

## TRAITEMENT THERMIQUE ET QUALITÉ DES PROTÉINES DU SOJA

VI. — EFFICACITÉ COMPARÉE  
POUR LA CROISSANCE DU POUSSIN  
DE TOURTEAUX PRÉPARÉS DANS DIFFÉRENTES CONDITIONS

C. CALET et J. GUILLAUME

*Station de Recherches avicoles,  
Centre de Recherches de Tours, I.N.R.A.  
37 - Nouzilly*

---

### RÉSUMÉ

Nous avons étudié les réponses de croissance de poulets placés dans différentes conditions nutritionnelles (régimes semi-synthétiques à taux protéiques variables, etc.) et nourris des échantillons de soja décrits par ailleurs. Ces réponses sont fidèles d'une expérience à l'autre quel que soit le critère des mesures prises sur les animaux :

1<sup>o</sup> l'efficacité du tourteau de soja diminue au fur et à mesure que la température de cuisson s'élève;

2<sup>o</sup> l'augmentation de la durée de cuisson est légèrement favorable si la température est inférieure à 120°C. Elle est néfaste au-delà.

---

### INTRODUCTION

De très nombreux travaux ont amplement démontré l'action bénéfique de la chaleur sur l'efficacité des protéines du soja pour le Poulet, mais la qualité des tourteaux du commerce reste encore très variable. Ayant pu disposer de produits fabriqués en atelier semi-industriel dans des conditions bien définies (ZELTER et DELORT-LAVAL, 1971), il nous a paru utile d'entreprendre des expériences chez le Poulet en croissance pour étudier l'influence du traitement du tourteau sur son efficacité, le Soja étant la seule source de protéine du régime.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le tourteau est incorporé dans un régime qui contient par ailleurs des hydrates de carbone lipides, minéraux et vitamines.

Parmi les échantillons de soja proposés, nous retenons pour la première expérience, ceux qui sont préparés à température variable (série A-41 à 44), mais où le temps de cuisson est constant (20 mn). Nous les comparons dans deux conditions nutritionnelles différentes. Nous choisissons deux taux protéiques du régime : soit 15, soit 25 p. 100. Pour cela nous tenons compte de la teneur en matières azotées des échantillons de soja et nous constituons 8 régimes dont la composition est donnée au tableau 1.

TABLEAU I

*Composition des différents régimes du premier essai*

Composants	Tourteau							
	A 41-(110°)		A 42-(120°)		A 43-(130°)		A 44-(140°)	
	15 % MAT	25 % MAT	15 % MAT	25 % MAT	15 % MAT	25 % MAT	15 % MAT	25 % MAT
Tourteau de soja.....	31,1	51,8	30,75	51,3	30,2	50,3	29,2	48,7
Compl. vitaminique (1) .....	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Compl. minéral (2) .....	5	5	5	5	5	5	5	5
Glucose .....	32,3	15	32,75	16,2	34,3	21	32,8	25,8
Amidon .....	31,1	20,7	31	20	30	16,2	32	13
Huile .....	—	5	—	5	—	5	—	5
Cellulose .....	—	2	—	2	—	2	—	2
Total .....	100	100	100	100	100	100	100	100
MAT dosées P. 100 .....	15,9	26,0	15,6	26,0	15,3	25,5	15,1	25,2
Calories métabolisables/kg...	2 993	2 992	2 996	2 994	2 997	2 991	2 995	2 995

(1) Voir tableau 3.

(2) Voir tableau 4.

Dans la seconde expérience nous nous adressons aux échantillons C 51 à 56 et B 48 préparés à des températures et avec des temps de cuisson différents. Ils sont incorporés dans des régimes à taux protidique constant (18 p. 100). Nous constituons tout d'abord un aliment non protidique dont la composition est donnée aux tableaux 2, 3, 4. Nous mélangeons ensuite chaque échantillon de soja à l'aliment non protidique en proportion convenable, compte tenu des caractéristiques protéiques des échantillons. La composition des régimes est donnée dans le tableau 5.

Enfin nous comparons nos résultats à un lot témoin qui reçoit un régime où les sources protéiques sont diverses à l'exception de la farine de soja. Ce huitième régime a la composition donnée au tableau 6.

