

EFFET DE LA CONDUITE DU SÉCHAGE A LA FLAMME SUR LA VALEUR BIOLOGIQUE DE FARINES DE HARENGS CHEZ LE PORC

J. DELORT-LAVAL et S. Z. ZELTER

avec la collaboration technique de P. DURBANT et Michèle FISZLEWICZ

*Laboratoire de Recherches sur la Conservation et l'Efficacité des Aliments,
16, rue Claude-Bernard, Paris-5^e*

SOMMAIRE

Le séchage à la flamme peut modifier l'efficacité azotée des farines de harengs, en raison de l'intensité du traitement thermique appliqué.

Pour tester l'influence de ce facteur, trois farines (désignation : 60, 90, 130), préparées dans des conditions aussi homogènes que possible par ailleurs, ont été séchées à des températures différentes et distribuées comme seule source azotée à des porcs.

Les coefficients d'utilisation digestive apparente (86,5 ; 85,3 ; 85,3) et réelle (94,4 ; 94,7 ; 94,5) et les valeurs biologiques (60,0 ; 61,3 ; 61,6) de ces trois produits, mesurés selon le principe de la rotation des régimes sur six animaux par la technique de THOMAS-MITCHELL, ne diffèrent pas significativement. L'épreuve de la solubilité à la pepsine chlorhydrique et le calcul des index de qualité d'OSER et de MITCHELL, à partir de la composition en acides aminés, ne permettent pas non plus de distinguer les trois farines.

INTRODUCTION

L'influence considérable du traitement thermique sur l'efficacité azotée des farines de poisson a été mise en évidence dans des travaux déjà anciens, passés en revue par CREAC'H (1950), GRAU et WILLIAMS (1955), OUSTERHOUT et SNYDER (1962). Les premières recherches ont montré l'action nocive du séchage à la flamme (WILGUS et *al.*, 1935). Mais l'infériorité de la qualité des produits ainsi préparés peut avoir pour cause, en dehors de la dénaturation des protéines par le traitement thermique, une destruction plus ou moins intense des vitamines du groupe B (CLANDININ, 1949 ; BIELY et *al.*, 1952 ; KLUNGSOYR et *al.*, 1953). L'amélioration des conditions expérimentales d'éva-

luation de l'efficacité azotée a permis de montrer que, grâce aux progrès de la technologie, il est devenu possible d'obtenir, par ce procédé, des produits comparables aux farines séchées sous vide ou à la vapeur (TARR *et al.*, 1954 ; CARPENTER *et al.*, 1954).

Mais la qualité variable des farines de poisson ne dépend pas du seul mode de séchage. De nombreux autres facteurs peuvent modifier de façon déterminante la valeur azotée du produit final : origine, composition (RAND, 1960) et état de fraîcheur de la matière première, durée et température de la cuisson précédant le séchage, échauffement spontané des farines à la sortie du séchoir (BOGE, 1960), conditions de stockage (LEA *et al.*, 1960).

Dans le but d'étudier l'effet de la température de séchage sur l'efficacité azotée des farines de harengs, 3 échantillons préparés dans des conditions aussi homogènes que possible pour éviter l'interférence des facteurs de variations mentionnés ci-dessus, ont été séchées à la flamme, à des températures différentes. Leur valeur biologique mesurée sur le porc a été comparée aux résultats de quelques épreuves biochimiques mises en œuvre simultanément.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

A. — CARACTÉRISTIQUES DES FARINES DE HARENGS

1° Technologie

Les trois farines ont été préparées, à partir d'un même lot de pêche de harengs d'hiver, par voie humide et sans réincorporation de la fraction soluble séparée au cours du pressage, dans l'usine-pilote de l'Institut de Recherches sur les huiles et farines de poisson de Tjaereviken (Norvège).

