

MORFOLOGIA FUNCIONAL DEL TRACTUS BUCAL DEL MABRE *LITHOGNATHUS MORMYRUS*, VALENCIENNES

Comunicació presentada el dia 16 de novembre de 1973
pel senyor

PERE CAIRÓ

Departament de Zoologia. Facultat de Biologia.
Universitat de Barcelona

S U M M A R Y

Functional morphology of the bucal tract of *Lithognathus mormyrus*, Valenciennes

From the first works of AL-HUSSAINI until our days, studies have been made which try to establish a correlation between the morphology of the digestive tract of fishes and their adaptation to determined diets. But except the works by the quoted authors in the bibliography, the majority of the authors have refered only to the histologic-functional and histochemistry aspects. That is the reason, that this study about the bucal tract of the digestive tube of *Lithognathus mormyrus*, Valenciennes, can show the correlation existent between morphology and function.

As a result of this study we have been able to arrive at the following conclusions:

1) *Lithognathus mormyrus* is a depredaceous fish belong to the family Sparidae looks for the most of its food in the sand bottom near the coasts. This food consists in crustaceans and molluscs. Because the apprehensions of this food, buried in the sand, *Lithognathus mormyrus* presents the mouth situated in a very inferior position, in order to facilitate the search of that. Besides, the relative size of the mouth is superior to that of the Sparidae herbivorous and of the *centracantidae* planctonic *Maena* sp, but smaller compared with the other carnivorous Sparidae which take in bigger prey. The considerable thickness of the lips are due to the sensitive character of the same, which facilitated also the search of the buried food.

2) The capture of the fishes and crustaceans swimming it is possible thanks to the protraction of the mouth followed of a suction of the food. Applying an index proposed by ALEXANDER (1966), you can see that the protraction is more important in this species that in the other carnivorous and herbivorous Sparidae, but less important that in the planctonic *centracantidae* *Maena* sp.

3) *Lithognathus mormyrus* is adapted to the ingestion of animals with exoskeleton; this adaptations shows it by the presence of molariform teeth, that forms very large areas of breaking. Moreover, *Lithognathus* has teeth placed like a rake, in the interior but very anterior zone of the superior jaw. Their job is break the exoskeletons or ravel the soft parts of fishes and poliquets.

4) Finally, in the upper jaw, the molariform teeth are placed in two different zones, an anterior one and a posterior one. The teeth of the anterior zone are small; they are placed in a longitudinal direction respect at the major axis of the bucal cavity; they break the soft exoskeleton. The teeth of the posterior zone are big and transversely placed; they break the hard exoskeletons.

INTRODUCCIÓ

És un fet evident que a l'aparell digestiu dels peixos hi ha una correlació notable entre morfologia i funció. Aquesta correlació fou indicada ja per primera vegada per AL-HUSSAINI¹ i confirmada per ell mateix i per d'altres investigadors posteriorment. No obstant això, en aquests tipus de treballs, és fàcil de caure en interpretacions de caire finalista, com ens demostren els treballs de certs investigadors que treballen a França¹⁶. D'altra banda cal fer ressaltar que, en tots els treballs que han estat fets fins ara sobre anatomia funcional i comparada del tractus digestiu dels peixos, hom ha utilitzat com a material d'estudi espècies pertanyents a famílies o ordres molt allunyats filogenèticament. Aquesta tècnica d'estudi, bé que té l'avantatge que ofereix resultats molt més espectaculars per la seva claredat, té el desavantatge que pot conduir a conclusions falses; les aparents diferències observades en la morfologia dels tractus digestius comparats, tant poden ésser degudes a un factor de caire funcional, com al tipus d'alimentació, com a l'allunyament filogenètic de les diferents espècies a què pertanyen els tubs digestius estudiats. Per això, en la nostra tesi doctoral, de la qual aquest treball és un petit fragment, comparem els tractus digestius d'espècies pertanyents a la mateixa família, la dels espàrids, família molt adequada a aquest tipus d'estudis perquè hom hi troba tota mena de règims alimentaris. Per últim, i si exceptuem els treballs de SUYEHIRO¹⁵, YASUDA^{18, 19}, VU-TAN-TUE¹⁷, KEAST i WEBB⁸, GURGEL i VEGAS-VÉLEZ⁷, MAGNUSSON i HENZ¹², GEISTDOERFER⁶ i la tesi doctoral de VEGAS-VÉLEZ (1973), tots els treballs que han estat fets sobre aspectes funcionals de l'aparell digestiu dels peixos han versat sobre aspectes fisiològic-funcionals, i no toquen per a res la relació existent entre la morfologia de la dentadura bucal i els règims alimentaris de les espècies estudiades. Per tot això, creiem que aquest treball sobre la morfologia funcional del tractus bucal de l'aparell digestiu del mabre, *Lithognathus mormyrus*,