Dans chacune des deux expériences, les sujets expérimentaux sont des poussins mâles *Arbor-Acres* âgés de 10 jours. Ils sont répartis en lots homogènes de 5 sujets par cage. On prévoit 3 répétitions dans la première expérience, 6 dans la seconde. Les expériences durent 20 jours. Les sujets reçoivent l'eau et l'aliment à volonté. On enregistre le poids des animaux et leur consommation d'aliments.

TABLEAU 2  
*Composition du mélange non protidique*

Composants	%
Glucose .....	45
Amidon .....	42
Cellulose.....	2
Huile .....	3
Complément vitaminique .....	1
Complément minéral .....	7

TABLEAU 3  
*Composition du complément vitaminique pour 100 kg d'aliment*

Vitamine A (UI) .....	1 000 000 UI
Vitamine D <sub>3</sub> (UI) .....	150 000 UI
Vitamine E (g) .....	5,882
Vitamine K <sub>3</sub> (g) .....	0,588
Thiamine (g).....	1,176
Riboflavine (g) .....	1,764
Pyridoxine (g) .....	1,764
Pantothénate de calcium (g) .....	5,882
Acide nicotinique (g) .....	17,058
Acide folique (g) .....	0,352
Biotine (g).....	0,058
Choline à 25 % (g) .....	823,529
Vitamine C (g).....	29,411
Acide para-amino-benzoïque (g) .....	29,411
Inositol (g) .....	29,411
Vitamine B <sub>12</sub> (g) .....	0,001
Avoine broyée q.s.p. (g) .....	1 000

TABLEAU 4  
*Composition centésimale du complément minéral*

Phosphate bicalcique .....	34,00
Carbonate de calcium.....	30,00
Phosphate monopotassique .....	14,60
Chlorure de sodium .....	10,00
Sulfate de magnésium, 7 H <sub>2</sub> O.....	10,00
Sulfate de manganèse anhydre .....	0,660
Citrate ferrique .....	0,660
Alun de potassium .....	0,020
Sélénite de sodium .....	0,0001
Bromure de sodium .....	0,050
Chlorure de zinc .....	0,160
Silicate de sodium.....	0,100
Sulfate de cobalt, 7 H <sub>2</sub> O .....	0,004
Molybdate de sodium .....	0,016
Sulfate de cuivre, 5 H <sub>2</sub> O .....	0,040
Acide borique .....	0,016
Iodure de potassium.....	0,080

TABLEAU 5  
*Composition des régimes du 2<sup>e</sup> essai*

	Soja		Aliment non protidique (%)
	N <sup>o</sup>	%	
Régime 51 .....	51	40	60
Régime 52 .....	52	39,8	60,2
Régime 53 .....	53	38,9	61,1
Régime 54 .....	54	38,5	61,5
Régime 55 .....	55	37,4	62,6
Régime 56 .....	56	37,4	62,6
Régime 48 .....	48	35,5	64,5

TABLEAU 6  
*Composition centésimale du régime témoin du 2<sup>e</sup> essai*

Aliment non protidique .....	55
Farine de poisson de Norvège .....	13,5
Tourteau de tournesol .....	14,7
Blé .....	8,3
Maïs .....	8,5

## RÉSULTATS

Les résultats de la première expérience figurent au tableau 7.

Les 4 échantillons de soja se classent dans le même ordre, quelles que soient les conditions nutritionnelles et le critère retenu. Au fur et à mesure que la température de cuisson s'élève, les performances des sujets diminuent. La température de 140°C apparaît particulièrement catastrophique surtout lorsque le régime est pauvre en

TABLEAU 7  
*Efficacité des régimes de la première expérience*  
(par semaine et par animal)

Taux protidique réel (%)	A 41		A 42		A 43		A 44	
	15,9	26,5	15,6	26	15,3	25,5	15,1	25,2
Gain de poids (g) .....	50,3	114,0	45,6	103,3	31,8	81,5	8,95	36,6
Aliment ingéré (g) .....	161,0	240,0	154,0	230,0	124,0	203,0	74,0	127,0
Indice de consommation .....	3,21	2,10	3,44	2,22	3,90	2,49	8,33	3,45
Coefficient d'efficacité protidique .....	1,97	1,78	1,88	1,72	1,67	1,56	0,79	1,14

protéines. Le calcul statistique montre que l'hétérogénéité des lots est plus forte lorsque le taux protidique est plus faible puisque à 25 p. 100 les différences des gains de poids sont hautement significatives pour tous les lots sauf entre A 41 et A 42. En revanche, à 15 p. 100, seul A 44 présente par rapport aux 3 autres une différence significative de 1 p. 100. Pour A 43, elle est seulement significative au seuil de 5 p. 100.