TABLEAU I

Conditions de séchage des farines de harengs

Échantillon	Température des gaz (°C)		Admission d'air secondaire	Humidité des farines
	Admission	Sortie		
60.....	490-520	60	Normale	9,1
90.....	750	90	Réduite	9,1
130.....	600	130	Accrue	10,2

Les trois produits ont été séchés à la flamme dans les conditions de températures et de durées indiquées au tableau 1 ; ils sont désignés par un nombre correspondant à leur température de sortie du four. Il n'y a pas de correspondance directe entre cette donnée et la température à l'entrée du séchoir. La quantité d'air secondaire admise, facteur qui détermine le temps de transit et donc la durée du chauffage, n'est malheureusement pas connue de façon précise.

A leur arrivée en France, les farines ont été conservées 12 mois à — 15°C avant le début de l'essai.

2° Composition

La composition des farines de harengs est indiquée dans le tableau 2.

Leur teneur en acides aminés a été déterminée (RERAT et *al.*, 1963) par chromatographie sur colonne ; elle ne varie pas significativement d'un produit à l'autre.

TABLEAU 2

Composition des aliments

Produit	Humidité (%)	Matières minérales (%)	Matières azotées (N × 6,25) (%)	Matières grasses (extraction à l'éther) (%)	Acidité (g SO ₄ H ₂) (%)	Énergie brute cal/g M. S.
Farine 60.	9,1	10,1	72,7	6,5	0,57	5 370
Farine 90.	9,1	9,7	72,8	6,9	0,58	5 450
Farine 130.	10,2	9,6	70,9	7,2	0,61	5 350
Aliment ternaire. ...	0	6,5	0,3	3,2	—	3 820

B. — PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

1° Animaux

Six porcs mâles castrés de race *Large White* (E F G H I J) proviennent de deux portées différentes mais ont le même père. Au début de l'expérience, ils sont respectivement âgés de 92 (E F G) et 88 (H I J) jours et leurs poids s'échelonnent de 24,7 à 33,7 kg.

2° Régime alimentaire

Le régime de base (DELORT-LAVAL et *al.*, 1963) est un aliment énergétique pratiquement dépourvu d'azote (0,47 à 0,54 g par kg de matière sèche) mais équilibré par ailleurs, notamment en vitamines du groupe B.

Il est complété selon les cas par l'une des trois farines de harengs, de manière à atteindre un taux d'environ 100 g de matières azotées digestibles par unité fourragère (m. a. d./u. f.), soit 12,8 p. 100 de matières azotées totales par kg de matière sèche.

La ration journalière calculée sur la base de 4 p. 100 du poids vif de l'animal est distribuée en 2 fois. Les refus, le plus souvent insignifiants, sont pesés après chaque repas.

3° Collecte des excréta

Les animaux sont placés en cages à métabolisme individuelles. Ils sont en outre munis d'appareils destinés à la collecte de l'urine (ZELTER et CHARLET-LERY, 1961), qui évitent les contaminations et les pertes par évaporation. L'urine est recueillie dans des bocal sous acide sulfurique. Des sacs en polyéthylène, changés deux fois par jour, sont fixés à la partie postérieure de l'animal par un système de harnais ; ils facilitent grandement la récolte des fèces.

4° Dispositif expérimental

La digestibilité apparente de l'azote est mesurée au cours d'une première période (R₁) ; cette donnée sert à ajuster, dans la suite de l'essai, le taux de m. a. d./u. f. du régime distribué. L'expérience se poursuit par 16 jours de jeûne protidique, dont les 8 derniers servent à l'estimation des dépenses

endogènes. Après une phase de réalimentation de 20 jours, temps suffisant pour le rétablissement d'un métabolisme normal de l'azote (DELORT-LAVAL *et al.*, 1963), les trois farines sont distribuées, selon le principe de la rotation des régimes, aux 6 porcs durant 3 périodes successives de bilan R_{II}, R_{III} R_{IV}, (tableau 3) séparées par au moins 8 jours d'adaptation.

