

# ÉLEVAGE DES LARVES DE CORÉGONES NOURRIES A L'ALIMENT SEC ET NATUREL SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE RÉCENTE

K. DABROWSKI \*

## RÉSUMÉ

La situation des populations de corégones a été définie par rapport à l'eutrophisation des lacs qui ne cesse d'augmenter. Le soutien de stocks de ces poissons implique le développement de piscicultures de repeuplement et en conséquence de la maîtrise de l'élevage des stades larvaires et juvéniles.

Les aspects physiologiques, comportementaux et nutritionnels des stades précoces des corégones ont été examinés. Cette étude insiste particulièrement sur l'absence de la fonction stomacale chez les corégones au stade précoce. Les aspects comportementaux comprennent : la quantité maximale de nourriture, la fréquence des repas, la dépendance à l'intensité lumineuse et la densité d'élevage.

Les aliments secs composés testés sur les corégones différaient de manière significative des aliments distribués jusqu'alors avec succès aux larves de poissons sans estomac. Une liste des conditions optimales d'élevage de larves et de juvéniles de corégones est énumérée en conclusion.

## SUMMARY

The situation in coregonid fish populations was summarized in the light of increasing eutrophication of lakes. The propagation of these fishes requires not only development of commercial hatcheries but also rearing of larval and juvenile stages of fish.

Physiological, behavioural and nutritional aspects of early life history of coregonid fish were reviewed. Information gathered in the present review emphasizes the fact of lack of function of the stomach in the early life of coregonids. Behavioural aspects combine optimum size of food, frequency of feeding, dependence on light intensity and fish density.

Compound, dry diet tested with coregonids differed significantly from those so far successful with stomachless fish larvae. Optimal conditions for rearing coregonid larvae and juveniles are listed in conclusion.

## PLAN

- I - Introduction
- II - Aspects physiologiques
- III - Aspects du comportement
- IV - Aspects nutritionnels
- V - Conclusion
- VI - Bibliographie

## I - INTRODUCTION

Les lacs où se rencontre la totalité de la distribution européenne de poissons corégones étaient, jusqu'à récemment, synonymes de réservoirs oligo ou mésotrophes. Cependant, une eutrophisation extrême des lacs, dans les dernières décennies, a changé cette image. Bien qu'en début d'eutrophisation les poissons semblent montrer une

---

\* Laboratoire de Nutrition et d'Élevage des Poissons, Centre de Recherches Hydrobiologiques I.N.R.A., BP 3, Saint-Pée-sur-Nivelle - 64310 ASCAIN, France.

accentuation de leur croissance, cette situation conduit inévitablement à la disparition de l'espèce. En premier lieu, l'eutrophisation diminue la zone de ponte des corégones (DABROWSKI, 1981) et réduit la survie des œufs sur les frayères. Ce dernier phénomène a été décrit dans de nombreuses localités, en Finlande (NISSINEN, 1972), en Pologne (ZUROMSKA, 1982 ; WILKONSKA et ZUROMSKA, 1982) et dans les lacs alpins (BRAUM et QUOS, 1981).

La seule alternative pour améliorer le taux de survie très peu élevé des œufs de corégones sur les frayères était l'incubation des œufs prélevés sur les femelles, dans les piscicultures industrielles où le taux de survie des œufs atteignait plus de 60 % en moyenne (LUCZYNSKI, 1981). Cependant, le déversement en masse dans les lacs de larves de corégones n'a pas été nécessairement suivi d'une augmentation correspondante de captures commerciales (SZCZERBOWSKI, 1977). Il existe donc un second stade limitant : la survie des larves de poisson.

Les larves ainsi produites en pisciculture sont déversées dans un lac déficient en nourriture accessible. La densité minimum de zooplancton nécessaire aux larves de corégones a été calculée et, en la comparant à celle présente dans les lacs en début de printemps, on peut en déduire que la sous-alimentation semblerait causer la mortalité des larves (DABROWSKI, 1975).

Pour obtenir les conditions favorables, du point de vue thermique et trophique, pour le développement d'une classe d'âge de corégones résistante, on peut tenter de retarder l'éclosion des œufs en abaissant la température de l'eau au printemps (NÜMANN, 1970). Ce point de vue a été examiné récemment d'une façon détaillée (LUCZYNSKI, 1981), et des expériences sur le terrain ont montré que la méthode dite " froide " (cold method) constituait une intéressante possibilité.