Par rapport au taux protidique faible, il faut noter que le taux protidique élevé manifeste un effet défavorable sur le coefficient d'efficacité protidique tandis qu'il est avantageux pour l'indice de consommation.

Il convient toutefois de bien souligner que le soja A 44 est relativement beaucoup moins inefficace lorsque le taux protidique est fort que lorsqu'il est faible. Or, les taux protidiques forts correspondent aux régimes où l'apport du tourteau est le plus élevé. On ne peut donc pas incriminer le tourteau 44 de posséder des facteurs toxiques puisque son efficacité s'accroît avec son taux d'incorporation.

Les résultats de la deuxième expérience figurent dans le tableau 8.

TABLEAU 8

*Efficacité des régimes de la seconde expérience*  
(par semaine et par animal)

	Gain de poids (g)	Ingéré (g)	Indice de consommation	CEP <sup>(1)</sup>
Témoin (Poisson, Tourne-sol) . . . . .	146	288	1,90	2,93
Soja 51 . . . . .	109	300	2,59	2,64
Soja 52 . . . . .	111	287	2,55	2,18
Soja 53 . . . . .	115	277	2,44	2,28
Soja 54 . . . . .	112	288	2,53	2,19
Soja 55 . . . . .	105	280	2,68	2,07
Soja 56 . . . . .	62	224	3,61	1,54
Soja 48 . . . . .	66,5	226	3,39	1,64

<sup>(1)</sup> CEP = coefficient d'efficacité protidique = gain/matières azotées ingérées.

La supériorité du régime témoin équilibré qui renferme une farine animale apparaît avec une grande netteté. On confirme également l'infériorité très nette des tourteaux chauffés trop longtemps (C 56).

Parmi les autres lots des différences significatives n'apparaissent pas entre les conditions de traitement sauf pour le lot C 53 qui présente la plus grande efficacité et qui est significativement supérieur à C 55. Il apparaît que la durée de cuisson de 40 mn n'est pas nuisible en soi puisque le soja C 53 présente les meilleures performances. De même, la température de 140° n'est pas néfaste en soi lorsqu'elle est appliquée pendant un temps très court. C'est la conjonction des fortes températures appliquées pendant longtemps qui est répréhensible. Les durées et les températures intermédiaires engendrent les mêmes efficacités.

Il est intéressant de regrouper les résultats des deux expériences qui correspondent aux mêmes traitements bien que ni l'origine du soja ni les conditions expérimentales ne soient les mêmes. Il s'agit de : A 41 et C 52 d'une part traités à 110°C pendant 20 mn et de A 42, B 48 et C 54 traités à 120° pendant 20 mn.

Voici les résultats :

TABLEAU 9  
*Comparaison des résultats des deux expériences*

M. A. T. (%)	A 41		C 52	A 42		C 54	B 48
	15	25	18	15	25	18	18
Gain de poids (g)	50,3	114	111	45,6	103,3	112	66
Ingéré (g)	161	240	287	154	230	288	226
IC	3,21	2,10	2,55	3,44	2,22	2,53	1,64

Si nous excluons, pour des motifs indiqués ailleurs (ZEITLER et DELORT-LAVAL, 1971), le tourteau B 48 de notre comparaison, nous pouvons constater que, bien que les conditions expérimentales soient très différentes, les traitements du soja qui fournissent des résultats équivalents dans une condition expérimentale le font également dans une autre. Ceci démontre la fidélité de la réponse du Poussin.

## DISCUSSION

Il n'est pas possible de rappeler ici les très nombreux travaux qui ont été consacrés à l'influence du mode de cuisson du tourteau de soja sur l'efficacité de ses protéines chez le Poulet. A dessein nous ferons seulement mention de travaux peu connus dont l'objet est très voisin du nôtre.

