiramycin added to the diet at a level of 15 g per ton of feed was observed, using three different basal diets: one was complete and well balanced, the second

was supplemented with 5 p. cent corn oil, and the third had a low mainly vegetable protein content (16,75 p. cent).

The results are as follows :

1. — Spiramycin added to a complete diet results in weight gains similar to those obtained with aureomycin. By the eighth week of experiment, the treated birds improved their weight gains by 5,6 p. cent and their feed efficiency by 3,6 p. cent over the control.

2. — However, the two antibiotics differ in their mechanism of action. The positive effect of aureomycin is equal throughout the experiment, whereas the effect of spiramycin can only be observed after the fourth week.

3. — There is no significant difference in the efficiency of the different levels of antibiotic, the maximum effect first being observed with 5 g. per ton.

4. — The efficiency of spiramycin is the greatest with the complete and well balanced diet. It is reduced with the low nitrogen diet, and inexistent with the fat supplemented diet. An interpretation of the mechanism of action of the antibiotics is made possible through this last result.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFIFI M., 1959. Über den Einfluss antibiotischer Wirkstoffe in verschiedenen Dosierungen auf Kükenwachstum und Futterverdaulichkeit. *Archiv. Geflügel.*, **23**, 404-408.
- BRANION H. D., HILL D. C., 1951. The comparative effect of antibiotics on growth of poults. *Poult. Sci.*, **30**, 793-798.
- CALET C., 1956. Le rôle de l'aureomycine dans la croissance pondérale du Rat blanc. *Thèse Doc. ès-Sciences, Fac. Paris*, pp. 101.
- CALET C., 1960. Action comparée de l'érythromycine et de l'aureomycine sur la croissance du poussin. *Ann. Zootech.*, **9**, 185-193.
- CONRAD J. H., NELSON D. M., BEESON W. M., 1959. Effects of feed additives on growing-finishing swine. *Feedstuffs*, **31**, p. 10.
- CUCKLER A. C., MALANGA C. M., 1956-57. The effect of antibiotics on avian coccidiosis and enterohepatitis. *Antibiotics annual*, 592-595.
- FÉVRIER R., 1961. Influence de certains antibiotiques et de certaines substances sur la croissance de porcs sevrés. *Ann. Zootech.* (à paraître).
- FRANÇOIS A. C., MICHEL M. C., 1955. Relation entre l'influence des antibiotiques sur la croissance du porc et l'inhibition des désaminases de la flore intestinale. *C. R. Acad. Sci.*, **240**, 808-810.
- HAYS V. W., SPEER V. C., 1960. Effect of spiramycin on growth and feed utilization of young pigs. *J. Anim. Sci.*, **19**, 938-942.
- KISER J. S., POPKEN F., CLEMENTE J., 1960. Antibiotic control of an experimental *Mycoplasma gallinarum* (PPLO). Infection in chickens. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, **79**, 593-607.
- LIH H., BAUMANN C. A., 1951. Effects of certain antibiotics on the growth of rats feed diets limiting in thiamine, riboflavin, or pantothenic acid. *J. Nutr.*, **45**, 143-152.
- MICHEL M. C., 1958. Métabolisme de la flore intestinale du porc. *Tiré des travaux de la Commission des antibiotiques du C. N. E. R. N. A. Ann. Nutr. Alim.*, **12**, 152-161.
- MICHEL M. C., 1958. Métabolisme de la flore intestinale du porc. *Tiré des travaux de la Commission des antibiotiques du C. N. E. R. N. A. Ann. Nutr. Alim.*, **12**, 152-161.
- PINNERT-SINDICO S., 1954. Une nouvelle espèce de *Streptomyces* productrice d'antibiotiques : *Streptomyces ambofaciens*. *Ann. Inst. Pasteur*, **87**, 702-706.
- PINNERT-SINDICO S., NINET L., PREUDHOMME J., COSAR C., 1954-55. A new antibiotic : spiramycin. *Antibiotics annual*, 724-727.
- SIEDLER A. J., SCHWEIGERT B. S., 1953. Effects of feeding graded levels of fat with and without choline and antibiotic + B₁₂ supplements to chicks. *Poult. Sci.*, **32**, 449-454.
- SCOTT H. M., MATTERSON L. D., SINGSEN E. P., 1947. Nutritional factors influencing growth and efficiency of feed utilization. 1. The effect of the source of carbohydrate. *Poult. Sci.*, **26**, 554.
- YACOWITZ H., 1953. Supplementation of corn-soybean oil meal rations with penicillin and various fats. *Poult. Sci.*, **32**, 930.