espàrid carnívor, pot ésser interessant per a establir relacions entre morfologia i funció.

Un treball més detallat en curs, sobre la morfologia del tractus bucal d'*Oblada melanura* L. i de *Sarpa sarpa* L., espàrids herbívors, i de *Maena chryselis*, teleosti planctònic pertanyent a la família dels centracàntids, molt afí filogenèticament a l'anterior, ens permetrà de precisar les relacions existents entre l'aparell digestiu dels teleostis i llur règim alimentari.

MATERIAL I MÈTODES

Per a fer aquest treball, han estat utilitzats mabres facilitats en part per l'Aquari de Blanes i en part adquirits al mercat. A fi d'obtenir determinats índexs biomètrics, ha calgut mesurar el pes i la longitud total de l'animal. Això ha estat fet respectivament amb un dinamòmetre de precisió i amb un tauló especial per a amidar peixos, descrit en el llibre de R. LAEVASTU⁹. Els punts de referència que han estat presos per tal d'amidar la longitud total de l'animal són, d'una banda, la punta del musell quan la boca és closa (cosa que es correspon amb l'extrem del cap del premaxil·lar), i la punta més extrema dels hipurals, per l'altra. Per a l'observació de la forma i la distribució de les dents bucals, ha estat emprada una lupa binocular estereoscòpica Nikon amb *zoom* incorporat que permet de passar d'un mínim de 8 augments a un màxim de 80 augments. Les mides de l'alçada i de l'amplada de la cavitat bucal i la de la longitud *standard* del cap han estat obtingudes amb peu de rei. Alguns detalls sobre la presa de l'aliment pel mabre, han estat observats directament a l'Aquari de Blanes.

Cal advertir que els índexs recollits a partir de les mides obtingudes han d'ésser presos com a merament indicatius. Bé que procedeixen d'exemplars adults en què tots els índexs poden ésser considerats constants, hom no pot considerar en cap moment prou significativa la mostra de deu exemplars.

En treballs posteriors ens permetrem d'insistir sobre aquest punt, però aquest treball és de caire eminentment morfològic, i les mides preses tenen només una importància relativa.

RESULTATS

A) *Descripció de la boca*

1) *Situació i morfologia externa.* — L'esclatxa bucal ocupa una situació molt inferior al musell, i forma, quan la boca és tancada, una línia quasi paral·lela a la vora inferior d'aquest. Aquesta posició tan inferior, l'horitzontalitat i la notable grandària en relació amb altres espècies d'espàrids no carnívors (l'esclatxa bucal ateny aproximadament un terç de la longitud cefàlica) són segurament adaptacions al tipus d'aliment que ingereix i a la manera de cercar-lo. En efecte, *Lithognatus mormyrus*, que viu a poca fondària sobre fons arenosos i transparents, es nodreix sobretot de molluscs enterrats a la sorra, bé que també ingereix crustacis petits i mitjans, poliquets i peixos menuts. Aquesta alimentació, sobre la qual insistirem en treballs posteriors i que ja era coneguda en part per la bibliografia consultada, ha estat confirmada per l'anàlisi del contingut gàstric dels exemplars estudiats.