Il s'agit de l'étude de HOHLS (1963), détaillée et remarquable qui concerne l'effet de conditions variées de chauffage sur l'efficacité du tourteau de soja extrait au benzène. Lorsque la quantité de vapeur introduite dans la masse est suffisamment faible pour maintenir la température en deçà de 105°C, une durée de 40 mn au moins est nécessaire pour que le tourteau atteigne la meilleure qualité estimée par la vitesse de croissance ou par l'indice de consommation (aliment contenant 30 p. 100 de soja). En revanche, si la cuisson s'opère au-delà de 120°C, les meilleurs résultats correspondent aux tourteaux n'ayant pas séjourné plus de 10 mn dans l'autoclave. Nos propres données sont donc en parfait accord avec celles de HOHLS (1963) : elles démontrent l'effet néfaste d'une surcuisson induite soit par un chauffage bref mais violent, soit par un chauffage modéré mais prolongé.

Plusieurs auteurs (HOHLS, 1963 ; NITSAN, 1965) ont montré que, chez la Poule, le principal défaut des tourteaux crus ou mal cuits était la faible digestibilité des protéines totales et non une indisponibilité des seuls acides aminés soufrés comme on l'avait d'abord supposé (EVANS et MCGINNIS, 1946). Cette indigestibilité est très

vraisemblablement liée à la présence du facteur antitrypsique. L'action néfaste des traitements thermiques exagérés a reçu beaucoup moins d'explications.

La « dénaturation » d'enzymes ou de protéines susceptibles d'exercer un effet antinutritionnel » (ZELTER et DELORT-LAVAL, 1971) paraît écartée dans cet essai puisque les taux élevés de soja atténuent au lieu d'aggraver les défauts de cette matière première. La diminution de la valeur énergétique du tourteau surchauffé (RENNER et HILL, 1960) est également à exclure dans cet essai : elle aurait également affecté davantage les régimes à 25 p. 100 de protéines que ceux qui en renferment 15 p. 100.

Il est donc vraisemblable que la diminution de la valeur nutritive des tourteaux sous l'effet de la surcuisson est liée à un abaissement de leur valeur biologique (HOHLS, 1963) et plus précisément à l'indisponibilité des acides aminés (TAIRA, 1966).

*Reçu pour publication en décembre 1970.*

## SUMMARY

### HEAT TREATMENT AND QUALITY OF SOYBEAN PROTEIN. VI. — COMPARATIVE STUDY IN THE GROWING CHICKEN OF THE EFFICIENCY OF SOYBEAN OIL MEALS PREPARED IN DIFFERENT CONDITIONS

We studied the growth responses of chickens placed in different nutritional conditions (semi-synthetic diets, various protein levels, etc.) and receiving different soybean samples prepared in a semi-industrial plant under well defined conditions. These responses were identical from one experiment to another whatever the criterion of the measurements taken in the animal :

1. The efficiency of the soybean oil meal decreased as the temperature of toasting increased.
2. The prolongation of the heat treatment gave a slightly favourable result if the temperature was inferior to 120°C ; at higher temperatures, the effect was negative.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- EVANS R. J., MCGINNIS J., 1946. The influence of autoclaving soybean oil meal on the availability of cystine and methionine for the chick. *J. Nutr.*, **31**, 449-461.
- HOHLS H. W., 1963. Der Einfluss verschiedener Dämpfungsarten auf die Sojaschrotqualität. *Arch. Gefl. Kde*, **27**, 388-400.
- NITSAN Z., 1965. The effect of heating soybean meal on the apparent digestibility and metabolism of protein, methionine and lysine by cockerels. *Poult. Sci.*, **44**, 1036-1043.
- RENNER R., HILL F. W., 1960. Energy value of heat-treated soybean products. *J. Nutr.*, **70**, 219-224.
- TAIRA, 1966. Studies on amino acid contents of processed soybean. X. The influence of added sugars on the destruction of the basic and sulphur-containing amino acids in soybean products. *Agric. Biol. Chem.*, **30**, 847-855.
- ZELTER S. Z., DELORT-LAVAL J., 1971. Traitement thermique et qualité des protéines du soja. II. *Ann. Zootech.*, **20**, 17-29.