

VITESSE DE DIGESTION EN FONCTION DE L'AGE CHEZ LES LARVES DE SOLE (*Solea senegalensis*)

Rafika FEHRI-BEDOUI (1), Maria Teresa DINIS (2) et Fadhila MAAMOURI (3)

(1) Institut National des Sciences et Technologies de la Mer, 2025 Salammbô- Tunisie

(2) Unidade de Ciencias e Tecnologias dos recursos Aquaticos Universidade do Algarve- Portugal.

(3) Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire de Biologie marine, Campus Universitaire, 1060, Tunis- Tunisie

ملخص

تتعرض هذه الدراسة الى تحديد فترة هضم الارتميا عند يرقات المداس (*Solea senegalensis*). تتمثل التجربة في عد الارتميا المستهلكة والمتواجدة في جهاز هضم اليرقات التي تبلغ من العمر 10 و15 و21 يوم و تقسيمها الى ارتميا مهضومة و ارتميا غير مهضومة. أبرزت النتائج ما يلي،
- تقلص فترة هضم الارتميا مع نمو اليرقات، 90-240 دقيقة بالنسبة ليرقات 10 أيام و 45-120 دقيقة بالنسبة ليرقات 15 يوم و 30 - 45 دقيقة بالنسبة ليرقات 21 يوم .
- وتتزامن هذه الفترة مع تقلص عدد ارتميا المستهلكة الى النصف وانخفاض هام للارتميا الغير هضومة.

RESUME

La vitesse de digestion a été déterminée chez les larves de sole (*Solea senegalensis*) en élevage. L'expérience a consisté à suivre l'évolution des proies ingérées (*Artemia*) dans le tube digestif des larves âgées de 10, 15 et 21 jours. Les proies ingérées étaient séparées en proies digérées et non digérées. Les résultats ont montré que le temps de digestion de l'*Artemia*:

diminue avec l'accroissement de l'âge; 90-240 mn pour les larves de 10 jours, 45-120 mn pour les larves de 15 jours et 30-45 mn pour les larves de 21 jours.

- il correspond à la diminution de moitié du nombre de proies ingérées et la diminution importante des proies non digérées.

Mots clés: Téléostéens/ *Solea senegalensis*/ Larves/ Proie/ Temps de digestion.

ABSTRACT

Digestive time was evaluate in reared *Solea senegalensis* larvae. The experiment principle was to follow ingested preys (*Artemia*) on the digestive tract of larvae aged 10, 15 and 21 days. The preys were separate on digested preys and non digested preys. The results showed that the *Artemia* digestive time:

- decreases during the growing larval stages; 90-240 mn for 10 days old, 45-120 mn for 15 days old and 30-45 mn for 21 days old.

- corresponds to the reduction by half of the ingested prey number and an important decrease of the non digested preys.

Key words: Telcostei/ *Solea senegalensis*/ Larvae/ Prey/ Digestive time.

INTRODUCTION

La phase larvaire, étape critique de l'élevage des poissons marins, est sous la dépendance de l'interaction des facteurs extrinsèques et intrinsèques. Les premiers sont d'ordre environnemental (physico-chimie de l'eau, forme du bac d'élevage, lumière, température, photopériode...). Les seconds, plus complexes, sont d'ordre physiologique et comportemental tel que le comportement trophique des larves vis à vis des proies vivantes; densité, fréquence de distribution et la vitesse de digestion.

Les travaux de recherche, se rapportant à l'étude de ces facteurs, notamment la vitesse de digestion, ont concerné divers téléostéens du pacifique; *Clupea pallasii* (KURATA, 1959), *Paralichthys olivaceus* (YASUNAGA, 1971), *Plectoglossus alvitelis* (KATSHUYA et al., 1975), *Pagrus major* (KITAJIMA, 1976, KITAJIMA et al., 1976), *Oplegnathus fasciatus* (FUKUSHO, 1977), *Lateolabrax japonicus* (NANBU, 1977), *Fugu nophobles* (IIZAWA, 1979). Cependant, en Méditerranée, la vitesse de digestion n'a été étudiée que chez les téléostéens en élevage, *Dicentrarchus labrax* (IIZAWA, 1983; RONZANI-CERQUEIRA, 1986) et 4 sparidés; *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Lithognathus mormorys* et *Puntazzo puntazzo* (KENTOURI, 1985). En revanche, la vitesse de digestion a été étudiée chez les larves de nombreuses espèces tropicales; Pour l'étude de la vitesse de digestion chez *Solea senegalensis*, nous nous proposons de suivre l'évolution du nombre de proies consommées, nauplii d'Artémia vivants, en fonction de l'âge des larves, préalablement nourries à satiété, en l'absence de proies.