Hom troba una altra adaptació externa a la recerca i captació de l'aliment en la despigmentació dels «llavis». Com que el mabre viu en fons d'aigües netes i poc profundes, una forta pigmentació dels llavis faria que les possibles preses poguessin identificar-lo de més lluny i més fàcilment. D'altra banda, la coloració platejada del ventre i dels costats també contribueix decisivament a fer passar desapercebut el mabre, no solament per als seus depredadors sinó també per a les seves preses. La presència d'uns «llavis» molsuts i molt sensibles també està en relació amb el fet que moltes vegades, i a fi de poder «detectar» el seu aliment, l'animal introdueix un xic el musell dins la sorra i «detecta» amb els «llavis» els petits molluscs i crustacis que hi romanen enterrats.

Així i tot, el mabre, com ja he indicat anteriorment, també ingereix crustacis de tipus nedador i peixos petits i mitjans, i la boca és bastant més protractil que en els espàrids herbívors, però menys que en el centracàntid *Maena chrysaelis* de règim planctònic. Aquesta protractilitat de la boca, que és seguida funcionalment per una succió, pot ésser advertida clarament en la fig. 1, on pot ésser observat el desplaçament del cap del pre-maxillar i les posicions respectives del maxillar, pre-maxillar i dentari quan la boca està completament oberta. A fi de poder comparar posteriorment la protractilitat en les diferents espècies d'espàrids i centracàntids, segons llur règim alimentari, hem elaborat un «índex de protractilitat» que hem obtingut en dividir el desplaçament del cap del pre-maxillar, quan la boca està completament oberta, per la distància de l'extrem del

musell a l'angle de l'opercle. Aquest índex, la validesa del qual ha estat corroborada per ALEXANDER en consulta escrita, oscilla al voltant de 0,8-0,9 en els deu exemplars examinats.

Uns altres índexs obtinguts es refereixen a la relació existent entre l'amplada i l'alçada de l'obertura bucal, quan la boca és completament oberta, i la longitud total de l'animal. Aquests índexs, que seran emprats en altres

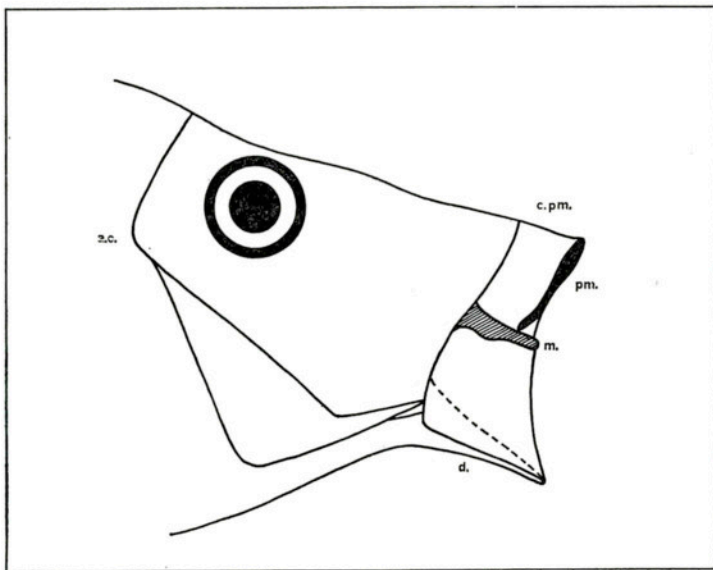


FIGURA 1

a.o., angle de l'opercle; *d.*, dentari; *m.*, maxil·lar; *p.m.*, pre-maxil·lar; *c.p.m.*, cap del pre-maxil·lar