TABLEAU 3

Schéma expérimental et répartition des farines de harengs durant les périodes de bilan

Animal → Période ↓	E	F	G	H	I	J
R _I	60	130	90	130	60	90
D	Régime protéoprive					
R _{II}	130	90	60	60	90	130
R _{III}	90	60	130	90	130	60
R _{IV}	60	130	90	130	60	90

La teneur en azote des échantillons d'aliments, de fèces frais et d'urine est dosée par la méthode de KJELDAHL (1). La valeur calorifique de l'aliment et des fèces est mesurée par bombe calorimétrique et sert à déterminer la digestibilité de l'énergie des rations.

Le calcul de la valeur biologique, à partir des données de la période protéoprive, s'effectue sur la base des résultats de travaux antérieurs (ZELTER et CHARLET-LERY, 1961). L'azote métabolique fécal est rapporté à la matière sèche fécale et l'azote endogène urinaire à la taille métabolique (P^{0,70}, après correction due à la différence d'âge entre les jours moyens des périodes de bilan en réplétion et en déplétion azotée.

5° Tests biochimiques

Les 3 échantillons sont soumis à des tests de solubilité en milieu pepsine-HCl. L'épreuve s'effectue à pH 1,7 avec agitation, sur 1 g de produit, en présence de 50 mg de pepsine (B. L. B., pouvoir 200), à deux températures (40°C et 45°C) et deux durées différentes (6 h et 20 h).

L'index de qualité des protéines animales est déterminé selon la méthode proposée par ALMQUIST et STACKSTA (1935). En outre, à partir de la composition en acides aminés (RERAT *et al.*, 1963), ont été calculés la « classe chimique » (MITCHELL et BLOCK, 1946) et l'index d'acides aminés essentiels (OSER, 1959).

RÉSULTATS

Les données des cinq périodes de bilans sont groupées dans le tableau 4. Durant les trois dernières périodes, les gains de poids journaliers, compris entre 560 et 890 g, sont normaux. Les coefficients d'utilisation digestive apparente (C. U. D. A.) et réelle

(1) Catalyseur : oxyde rouge de mercure ; micro-distillation dans l'appareil de Parnas-Wagner ; distillat recueilli dans une solution d'acide borique 1 p. 100 et titré par SO₄H₂, 0,02 N en présence de l'indicateur de CONWAY.

(C. U. D. R.) de l'azote, les valeurs biologiques (V. B.) et l'utilisation protidique nette (V. B. \times C. U. D. R./100) des 3 farines ne diffèrent pas significativement (tableau 5).