MATERIEL ET METHODES

Les larves testées, âgées de 10, 15 et 21 jours, provenant de pontes naturelles de géniteurs en captivité, sont élevées dans des bacs cylindro-coniques de 500 litres et nourries de nauplii d'Artémia vivants. Les larves de 10 et 15 jours reçoivent des nauplii de 1 jour et les juvéniles de 21 jours reçoivent des nauplii de 2 jours. Les proies sont offertes à la densité de 4 nauplii / ml. Les essais sont réalisés dans des seaux en plastique blanc de 10 litres, équipés d'un diffuseur d'air assurant un débit de 0.005 l / mn. La température et la salinité sont respectivement égales à 19°C et 36‰. La densité des larves est de 60 larves au litre. L'éclairage est assuré à l'aide de tubes fluorescents blancs de 65 watts situés à un mètre au dessus de la surface de l'eau. Pour chaque essai, 200 larves sont préalablement soumises à un jeûne de 12 heures environ. Elles sont par la suite, nourries pendant 2 heures *ad libitum* puis transférées dans un cristalliseur de 5 litres à l'aide d'une épuisette de 400µm de vide de maille, laquelle est plongée dans un bêcher de capacité 1 litre. Le cristalliseur est mis au bain marie dans une cuve de 10 litres, la température de l'eau est maintenue à 20°C. 10 larves sont prélevées toutes les 15 minutes jusqu'aux 90 minutes, puis toutes les 30 minutes jusqu'aux 420 minutes, elles sont fixées dans une solution de formol à 4% et disséquées sous la loupe. D'après l'aspect plus ou moins amorphe de l'Artémia, les proies présentes dans le tube digestif sont classées en proies digérées et proies non digérées.

RESULTATS

Les larves, préalablement nourries à satiété, puis soumises à un jeûne expérimental, nous ont permis de suivre l'évolution, dans le tube digestif, les proies ingérées (Tab. 1).

1- Larves de 10 jours

Le suivi de la diminution du nombre de proies dans le tube digestif par rapport au nombre initial (Tab. 1, Fig. 1) est de 50% à 90 minutes, 10 % à 300 minutes (Fig. 1B). Toutes les formes de proies disparaissent du tube digestif à 360 minutes après le début du jeûne.

2- Larves de 15 jours

Le nombre de proies, dans le tube digestif, baisse à 44% du nombre initial au bout des 60 minutes qui suivent le début du jeûne (Tab. 1, Fig. 2 A et B). Il chute en moyenne à 10% entre 240 et 300 minutes, puis s'annule à 360 minutes. Le nombre de proies non digérées subit une nette baisse entre 15 et 60 minutes après le début du jeûne.

3- larves de 21 jours

Le nombre de proies, dans le tube digestif, est de 45 % du nombre initial de proies à 30 minutes suivant le début du jeûne et de 10 % à 150 minutes (Tab. 1, Fig. 3 A et B). Les proies non digérées disparaissent du tube digestif au bout de 150 minutes.

Les résultats du suivi du transit des proies, dans le tube digestif des larves et des juvéniles, groupés dans le tableau 2, nous permettent de constater que:

- le temps correspondant à la réduction de 40 - 50% du nombre de proies est décroissant avec l'âge des larves et s'accompagne d'une nette diminution du nombre de proies non digérées.
- la disparition totale des proies, du tube digestif des larves et des juvéniles, se réalise entre 5 heures et demi et 6 heures après le début du jeûne.

DISCUSSION

La vitesse de digestion a été interprétée différemment par les auteurs:

FUKUSHO (1977) considère, chez les larves d'*Oplegnathus fasciatus*, que cette vitesse correspond au temps pendant lequel le nombre de proies dans le tube digestif se réduit à 10% du nombre initial, elle est de:

- 6,5 à 7 heures chez les larves de 3,2-3,6 mm.
- 8,5 à 9,5 heures chez les larves de 3,9-4,2 mm.
- 2 à 2,5 heures chez les larves de 5,1-5,6mm et 7,4-8 mm.