treballs posteriors per a comparar quina correspondència hi ha entre l'alçada i l'amplada màxima de l'obertura bucal i el règim alimentari de les diferents espècies d'espàrids, han donat per al mabre uns valors de 0,16 per a l'índex $\frac{\text{alçada màxima de l'obertura bucal}}{\text{longitud total de l'animal}}$ i 0,05 per a l'índex $\frac{\text{amplada màxima de l'obertura bucal}}{\text{longitud total de l'animal}}$. Amb tot, i com ja assenyalàvem a l'apartat de Material i Mètodes, tots aquests índexs obtinguts tenen una validesa relativa a causa de la petitesse de la mostra observada, puix que el treball, tornem a repetir, té un caire eminentment morfològic i anatómic.

2) *Morfologia interna*.—La cavitat bucal té forma troncocònica, amb la base menor formada per l'obertura faríngia i la major per l'ober-

tura bucal quan la boca està completament oberta. La indicació de l'aresta del tronc de con és molt poc pronunciada. La superfície interna de la boca té un to rosat molt pàl·lid.

Pel que fa a les dents, estudiarem primer les de la mandíbula superior i després les de la inferior.

Les dents de la mandíbula superior (fig. 2) poden ésser distribuïdes en dos grups perfectament diferenciats: grup de dents «marginals» i grup de dents «internes».

1) Les dents marginals ocupen tota la vora del pre-maxil·lar. Podem considerar aquí tres tipus de dents agrupats en tres zones: zona de dents en punxa, que és la més anterior; zona de dents de transició, que ocupa la part mitjana, i zona marginal de dents molariformes, que ocupa la part més posterior.

La zona de dents en punxa, és formada per dents de tipus caniniforme, bé que no massa punxegudes i amb la punta una mica roma i dirigida cap enrera. Aquest grup comprèn unes cinc o sis dents no pas massa altes i amb un espai entre dent i dent.

La zona de dents de transició és formada per unes nou dents de forma intermèdia entre les del grup anterior i les del posterior. En conjunt s'assemblen bastant a les de la zona anterior, però són més robustes, amb la base més àmplia i la corona recta i arrodonida, amb aspecte de petits menhirs. A més, la separació entre dent i dent aquí és molt més petita. Mentre que en el grup anterior, entre dent i dent, n'hi podrien cabre dues més de la mateixa amplada, aquí l'espai interdental és igual a la meitat de la dent.

La zona marginal de dents molariformes és formada per més de set dents en forma de cub, amb la «corona» totalment roma i plana. És obvi que les dents d'aquesta zona són predestinades a acomplir una tasca completament diferent de les altres de la zona marginal, de funció simplement de captura. Aquesta funció va lligada, amb tota seguretat, amb la que duen a terme les dents molariformes internes. (Vegeu més endavant.)

2) Les dents internes són alhora diferenciades clarament en dos grups: grup de dents disposades en forma de carda i grup de dents molariformes internes.

Les dents en forma de carda, com podem veure a la fig. 2, ocupen la part més anterior de la zona interna, fins al nivell on arriben les dents en punxa de la zona marginal. L'ur nombre i l'ur àrea de distribució són, doncs, molt inferiors a les del grup molariforme interior. Són dents primes que presenten la cara posterior semilunar, i l'àpex acabat en una punxa prima i afilada dirigida cap enrera.

Les dents molariformes internes ocupen les 4/5 parts de la superfície

dentada interna formant una superfície seccionant compacta que es correspon, com veurem més endavant, amb dents semblants de la mandíbula inferior. Dins aquest grup podem considerar dos subgrups perfectament diferenciats i ja indicats en la figura: un grup de dents molariformes anteriors i un grup de dents molariformes posteriors. Tant les dents d'un grup