Une autre façon d'aborder le problème paraît plus simple mais a soulevé, jusqu'à une période récente, plusieurs difficultés : celles de l'élevage de larves et de juvéniles de corégones en système intensif avec nourrissage d'aliment sec composé, jusqu'à l'obtention de la taille requise.

Cette étude se propose de faire un bref examen des informations publiées concernant les aspects du comportement, de la physiologie et de la nutrition dans l'élevage des larves de corégones, ceci afin de formuler les conditions adéquates à l'élevage de ce poisson. C'est intentionnellement que les informations déjà rassemblées par FLÜCHTER (1980) ne seront pas reprises.

## II - ASPECTS PHYSIOLOGIQUES

Différents aspects du système digestif des larves de poisson (des corégones en particulier) et leur alimentation ont été récemment examinés par STROBAND et DABROWSKI (1981). Ces auteurs ont souligné les particularités des besoins nutritionnels des larves et juvéniles de poisson, qui devraient être résolus par l'étude de la composition des aliments. Il a été conclu toutefois que la teneur en acides aminés et en acides gras, que ce soit dans les aliments naturels pour larves de poisson ou dans la composition des œufs, ne peut à elle seule être utilisée comme mesure d'évaluation des régimes larvaires.

Dans une étude récente dont le but est de formuler le problème du sevrage des larves de poisson avec de l'aliment sec, il a été distingué trois groupes d'espèces (DABROWSKI, 1982 b). Un premier groupe est constitué par les poissons qui, tels les Cyprinidés, sont dépourvus d'estomac durant toute leur vie. La plupart des Salmonidés sont caractéristiques du deuxième groupe : avant leur émergence, donc leur alimentation sur substrat exogène, ces poissons possèdent déjà des glandes gastriques dans l'estomac, des caeca pyloriques différenciés et des granules de zymogène dans les cellules exocrines du pancréas (TAKAHASHI *et al.*, 1978).

Les larves de corégones peuvent servir d'exemple au troisième groupe de poissons qui développent un estomac à un stade plus avancé de leur ontogénèse. Trois segments d'intestin larvaire ont été distingués chez *C. pollan*, la partie rostrale de 60-75 % étant caractérisée par des entérocytes impliqués dans l'absorption des lipides et facilement identifiables par des méthodes histologiques. Dans le second segment, représentant 20-25 % de la longueur de l'intestin, sont situées un grand nombre de vésicules pinocytotiques sous la bordure microvillaire des cellules ; l'absorption de protéines macromolé-

culaires a été démontrée dans cette partie (STROBAND et DABROWSKI, 1981). Le troisième segment, caudal, joue un rôle mineur dans l'absorption des nutriments.

Les larves de corégones ne constituent qu'un cas particulier chez les poissons ne possédant pas d'estomac fonctionnel au cours de leur vie précoce, mais seulement à un stade plus tardif de leur ontogénèse. Très récemment, une alimentation exogène précoce, accompagnée de croissance, a été décrite chez *Clarias lazera* (STROBAND et KROON, 1982) et le poisson marin *Engraulis mordax* (O'CONNELL, 1981) en l'absence d'estomac fonctionnel. Il est probable que ce type de développement larvaire est chose courante parmi les poissons. Il ne fait pas de doute qu'une telle absence d'estomac doit avoir des conséquences sérieuses sur la physiologie du tractus digestif, en particulier sur l'activité protéolytique ; celle-ci a été récemment examinée par STROBAND et DABROWSKI (1981), et peu d'informations ont été rassemblées depuis.

VU (1983) a trouvé que les sites principaux de digestion chez les jeunes de bar, à l'origine sans estomac, sont l'intestin moyen et postérieur.

Considérant que chez les jeunes le tube digestif n'est qu'un tuyau rectiligne avec un délai d'évacuation allant de quelques minutes à seulement 1-3 heures, l'efficacité d'absorption et digestion des aliments constitue un problème crucial à ce stade de croissance du poisson.