IIZAWA (1983) opte pour cette même définition et l'adopte pour les larves de loup nourries de copépodes et de rotifères.

Ainsi la vitesse de digestion est de:

- plus de 4 heures chez les larves de $5,72 \pm 0,62$ et de 2,5 à 4 heures chez les larves de $10,07 \pm 1,036$ nourries de copépodes.
- plus de 4 heures chez les larves de $7,39 \pm 0,306$ mm, comprise entre 2 et 2,5 heures chez les larves de $8,082 \pm 0,38$ mm et entre 0,75 - 1,25 heures chez les larves de $13,444 \pm 0,963$ nourries de rotifères.

NANBU (1977) définit la vitesse de digestion comme le temps pendant lequel un rotifère transite dans l'intestin, il l'estime de 2 à 5 heures chez les larves de *Lateolabrax japonicus* de taille comprise entre 5,5 et 11mm.

La vitesse de digestion chez les larves de *Clupea pallasii* (7,1 -8,7mm), nourries d'Artémia, est estimée à 12-15 heures (KURATA, 1959) alors qu'elle n'est que de 4 heures chez les larves de *Fugu nophibles* ($6,65 \pm 0,23$ mm), nourries d'Artémia (IIZAWA, 1979). Cependant, la seule référence relative aux poissons plats concerne les larves de *Paralichthys olivaceus* âgées de 11 jours, nourries de rotifères, chez lesquelles YASUNAGA (1971) estime la vitesse de digestion à 3,5 heures. Toutes ces données sont les résultats d'expérimentations ponctuelles régies par plusieurs facteurs: espèce, taille des larves, qualité et quantité des proies, conditions du milieu (salinité, température, éclairage), ce qui rend leur confrontation avec nos résultats plus délicate. Pour *Solea senegalensis* et selon la définition avancée par de FUKUSHO (1977) et IIZAWA (1983), la vitesse de digestion en fonction de l'âge est:

- supérieure à 4 heures 30 à 10 jours.
- comprise entre 3 heures 30 et 5 heures 30 à 15 jours.
- comprise entre 2 heures 30 et 3 heures 30 à 21 jours.

L'état de différenciation de l'appareil digestif chez la *Solea senegalensis* entre le 15ème et le 18ème jours avec l'apparition des glandes gastriques (FEHRI-BEDOUI, 1997) est sans doute

à l'origine de l'augmentation de la capacité digestive chez des larves âgées de 21 jours. A ce sujet, TANAKA (1971) et YASUNAGA (1971) pensent que la vie larvaire se termine avec la différenciation de l'appareil digestif et notamment les glandes gastriques. L'augmentation de la digestibilité serait liée au développement des organes du tube digestif (TANAKA, 1975) et à l'accroissement de ses activités enzymatiques (KAWAI, 1975). La vitesse de digestion, ainsi déterminée, ne représente pas le temps de la digestion et de l'absorption, mais représente le temps pendant lequel le tube digestif devient presque vide et par conséquent ne représente pas la digestion véritable. D'après nos résultats, le nombre de proies présentes dans le tube digestif diminue presque de moitié pendant un temps relativement court suivant le début du jeûne. C'est à ce moment que le nombre de proies non digérées diminue considérablement. Comme l'a constaté HIZAWA (1983) chez les larves de loup, les proies non digérées finissent d'être digérées au cours de leur transfert dans le tube digestif vers la partie postérieure en même temps que la progression des proies digérées. Compte tenu de la baisse notable des proies non digérées lors du transfert, nous pouvons considérer que le temps correspondant à cette baisse est très proche de la vitesse véritable de digestion. Il est de 90-240 minutes pour les larves de 10 jours, 45-120 minutes pour les larves de 15 jours et 30-45 minutes pour les larves de 21 jours.

CONCLUSION

Le suivi des proies ingérées (*Artémia*) dans le tube digestif des larves de *Solea senegalensis* nous a permis de tirer les conclusions suivantes:

- la digestibilité de l'*Artémia* augmente avec l'accroissement de l'âge.
- la digestibilité serait étroitement liée aux transformations cytologiques et à l'activité physiologique du tube digestif et de ses glandes.
- la concomitance de la diminution de moitié du nombre de proies ingérées et la diminutions importante des proies non digérées, nous permet de considérer le temps à partir duquel se réalise ces 2 phénomènes comme la vitesse véritable de digestion.