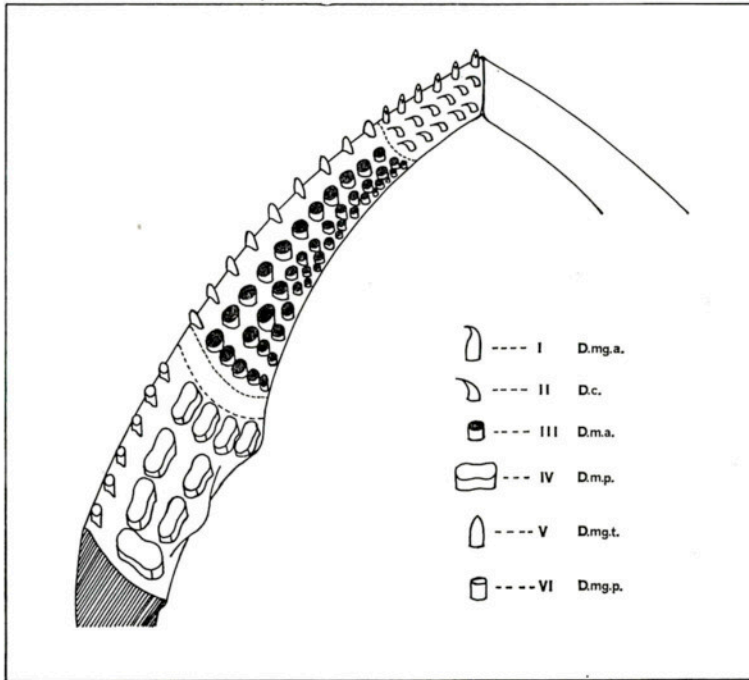


FIGURA 2

D.mg.a., dents marginals anteriors; *D.mg.p.*, dents marginals posteriors;
D.mg.t., dents marginals de transició; *D.c.*, dents en forma de carda;
D.m.a., dents molariformes anteriors; *D.m.p.*, dents molariformes posteriors

com les de l'altre són de poca alçada i de base ampla, i molt més grans que les dents en forma de carda i les de la zona marginal; però, mentre que les dents molariformes anteriors presenten la corona arrodonida, les molariformes posteriors tenen la corona rectangular (vegeu fig. 2) i eixamplada en sentit transversal, la qual cosa facilita la trituració de les closques de crustacis i molluscs, puix que tant els uns com els altres, una vegada a l'interior de la boca de l'animal, es disposen paral·lelament a l'eix

anteroposterior de la boca. D'altra banda, el fet que la mida de les dents molariformes internes vagi minvant a mesura que anem avançant cap enrera, crec que pot tenir dues explicacions ben diferents que encara no he pogut confirmar experimentalment. Segons la primera, el mabre utilitzaria la zona de dents en forma de carda per a esfilegar les preses toves, com és ara peixos, cucs, etc., en emprar aquestes dents com una mena de rastell; les preses petites amb closca serien seccionades per les dents molariformes anteriors, i les preses amb closca (crustacis i molluscs) però de certa grandària ho serien per les dents molariformes posteriors. Així la divisió morfològica correspondria a una especialització en el mastegament de les preses. Segons l'altra hipòtesi, la zona de dents en forma de carda constituïria una superfície d'abradió, la zona de dents molariformes anteriors serviria per a aixafar o seccionar les closques i els esquelets externs primers o dèbils, i la zona de molariformes posteriors per a seccionar les closques i esquelets externs gruixuts o forts. Tant si la hipòtesi veritable és la primera com si és la segona, és evident que el mabre aixafa i secciona l'aliment ingerit, pel fet que les dents de la mandíbula superior encaixen i es corresponen amb les de la mandíbula inferior.