### III - ASPECTS DU COMPORTEMENT

La température de l'eau, au cours de la vie précoce des corégones, excède rarement 15°C, et la plupart des auteurs ont expérimenté à une température de l'eau ressemblant à celle des lacs, c'est-à-dire 10°C, température que l'on retrouve pendant le premier ou deuxième mois de la croissance du poisson. BRAUM (1967) a réussi à élever *C. wartmanni* à 16,9°C, mais comme l'ont indiqué McCORMICK *et al.* (1971), bien que la croissance de *Coregonus artedii* puisse être améliorée individuellement au-dessus de 16°C, la biomasse de la population décroît. Cependant, le facteur thermique doit être reconsidéré quand de l'aliment sec doit être offert aux larves de poissons : par exemple, les larves de brochet acceptent très peu de particules d'aliment sec à basse température (8-10°C), alors qu'elles le font volontiers à 18°C. La perception des larves s'accroît avec la température et l'apprentissage est plus rapide.

Bien que certaines expériences d'APPELBAUM (1978) montrent que *C. albus* puisse s'alimenter dans l'obscurité, BRAUM (1964), au contraire, montre que cela semble être un phénomène accidentel. Des seuils de luminosité ont été déterminés pour les larves de *C. pollan* et, au cours des stades larvaires et juvéniles, de bonnes conditions de luminosité sont essentielles (DABROWSKI, 1982 c). Puisque les ondes lumineuses ont un effet positif sur l'alimentation des larves de corégones et que la couleur des bacs joue un rôle dans la survie des larves de Doré (CORAZZA et NICKUM, 1981) en créant des conditions optimales, les conditions d'éclairage des bassins utilisés pour la culture des larves de corégones méritent d'être examinées de manière plus approfondie.

On a trouvé que les juvéniles de corégones avaient des seuils de luminosité beaucoup plus bas que ceux des larves (DABROWSKI, 1982 c ; VOLKOVA, 1973) : dans l'estomac des alevins de *C. pollan*, de nombreux chironomidés ont été trouvés en juillet ce qui, dans les conditions de Lough Neagh, suggère une alimentation à des profondeurs au-dessous de 1 % de la luminosité de surface.

La taille de la nourriture adéquate pour les larves de corégones a été récemment déterminée (HARTMANN, 1983 ; DABROWSKI *et al.*, sous presse). L'analyse du contenu intestinal a révélé que les nauplii et les copépodes de 0,2 - 0,25 mm représentent le plus souvent le type d'aliment en conditions naturelles. En aquarium, du zooplancton de plus grande taille est volontiers accepté jusqu'à 0,4 mm de diamètre. Il faut cependant noter, comme l'a indiqué EINSELE (1965), qu'à cause de la variabilité de taille des corégones après éclosion (par exemple *C. albus* : 2,5 mg, *C. lavaretus* : 7,8 mg), le volume de la nourriture peut varier considérablement entre les espèces. Ainsi, des larves de *C. pollan* en période de jeûne ont accepté des particules de faible taille et ont pu survivre, tandis que celles à qui l'on offrait des particules plus grosses n'ont pas survécu (DABROWSKI, 1981).

HARTMANN (1983), puis DABROWSKI *et al.* (sous presse) distinguent deux stratégies alimentaires au cours de la vie précoce des corégones. Au cours de la période

larvaire (11-21 mm), le premier auteur cité indique une augmentation du nombre d'organismes alimentaires consommés, mais sans accroissement notable dans les dimensions de la nourriture ou de la diversité des espèces organiques consommées. Durant la période juvénile, 22-40 mm, les corégones sont capables de capturer des proies de plus grosse taille et consomment une gamme plus étendue d'espèces de plancton.

Un comportement de banc a été indiqué comme un moment crucial dans la survie des jeunes corégones (VOLKOVA, 1976). Bien que l'efficacité de la fuite devant un prédateur soit équivalente soit par " apprentissage " soit par réaction directe du poisson, ceci indique une dépendance densité-espace au stade juvénile des corégones. PITCHER *et al.* (1982) ont montré dans des expériences récentes que les bancs de poissons peuvent localiser leur nourriture d'autant plus rapidement que la taille du banc est plus importante ; cette considération doit donc être également prise en compte dans l'élevage des corégones.