Temps(mn)	Proies	Larves âgées de 10 jours			Larves âgées de 15 jours			larves âgées de 21 jours		
		non digérées	digérées	totales	non digérées	digérées	totales	non digérées	digérées	totales
0	m	3.4	1.5	4.9	12.3	7.8	20.1	21.1	9.4	30.5
	s	2.374	0.806	2.547	2.051	1.661	1.220	3.047	2.244	5.068
15	m	0.8	1.9	2.7	11.6	5.5	17.1	16.2	5.2	21.4
	s	0.748	1.135	1.552	6.2	2.872	7.422	3.187	2.561	4.754
30	m	0.7	0.5	1.2	5.5	9.00	14.5	5.7	7.5	13.2
	s	0.458	0.5	0.6	3.074	3.162	5.296	5.139	3.879	5.775
45	m	0.7	2.3	3.00	7.3	11.2	18.5	3.3	7.9	11.2
	s	0.781	1.187	1.483	3.551	1.166	4.289	2.968	6.268	8.328
60	m	0.6	1.6	2.2	3.5	10.1	13.6	4.2	7.7	11.9
	s	0.916	1.8	2.039	1.910	1.374	1.854	2.521	3.769	5.752
75	m	0.00	0.4	0.4	1.2	11.8	13.00	3.5	8.9	12.4
	s	0.00	0.489	0.489	0.979	1.661	1.183	4.566	4.323	5.571
90	m	0.00	1.2	1.2	2.8	14.00	16.8	1.7	7.1	8.8
	s	0.00	0.871	0.871	1.4	5.272	5.979	2.531	3.858	5.775
120	m	0.00	0.8	0.8	1.6	10.00	11.6	2.2	4.6	6.8
	s	0.00	0.979	0.979	1.959	7.00	7.8	3.627	3.104	5.810
150	m	0.00	0.4	0.4	0.00	10.00	10.00	0.00	6	6.00
	s	0.00	0.489	0.489	0.00	6.244	6.244	0.00	4.774	4.774
180	m	0.00	1.00	1.00	0.00	8.2	8.2	0.00	2.3	2.3
	s	0.00	1.00	1.00	0.00	3.310	3.310	0.00	1.791	1.791
210	m	0.00	0.8	0.8	0.00	10.4	10.4	0.00	4.6	4.6
	s	0.00	0.871	0.871	0.00	6.036	6.036	0.00	3.903	3.903
240	m	0.1	0.6	0.7	0.00	8.9	8.9	0.00	0	0.00
	s	0.3	0.916	0.9	0.00	2.385	2.385	0.00	0	0.00
270	m	0.1	0.3	0.4	0.00	7.8	7.8	0.00	0.2	0.2
	s	0.3	0.458	0.489	0.00	3.544	2.385	0.00	0.6	0.6
300	m	0.00	0.4	0.4	0.00	2.8	2.8	0.00	0.7	0.7
	s	0.00	0.489	0.489	0.00	2.118	2.118	0.00	1.1	1.1
330	m	0.1	0.4	0.5	0.00		1.4	0.00	0.3	0.3
	s	0.3	0.489	0.670	0.00	0.8	0.8	0.00	0.9	0.9
360	m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00
	s	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00

Tableau 1 : Evolution du nombre des proies dans le tube digestif des larves mises à jeûner au cours du temps

m = nombre moyen , s = écart type

Fig. 1 A Evolution du nombre de proies dans le tube digestif des larves âgées de 10 jours préalablement soumises au jeûne

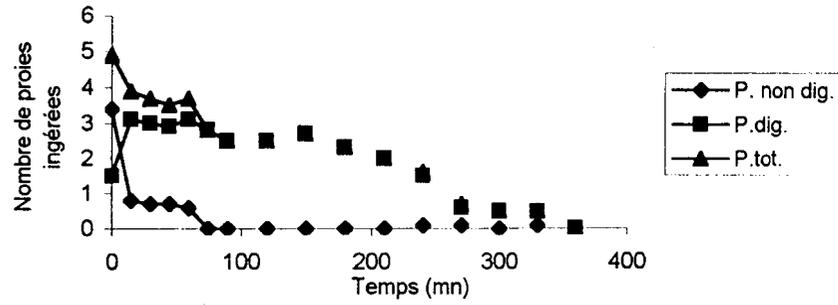


Fig. 1 B- Pourcentage des proies ingérées par rapport au nombre initial de proies