Les dents de la mandíbula inferior presenten una morfologia i una distribució semblants a les de la mandíbula superior, però hi ha algunes diferències. En primer lloc, les dents de la zona marginal són més petites i menys punxegudes. En segon lloc, hi ha un veritable diastema entre les dents de la meitat dreta de la mandíbula i les de la meitat esquerra. D'altra banda, les dents en forma de carda no existeixen pròpiament, sinó que a la zona corresponent a aquestes dents n'hi ha unes altres de semblants en tot a les de transició de la zona marginal. L'acoblament entre les dents en forma de carda de la mandíbula superior i aquestes que corresponen a la mandíbula inferior permetria que les primeres se servissin de les segones com a superfície d'esfilegament o d'abradió segons els casos. Finalment, cal assenyalar que la disposició de les dents molariformes internes és molt més regular en la mandíbula inferior, on queden disposades en dues rengleres perfectament diferenciades, que no pas en la superior.

CONCLUSIONS

L'estudi dels deu exemplars de *Lithognathus mormyrus*, V. ens ha permès d'arribar a les següents conclusions:

1) L'adaptació del mabre a un règim carnívor es reflecteix en la posició de la boca, que ocupa una situació molt inferior, a fi de poder captu-

rar amb més facilitat les preses de què es nodreix, la majoria de les quals romanen enterrades en fons arenosos coberts d'aigües clares i superficials. A causa de la relativa grandària de les preses ingerides, la mida de la boca és bastant considerable (un terç de la longitud *standard* del cap) i superior a la dels espàrids herbívors, però no a les dels altres espàrids carnívors que ingereixen sobretot peixos. El considerable gruix dels «llavis» facilita, com hem pogut comprovar personalment en exemplars vius d'aquari, la «detecció» de les preses enterrades a la sorra, ja que aquells tenen un caràcter sensorial.

2) A part de cercar el seu aliment en la sorra, el mabre també es nodreix de crustacis nedadors i de peixos, que captura mitjançant la protractió de l'embut bucal, i de la succió posterior. Aquesta protractió, aplicant un índex suggerit per un treball d'ALEXANDER⁵, és superior a la dels altres espàrids carnívors i a la dels herbívors, però inferior al del centra-càntid *Maena chryselis*.

3) El to platejat de l'animal i la despigmentació dels «llavis» adquireixen també un valor adaptatiu i alimentari, i no fa tan evident la presència del mabre per a les seves preses. Cal advertir que la coloració general del cos també té un caire protector, allunyat de la funció alimentària.

4) La dentadura bucal de *Lithognathus mormyrus*, reflecteix no solament la presència d'una alimentació de tipus carnívor, sinó també una especialització en la ingestió d'animals proveïts de closques i d'esquelets externs durs, la qual cosa es manifesta per l'existència d'àmplies superfícies seccionants, formades per dents de tipus molariforme amb base ampla i superfície lliure arrodonada. A part aquestes dents molariformes, n'hi ha d'altres de captura de tipus caniniforme o en forma de menhir, que ocupen una situació marginal, i, a la mandíbula superior, unes dents en forma de carda de situació anterointerior a les quals atribuïm una tasca d'esfilegament de preses toves o bé d'erosió inicial de closques i esquelets.

5) Les dents molariformes internes estan distribuïdes, en la mandíbula superior, en dues zones: una d'anterior de dents petites, i una altra de posterior de dents molt grans i orientades, ben altrament que les del grup anterior, en sentit transversal a l'eix anteroposterior de la cavitat bucal. Hom atribueix aquesta distribució a una especialització o zonació en el seccionament de les parts dures de les preses. Mentre que la part anterior serviria per a seccionar les closques o els esquelets dels animals petits, o bé per a seccionar les closques o els esquelets externs més tous, la part posterior serviria per a seccionar les closques o els esquelets més forts o pertanyents a animals més grans.

6) Totes aquestes conclusions seran refermades en treballs ulteriors, per l'estudi de la dentadura faríngia i de les branquispines del mabre i amb l'estudi comparat del tractus bucal d'altres espàrids.