TABLEAU 4

Résultats moyens journaliers par période et par animal

Période	Animal Farine	Poids (kg)	Croissance (g/jour)	M.S.i. (¹)	M.S.i. / P ^{0,70}	C.U.D. (¹) énergie (%)	N ingéré (g)	N urinaire (g)	N fécal (g)	N Bilan apparent (g)
R _I	E. 60	38,0	0,527	1340	105,0		24,92		3,01	
	F. 130	37,3	0,423	1290	102,5		24,33		3,38	
	G. 90	36,4	0,459	1251	100,2		23,51		3,25	
	H. 130	31,0	0,238	1085	98,0		21,32		3,16	
	I. 60	24,8	0,243	807	85,3		17,27		2,54	
	J. 90	27,4	0,269	966	95,2		18,14		2,80	
D	E	41,4	0,070	1480	109,2	87,7	0,77	2,50	2,60	— 4,33
	F	40,0	0,000	1415	107,0	87,1	0,74	2,28	2,52	— 4,06
	G	39,7	0,040	1434	109,0	86,0	0,75	2,10	0,75	— 4,18
	H	32,4	0,040	1164	102,0	85,2	0,61	1,91	2,30	— 3,60
	I	27,2	0,050	1020	100,5	84,6	0,54	1,82	2,06	— 3,34
	J	29,5	0,080	1172	110,0	87,1	0,61	1,81	2,14	— 3,34
R _{II}	E. 130	61,9	0,817	2092	116,5	86,8	45,99	17,20	5,97	22,82
	F. 90	59,7	0,880	1989	113,5	87,4	43,66	15,58	5,24	22,84
	G. 60	57,0	0,842	1940	114,5	87,9	42,47	16,06	4,87	21,54
	H. 60	47,2	0,599	1620	109,0	85,5	35,30	12,15	4,97	18,18
	I. 90	39,9	0,563	1335	101,1	85,3	29,69	10,42	4,51	14,76
	J. 130	44,0	0,637	1470	104,0	86,6	32,29	9,27	4,85	18,17
R _{III}	E. 90	76,3	0,821	2439	117,3	87,0	50,92	25,68	7,59	17,65
	F. 60	74,4	0,888	2345	114,8	88,2	48,15	21,46	6,04	20,65
	G. 130	70,8	0,808	2187	110,9	88,6	45,02	18,72	5,72	20,58
	H. 90	61,9	0,787	2087	115,8	84,4	43,60	14,40	8,26	20,94
	I. 130	51,3	0,685	1769	112,3	83,9	36,07	16,84	6,48	12,75
	J. 60	55,6	0,631	1810	108,6	85,0	37,08	17,56	6,0	13,52
R _{IV}	E. 60	88,7	0,728	2574	111,4	89,3	52,03	30,40	6,98	14,65
	F. 130	85,7	0,659	2434	117,9	89,1	50,24	26,51	6,57	17,16
	G. 90	80,7	0,684	2379	110,0	87,4	50,12	26,81	6,77	16,54
	H. 130	72,6	0,705	2333	116,1	86,9	39,54	20,92	7,58	11,04
	I. 60	60,7	0,579	2025	114,3	86,8	40,90	19,40	5,50	16,00
	J. 90	65,9	0,651	2147	114,4	85,5	45,34	20,78	6,24	18,32

(¹) M. S. i. : matière sèche ingérée ; C. U. D. : Coefficient d'utilisation digestive.

Les résultats des tests biochimiques (tableau 6), solubilité pepsique, classe chimique, index d'acides aminés essentiels, ne permettent pas non plus de distinguer les 3 produits ; seul l'index de qualité des protéines varie d'un échantillon à l'autre.

TABLEAU 5

Efficacité azotée des farines de harengs

Animal période	Digestibilité apparente	Digestibilité réelle	Valeur biologique	Utilisation protidique nette
<i>Farine de hareng 60</i>				
G _{II}	88,5	97,1	66,8	64,9
H _{II}	85,9	95,4	77,6	74,0
F _{III}	87,5	95,3	59,0	56,2
J _{III}	83,8	94,5	56,0	52,9
E _{IV}	86,6	94,6	44,3	41,9
I _{IV}	86,6	95,8	56,0	53,6
Moyenne	86,5	94,4	60,0	57,2
<i>Farine de hareng 90</i>				
F _{II}	88,0	96,1	69,0	66,3
I _{II}	84,8	94,1	69,9	65,8
E _{III}	85,1	94,2	52,7	49,6
H _{III}	81,0	91,9	69,7	64,0
G _{IV}	86,5	96,4	49,6	47,8
J _{IV}	86,2	95,6	57,0	54,5
Moyenne	85,3	94,7	61,3	58,0
<i>Farine de hareng 130</i>				
E _{II}	87,0	95,8	67,4	64,6
J _{II}	85,0	93,8	76,1	71,4
G _{III}	87,3	96,3	62,5	60,2
I _{III}	82,0	92,9	56,2	52,2
F _{IV}	86,9	94,7	49,7	47,1
H _{IV}	85,9	93,6	57,7	54,0
Moyenne	85,3	94,5	61,6	58,2

TABLEAU 6

Tests biochimiques d'évaluation de la qualité des protéides de farines de harengs