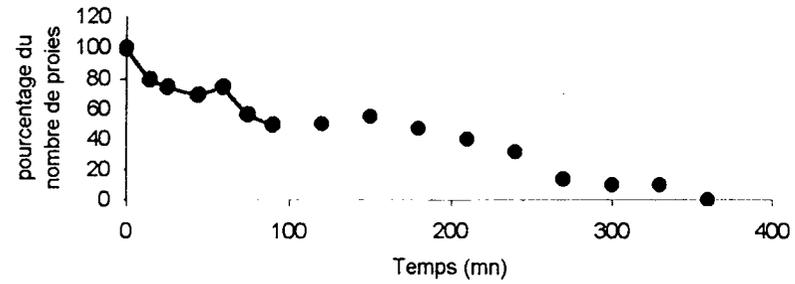


Fig. 2A Evolution du nombre de proies dans le tube digestif des larves âgées de 15 jours préalablement soumises au jeûne

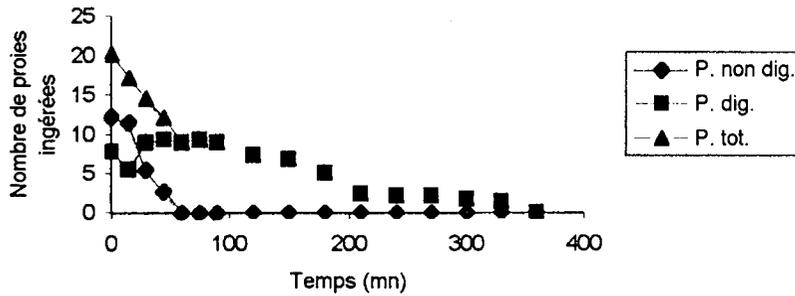


Fig. 2B Pourcentage des proies par rapport au nombre initial de proies

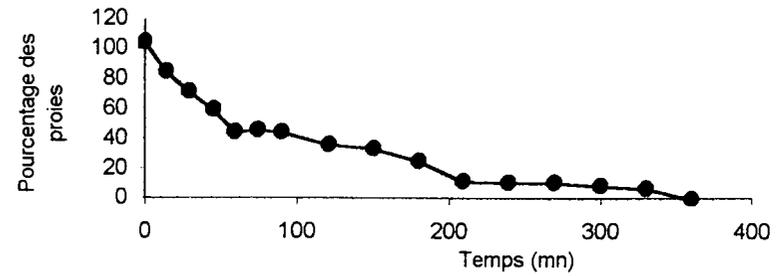


Fig. 3A- Evolution du nombre de proies dans le tube digestif des larves âgées de 21 jours préalablement soumises au jeûne

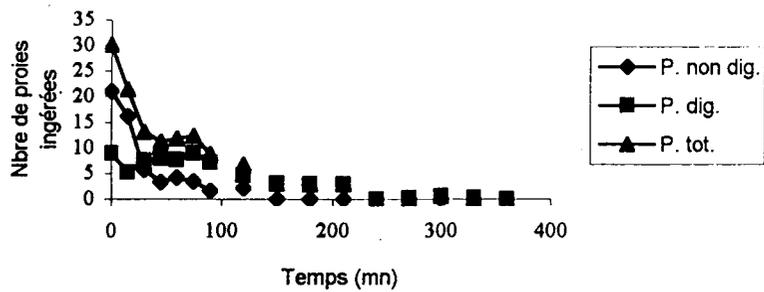
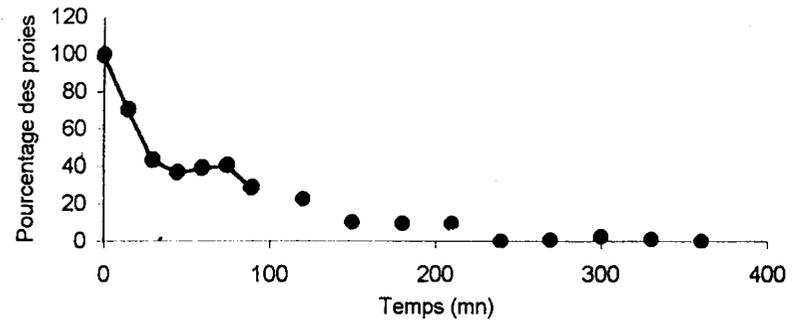