#### IV - ASPECTS NUTRITIONNELS

De nombreuses espèces de poissons ont présenté une croissance et un taux de survie faibles lors de nourrissage avec du plancton lyophilisé (SIMPSON *et al.*, 1981). FLÜCHTER (1982) mentionne également que des larves de corégones nourries de nauplii d'*Artemia* congelés n'ont pu croître et se métamorphoser. Cependant, en contradiction avec leurs propres observations concernant la faible efficacité du zooplancton congelé, MEDGYESY et WIESER (1982) ont obtenu des alevins de taille presque similaire (48-50 mg) en distribuant du zooplancton congelé ou des nauplii d'*Artemia* vivants durant 50 jours à 8°C. Ces auteurs suggèrent qu'une préparation spéciale pour diminuer le lessivage de l'aliment congelé, avant sa distribution aux poissons, permettait de résoudre le problème de l'utilisation du plancton congelé pour les larves. Par ailleurs, FLÜCHTER (1982) a réussi à améliorer la croissance et la survie des corégones en ajoutant des substances attractives à l'aliment sec. Après 42 jours de nourrissage des larves avec des *Artemia* vivants et de l'aliment sec + de l'extrait acétonique d'*Artemia*, ces larves avaient la même taille de 23 mm, soit un poids d'environ 40-48 mg. Ces valeurs du poids ont été calculées d'après la relation longueur-poids fournie par GUNKEL (1979) (Fig. 1). Il en sera ainsi dans ce qui suit pour exploiter les résultats qui ne font mention que de la longueur. Il est en effet plus utile de donner le poids des juvéniles de corégones pour effectuer des comparaisons, car le facteur de condition varie beaucoup selon les conditions d'alimentation et d'âge du poisson (KAINZ et GOLLMANN, 1981).

GUNKEL (1979) a offert à *C. fera*, des régimes à base de farine de poisson (22,8 - 69,9 %), du jaune d'œuf homogénéisé ou des *Scenedesmus*, mais sans succès quant à la croissance du poisson. Il a observé que les larves de corégones happent des particules de nourriture mais les crachent après quelques secondes. Des larves témoins recevant des nauplii d'*Artemia* vivants pesaient 25 mg après 35 jours d'alimentation à 6,5-8°C. Cet auteur indiquait par ailleurs, ce qui est surprenant, que si l'alimentation commençait à partir du 1, 15 ou 23ème jour, tous les poissons avaient un poids égal (50 mg) après 60 jours d'élevage ; cependant, aucune augmentation de protéines, lipides ou cendres n'a été observée dans le corps du poisson jusqu'au 15<sup>e</sup> jour.

L'aliment sec utilisé seul pour nourrir les larves de poisson ne donnant pas de résultat, il faut naturellement examiner un mélange aliment sec et vivant pour parvenir à la croissance du poisson. SIMPSON *et al.* (1981) ont montré que l'athérine atlantique (*Menidia menidia*) recevant un mélange d'*Artemia* vivants et d'aliment sec avaient une croissance et survie similaires à celles du poisson nourri de zooplancton, même lorsque le régime naturel n'était offert que tous les 8 jours. GUNKEL (1979) a nourri des alevins de corégones avec deux aliments, naturel et sec, entre le 15ème et 44ème jour, puis exclusivement avec de l'aliment sec. Bien que la croissance des poissons soit satisfaisante, la mortalité notée avec l'aliment composé était importante (environ 75 %), au bout de 40 jours d'expérience. KAINZ et GOLLMANN (1981) ont testé l'aliment Evos Larvstart C10 sur des larves de *C. lavaretus* et ont trouvé que, malgré l'accroissement de longueur du poisson de 13 à 17 mm pendant les 20 premiers jours d'expérience, le poids n'augmentait que faiblement au cours des 48 jours du test. Des larves de corégones nourries de zooplancton vivant dans une eau dont la température était graduellement élevée de 7,6 à 14°C atteignaient un poids individuel de 25 mg, après 35 jours d'élevage.