Farines	Solubilité pepsine HCl à pH 1,7				Index d'acides aminés essentiels (OSER)	Classe chimique (MITCHELL et BLOCK)	Index de qualité (ALMQUIST)
	6 h		20 h				
	40°C	45°C	40°C	45°C			
60	86,8	88,1	90,2	89,7	85,6	68,4	67
90	85,1	87,3	89,5	90,1	81,7	68,4	75
130	84,3	88,4	89,2	90,8	83,6	68,4	82

DISCUSSION

Les coefficients d'utilisation digestive de l'énergie des rations et de l'azote des farines de harengs ne diffèrent pas sensiblement d'une période à l'autre. La comparaison des valeurs moyennes montre que, dans les limites de notre étude, l'influence du traitement thermique sur la digestibilité des farines est uniforme.

Les valeurs biologiques sont plus délicates à interpréter. En effet, la distribution d'un aliment en quantité croissante et au taux constant de 100 g. m. a. d/u. f. conduit à une augmentation du rapport N ingéré/dépense azotée endogène minimum au cours de l'essai. La décroissance de la valeur biologique qui s'ensuit (COLUMBUS, 1950) est accentuée par la progression simultanée du poids de l'animal (HOHLS, 1955). La figure 1 met nettement en évidence cette décroissance de la valeur biologique entre 30 et 90 kg.

L'analyse de covariance destinée à réduire l'effet du poids sur la valeur biologique confirme que le dispositif expérimental adopté au cours de l'essai corrige efficacement les variations individuelles dues surtout à ce facteur. Il est donc possible de comparer valablement les moyennes des valeurs biologiques : elles sont pratiquement similaires : respectivement 60,0, 61,3, 61,6 pour les farines 60, 90 et 130.

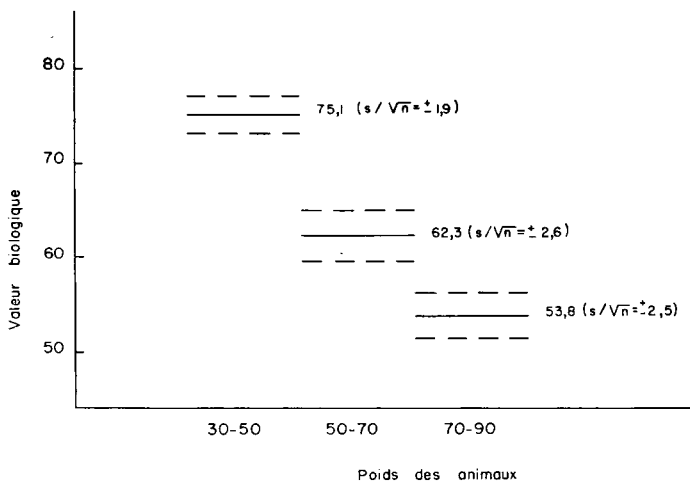


FIG. 1. — Évolution de la valeur biologique en fonction du poids des animaux

Les coefficients d'utilisation digestive de l'azote et les valeurs biologiques des farines de harengs cités dans la littérature sont groupés dans le tableau 7. On constate que, chez le porc, NEHRING et LAUBE (1961) obtiennent un résultat très voisin des nôtres, tandis que la valeur biologique du même produit mesurée sur le rat est nettement inférieure. Cette donnée paraît toutefois anormalement basse en comparaison de celles obtenues par ailleurs sur le rat (tableau 7).

La valeur moyenne enregistrée sur nos porcs entre 30 et 50 kg (fig. 1) se rapproche sensiblement de ces dernières.

De l'examen des résultats des tests biochimiques d'évaluation de la qualité des protéines (tableau 6), il ressort que :

— la solubilité pepsique fournit des valeurs comparables entre elles et toujours inférieures aux digestibilités réelles mesurées sur l'animal ;

— la très importante variation de l'index de qualité d'ALMQUIST et STACKSTA (1935) n'est pas confirmée *in vivo*, ce qui diminue considérablement l'intérêt de ce critère, de détermination analytique par ailleurs délicate.