Fig. 3 B- Pourcentage des proies par rapport au nombre initial



Tabl. 2- Evolution de la digestion en fonction de l'âge chez les larves de *Solea senegalensis*

Age des larves (jours)	Pourcentage des proies restantes dans le tube digestif			Proies non digérées dans le tube digestif	
	40-50%	10%	0%	Diminution importante	Disparition
10	90-210 mm	300 mm	360 mm	15 mm	75 mm
15	60-90 mm	270 mm	360 mm	30 mm	60 mm
21	30-75 mm	180 mm	360 mm	30 mm	150 mm

BIBLIOGRAPHIE

FEHRI-BEDOUI R. (1997).- *Solea senegalensis* Kaup, 1858: élevage, comportement trophique et morpho-histologie, Doctorat de spécialité. Biologie marine. Uni. Tunis II. 221p.

FUKUSHO K. (1977).- Digestive time of larval fish of *Oplegnathus fasciatus* (en Japonais). *Aquaculture* 24 (4):134-139.

IIZAWA M. (1979).- Recherches sur l'écologie trophique des larves du poisson-globe *Fugu nophibles*. Thèse de maîtrise (en Japonais), Uni. Pêches, Tokyo, 33p.

IIZAWA M. (1983).- Ecologie trophique des larves du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) en élevage. Thèse Doct.. 3ème cycle Uni. Sci. Tech. Languedoc Montpellier, France: 140p.

KATSHUYA K., YAMAMOTO S., TABATA K., IKEDA Z., NANBU Y. et MURATA M. (1975).- Amount of foods and growth of the larval ayu *Plecoglossus alvitelis*. Report of the research of the initial foods for ayu. *Okayama Pref. Inst. Fish.*, 62p.

KAWAI S. (1975).- Digestive system of fishes. 2 Digestive enzymes. In: Feeding and development of juvenile fishes. *Jap. Soc. Fish.* (ed.) Koseikaku, Tokyo: 67- 83p.

KENTOURI M. (1985).- Comportement larvaire de 4 sparidés méditerranéens en élevage: *Sparus aurata*, *Diplodus sargus*, *Lithognathus mormorys*, *Puntazzo puntazzo* (Poissons téléostéens) Thèse de doctorat d'Etat. Uni. Tech. Languedoc, Montpellier. 492 p.

KITAJIMA C. (1976).- Amount of the copepod *Trigriopus japonicus* consumed by red sea bream larvae *Pagrus major*. *Bull. Nagasaki Prefect. Inst. fish.*, 2: 101- 104.

KITAJIMA C., FUKUSHO K., IWAMOTO H., et YAWAWOTO H. (1976).- Amount of the rotifer *Brachionus plicatilis* consumed by red sea bream larvae *Pagrus major*. *Bull. Nagasaki Prefect. Inst. fish.*, 2: 105-112.

KURATA H. (1959).- Rearing of juvenile herring *Clupea pallasii* Bull. Hokkai Regi. Res. Lab. (20): 117-138.

- KITAJIMA C., FUKUSHO K., IWAMOTO H., et YAWAWOTO H. (1976).- Amount of the rotifer *Brachionus plicatilis* consumed by red sea bream larvae *Pagrus major*. *Bull. Nagasaki Prefect. Inst. fish.*, 2: 105-112.
- KURATA H. (1959).- Rearing of juvenile herring *Clupea pallasii* *Bull. Hokkai Regi. Res. Lab.* (20): 117-138.
- NANBU T. (1977).- Studies of mass culture of sea bass *Lateolabrax japonicus* IX Experiments on feeding and digestive time larvae and juveniles of sea bass (en japonais) *Bull. Kumamoto Pref. Fish.* 1977 : 224-229.
- TANAKA M. (1971).- Studies on the structure and fonction of the digestive system in teleost larvae.III. Development of the digestive system during postlarval stage. *Jpn. J. Ichthyol.*, 18 (4): 164-174.
- TANAKA M. (1975).- Digestive system of juvenile fishes. I. Digestive tract *Jpn. Soc. Sci. Fish.* (Ed) Kooseisha- Koseikaku, Tokyo, 7-23.
- YASUNAGA Y., 1971. Studies on the feeding habit and growth of the plaice, *Paralichthys olivaceus*, in the larval stage. *Bull. Tokai Reg. Res. Lab.* 68: 34-43.