BIBLIOGRAFIA

1. AL-HUSSAINI, A. H. — *The anatomy and histology of the alimentary tract of Scarus sordidus*. «Bull. Inst. Egypte», 27, 349-377 (1945).
2. AL-HUSSAINI, A. H. — *The anatomy and histology of the alimentary canal of the bottom-feeder Mulloides auriflammus (Forsk.)*. «J. Morph.», 78, 121-153 (1946).
3. AL-HUSSAINI, A. H. — *The feeding habits and the morphology of the alimentary tract of some Teleosts living in the Neighbourhood of the Marine Biological Station, Ghardaga, Red Sea*. «Publ. Mar. Biol. Sta. Ghardaga, Cairo», 5, 1-61 (1947).
4. AL-HUSSAINI, A. H. — *On the functional morphology of the alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits. Anatomy and histology*. «Quart. J. Micr. Sci.», 90 (2), 109-139 (1949).
5. ALEXANDER, R. MCN. — *The functions of the protusible upper jaws of some acanthopterygian fish*. «J. Zool., Lond.», 151, 43-64 (1966).
6. GEISTDOERFER, P. — *Dentitions pharyngiennes et tubes digestifs de quelques Macrouridae*. «Bull. Mus. Hist. Nat.», 3.^e ser., 79, set.-oct. 1972, Zoologie 58, 901-916 (1972).
7. GURGEL, I. M. i VEGAS-VÉLEZ, M. — *Sur l'éthologie alimentaire et l'appareil digestif de quelques poissons demersaux du Golfe de Marseille*. «XXII Congrès Int. Expl. Sci. Méditerranée», Roma (1970).
8. KEAST, A. i WEBB, A. — *Mouth and body form relative to feeding ecology in the fish fauna of a small lake. Lake Opinicon, Ontario*. «J. Fish. Res. Board. Canada», 23 (12), 1845-1874 (1966).
9. LAEVASTU, T. (Recopilador). — *Manual de métodos de Biología Pesquera*. Edit. Acribia, Saragossa, en collab. amb la F. A. O. (1971).
10. LAGLER, K. F., BARDACH, J. E. i MILLER, R. R. — *Ichthyology*, John Wiley and Sons, Inc., Nova York (1926).
11. LOZANO REY, L. — *Peces fisoclistos I*. «Mem. Real Acad. Ciencias Exactas, Físicas y Naturales», XIV. Madrid (1954).
12. MAGNUSON, J. J. i HEITZ, J. G. — *Gill raker apparatus and food selectivity among Mackerels, Tunas and Dolphins*. «Fish. Bull.», 69 (2), 361-370 (1971).
13. SUYEHRO, Y. — *Studies on the digestive system and the feeding habits of the important fishes of North Pacific. I. — The cods. Gadus macrocephalus (Tilesius) and Theragra chalcogramma (Pallas)*. «Bull. Jap. Soc. Fish.», 3 (1934).
14. SUYEHRO, Y. — *On the digestive system and feeding habits of the Japanese flying fish Cypselurus agoo*. «Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.», 4, 37-44 (1935).
15. SUYEHRO, Y. — *A study on the digestive system and feeding habits of Fish*. «Jap. J. Zool.», 10, 1-303 (1942).
16. VU-TAN-TUE. — *Sur la présence de dents vomeriennes et ptérygoidiennes chez Boops boops (L) Pisces, Sparidae en rapport avec l'isopode phorétique intra-buccal Meinertia*. «Vie et Milieu», XIV (2) (1963).
17. VU-TAN-TUE. — *Évolution de la denture et du régime alimentaire de Boops boops (L) au cours de la croissance*. «Vie et Milieu» (1964). Suppl. 17.
18. YASUDA, F. — *The feeding mechanisms in some carnivorous fishes*. «Rec. Oceanogr. Works Japan», 5 (2), 153-160 (1960).
19. YASUDA, F. — *The relationship of the gillrakers structure and food habits of some coastal fishes in Japan*. 5 (2), 139-152 (1960).
20. YASUDA, F. — *The food selectivity of some plancton-feeder, with regard to the amount and size of bait*. «Rec. Oceanogr. Works Japan», 7 (1), 57-64 (1963).