Le rapport d'APPELBAUM (1979) indiquant une croissance satisfaisante pour des larves de *Coregonus albula* nourries de protéines unicellulaires et un taux de survie du

poisson reste unique dans la bibliographie. Durant les 28 jours qu'a duré le test à 13°C, les poissons ont doublé de longueur, ceux avec de l'aliment sec mesuraient 17,8 mm (environ 18 mg), tandis que ceux nourris de nauplii d'*Artemia* atteignaient 18,2 mm (environ 22 mg) ; la survie était de 61 et 50 %, respectivement. DABROWSKI (1979) a également signalé quelque succès en nourrissant les larves de corégones simplement à l'aliment sec, mais les poissons après passage à l'aliment vivant montraient des malformations ou l'absence d'opercules. Le régime utilisé contenait de la farine de sang (20 %), de la levure (20 %), du soja (25 %) et de la farine de poisson (5 %), et entraînait une survie d'environ 50 % au bout de 21 jours. La croissance était moitié moins élevée que celle des poissons nourris de zooplancton qui pesaient 30 mg après la même période, à 8,5°C.

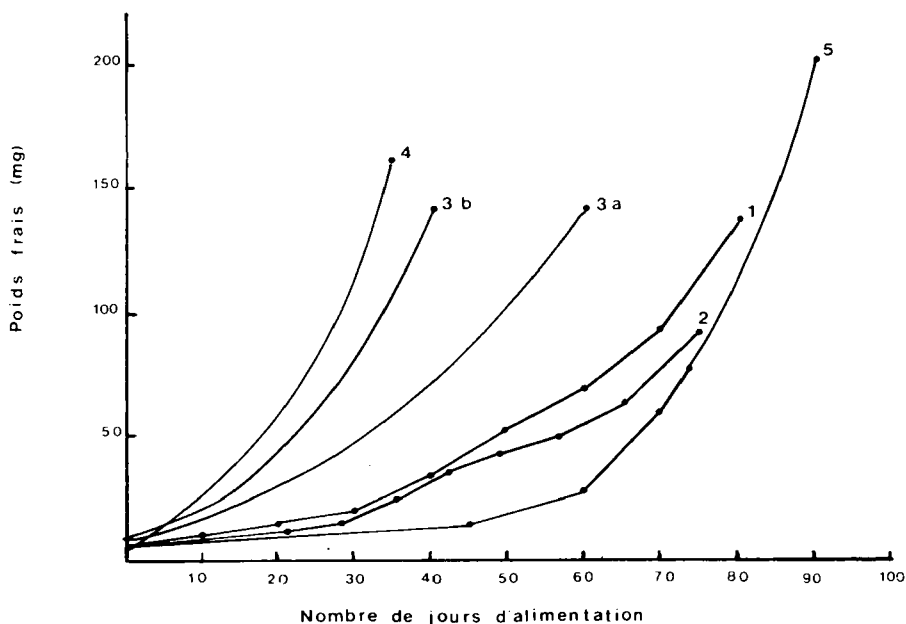


Figure 1 : Croissance de larves de corégones soumises à différentes conditions de milieu et d'alimentation.

1. Gunkel, 1979. Alimentation avec *Artemia*.
2. Medgyesy et Wieser, 1982. Alimentation du zooplancton non trié - 8° C
3. Drouin *et al.*, 1982. Alimentation avec *Artemia*  
a- 10° C  
b- 14° C
4. Dabrowski *et al.*, en prép. Alimentation avec les aliments composés 15° C
5. Dabrowski, 1981. Alimentation naturelle en lac - 5-10° C.

Dans la figure 1 sont représentées quelques courbes de croissance reconstituées d'après différents auteurs, et il faut remarquer les effets de la température notés par DROUIN *et al.* (1982). Par ailleurs, ces performances semblent avoir été obtenues dans des conditions trophiques quantitativement limitées (DABROWSKI *et al.*, en préparation).

On a observé dans de nombreux cas que des protéines unicellulaires donnaient d'excellents résultats dans le sevrage de larves de poissons, y compris les corégones (APPELBAUM, 1979), par rapport à d'autres ingrédients. De récentes expériences ont été menées en ce sens sur des larves de poissons sans estomac dont la croissance, considérée des plus difficiles, s'est manifestée pendant quelques semaines avec une survie très appréciable en comparaison de poissons nourris de zooplancton (DABROWSKI, 1982 a ; DABROWSKI *et al.*, 1983 a). Bien que la production de protéines unicellulaires pour la consommation animale et humaine dont les débuts remontent à une vingtaine d'années demeure encore marginale (STRINGER, 1982) à cause de la situation économique et de la sécurité des protéines industrielles, dans la formulation d'aliments secs destinés aux larves de poissons elle reste à ce jour irremplaçable.