TABLEAU 7

Données bibliographiques sur la valeur biologique de farines de harengs

Espèce	Taux de protéines	C. U. D. R. (1)	V. B.	Auteurs
<i>Farines de harengs</i>				
Porc.....	80 g m. a. d./kg (%)	90,7	60,8	NEHRING et LAUBE (1961)
Rat	9,4		52	
Rat	10	94	71	BENDER et HAIZELDEN (1957)
Rat	8	87,2	79,7	
Rat	10	89,6	82,2	SURE et EASTERLING (1952)
Rat	8	95,5	74,8	
Rat	6	96,8	77,7	NJAA (1959)
Rat	9,4	97,6	81,4	
		90,4	66,7	
<i>Filets de harengs</i>				
Rat	9,4	99,0	79,0	NEHRING et BOCK (1962)

(1) C. U. D. R. : coefficient d'utilisation digestive réelle de l'azote.

La prévision de la valeur biologique à partir de l'index d'OSER (1959) procure des valeurs plus élevées (82, 77 et 79 respectivement pour les farines 60, 90 et 130) que nos données *in vivo*, même les plus fortes. Le calcul effectué à partir de la classe chimique par la formule de MITCHELL et BLOCK (1946) fournit également des résultats plus élevés, identiques (82) pour les trois farines.

Dans les limites des conditions de séchage à la flamme mises en œuvre pour la fabrication de nos trois farines de harengs, il n'a donc été possible, ni par la mesure de la valeur biologique sur le porc, ni au moyen de tests biochimiques, de mettre en évidence une différence entre les trois produits.

Reçu pour publication en mai 1963.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Sildolje-og Sildemelindustriens Forskningsinstitut for la préparation des échantillons de farines de harengs et l'organisation norvégienne Sildemelutvalget pour le concours financier qu'elle a apporté à la réalisation de cette étude.

SUMMARY

THE EFFECT OF THE FLAME DRYING PROCESS ON THE BIOLOGICAL VALUE OF HERRING MEAL IN THE PIG

The intensity of the heat treatment employed in flame drying can modify the nitrogen efficiency of herring meal.

To test the influence of this factor, three meals (designated 60, 90, 130) prepared under as similar conditions as possible (table 1) were dried out at different temperatures and given to pigs as the sole source of nitrogen.

The coefficients of apparent digestibility (86.5; 85.3; 85.3), true digestibility (94.4; 94.7; 94.5) and the biological values (60.0; 61.3; 61.6) of the three products, measured according to the latin square system by the THOMAS-MITCHELL technique on six animals, do not differ significantly from each other (table 5). The determination of solubility in HCl pepsin and the calculation of the quality indexes of OSER and MITCHELL do not permit any distinction to be made between the three meals (table 6).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALMQUIST H. J., STACKSTA D., 1935. Supplementary values of animal protein in chick rations. *J. Nutr.*, **10**, 193-211.
- BENDER A. E., HAIZELDEN Sheila, 1957. Biological value of the proteins of a variety of fish meals. *Brit. J. Nutr.*, **11**, 42-43.
- BIELY J., MARCH B. E., TARR H. L. A., 1952. The nutritive value of fish meal and condensed fish solubles. *IV^e Prog. Rep. Pacific Coast Sta.*, **90**, 10-13.
- BOGE G., 1960. Amino-acid composition of herring (*Clupea harengus*) and herring meal. Destruction of amino-acids during processing. *J. Sci. Food Agric.*, **11**, 362-365.
- CARPENTER G., ELLINGER M., SHRIMPTON D. H., 1954. The nutritive value of six white fish meals of known origin. *Proc. Nutr. Soc.*, **13**, 20-21.
- CLANDININ D. R., 1949. The effects of methods of processing on the nutritive value of herring meals. *Poultry Sci.*, **28**, 128-133.
- COLUMBUS A., 1950. Die Variabilität der biologischen Eiweisswertigkeit unter verschiedenen Bedingungen nach Stoffwechselversuchen an wachsenden Schweinen. *Arch. Tierernähr.*, **1**, 38-55; 84-128.
- CREAC'H P. V., 1950. *Congrès International d'études sur le rôle du poisson dans l'alimentation*, 249-294, Institut Océanographique, Paris.
- DELORT-LAVAL J., CHARLET-LERY Geneviève, DOGAN K., 1963. Efficacité de quelques protides alimentaires chez le porc. III. Évolution de l'excrétion azotée urinaire durant la phase de réalimentation après un jeûne protéique. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **3**, 255-262.
- GRAU C. R., WILLIAMS M. A., 1955. Fish meals as amino-acid sources in chick rations. *Poultry Sci.*, **34**, 810-817.
- HOHLS H. W., 1955. Die Berechnung des maximalen täglicher Eiweissansatz-vermögens von Schweinen aus in der Litteratur veröffentlichten Daten und dessen Bedeutung bei der Durchführung von Fütterungsversuchen. *Z. Tierernähr.*, **10**, 44-55.
- KLUNGSOYR M., BOGE G., SPARRE T., 1953. Séchage de farines. (Norvègien) *Meldinger fra S. S. F., Damsgard, Bergen*, **2**, 22-30.
- LEA C. H., PARR L. S., CARPENTER K. J., 1960. Chemical and nutritional changes in stored herring meal. II. *Brit. J. Nutr.*, **14**, 91-113.

- MITCHELL H. H., BLOCK R. J., 1946. Some relationships between the aminoacid contents of proteins and their nutritive values for the rat. *J. Biol. Chem.*, **163**, 599.
- NEHRING K., BOCK H. D., 1962. Untersuchungen über die biologische Wertigkeit von Eiweissfutterstoffen an Ratten. *Arch. Tierernähr.*, **11**, 370-392.
- NEHRING K., LAUBE W., 1961. Untersuchungen über die biologische Wertigkeit des Eiweisses verschiedener Futterstoffe beim wachsenden Schwein. I. *Z. Tierernähr.*, **16**, 121-132.
- NJAA L. R., 1959. Biological value of herring meal protein. Urinary nitrogen excretion in relation to protein content of diet and food intake. *Brit. J. Nutr.*, **13**, 142-150.
- OSER B. L., 1959. In ALBANESE A. A., *Protein and amino-acid nutrition*, 281-295. Academic Press, New York and London.
- OUSTERHOUT L. E., SNYDER D. G., 1962. In HEEN E., KREUZER R., *Fish in nutrition*, 303-309, Fishing news (books) Ltd, London.
- RAND N. T., 1960. Biological evaluation of the factors affecting the protein quality of fish meals. *Poultry Sci.*, **39**, 45-53.
- KERAT A., PION R., LOUGNON J., HENRY Y., 1963. Étude du besoin azoté chez le porc en croissance. I. Utilisation de la farine de poisson à trois taux différents. *Ann. Zootech.* (sous presse).
- SURE B., EASTERLING L., 1952. Evaluation of the biological value of the proteins in fish meals by the nitrogen retention method. *J. Nutr.*, **8**, 401-405.
- TARR H. L. A., BIELY J., MARCH B. E., 1954. The nutritive value of herring meals. I. The effect of heat. *Poultry Sci.*, **33**, 242-250.
- WILGUS H. S. jr, NORRIS L. C., HEUSER G. F., 1935. Haddock meal. Effect of manufacturing process upon nutritive value. *Indust. Eng. Chem.*, **27**, 419-422.
- ZELTER S. Z., CHARLET-LERY Geneviève, 1961. Efficacité de quelques protides alimentaires chez le porc. I. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **1**, 29-46.
-