## V - CONCLUSION

Les données utiles aux techniques d'élevage, rassemblées dans cette étude, permettent de conclure que, dans les expériences effectuées jusqu'ici, tous les aspects n'ont pas été pris en compte.

Le succès de l'élevage des larves de corégones avec l'utilisation exclusive d'aliments composés, souhaitable à certains égards, est conditionné par :

- le maintien du milieu dans les conditions minimales de température et d'éclairement,
- une densité de poissons favorable à l'apprentissage de la prise de nourriture,
- une distribution fréquente des particules alimentaires de taille adaptée, afin de leur conférer une disponibilité permanente,
- et, semble-t-il, l'incorporation dans cet aliment de protéines unicellulaires.

## BIBLIOGRAPHIE

- APPELBAUM S., 1978. Verhaltensstudie zur Futteraufnahme von Larven der Kleinen Maräne (*Coregonus albula* L.). *Arch. Fisch. Wiss.*, 29, 85-91.
- APPELBAUMS., 1979. The suitability of alkan-yeast (Hydrocarbon grown yeast) as a first nutrient for *Coregonus albula* (L.) fry. In : J.E. HALVER, K. TIEWS, eds., *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Vol. 1, Heenemann Verlag., Berlin, pp. 515-524.
- BRAUM E., 1967. The survival of fish larvae in reference of their feeding behaviour and the food supply. In : S.D. GERKING, ed., *Biological basis of freshwater fish production*, Blackwell, Sci. Publ. Oxford, pp. 113-131.
- BRAUM E., QUOS H., 1981. Beobachtungen über die Eintwicklung des Blaufelchens (*Coregonus lavaretus* Wartmani) im Bodensee-Obersee. *Schweiz. Z. Hydrol.*, 43, 114-125.
- CORAZZA L., NICKUM J.G., 1981. Possible effects of phototactic behaviour on initial feeding of walleye larvae. In : Proc. Bio-Engineer. Symp. Fish Culture, ALLEN L.J., KINNEY E.C., (Eds.), pp. 48-52, Amer. Fish. Society.
- DABROWSKI K., 1975. The point of no return in early fish life. An attempt to determine the minimal food requirement. *Wiad. Ecol.*, 21, 277-293.
- DABROWSKI K., 1979. Problems in determination of nitrogen compounds when applied to fish feeding experiments. In : J.E. HALVER, K. TIEWS, eds., *Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Vol. 2, Heenemann Verlag., Berlin, pp. 519-529.
- DABROWSKI K., 1981. The spawning and early life history of the pollan (*Coregonus pollan* Thompson) in Lough Neagh, Northern Ireland. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 66, 299-326.
- DABROWSKI K., 1982a. Further study on dry diet formulation for common carp larvae. *Riv. It. Piscic. Ittiop.*, 27, 11-29.
- DABROWSKI K., 1982b. Problems of fish nutrition in aquaculture. *Post. Nauk Roln.*, 4, 151-167.
- DABROWSKI K., 1982c. The influence of light intensity on feeding of fish larvae and fry. I. *Coregonus pollan* and *Esox lucius*. *Zool. Jahrb. Physiol.*, 86, 341-351.
- DABROWSKI K., BARDEGA R., PRZEDWOJSKI R., 1983. Dry diet formulation study with common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkde.*, 50, 40-52.
- DABROWSKI K., MURAWSKA E., TERLECKI J., WIELGOSZ S., sous presse. Studies on the feeding of *Coregonus pollan* (Thompson) alevins and fry in Lough Neagh. *Intern. Rev. ges. Hydrobiol.*, 69.
- DABROWSKI K., BERGOT P., KAUSHIK S., en prep. Rearing of coregonid larvae using dry and live food. I. Preliminary data.
- DROUIN M.A., KIDD R.B., HYNES J.D., 1982. Preliminary development of a technology for pilot scale intensive production of yearling lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. Whitefish project, Ministry of Natural Resources, Canada.

- EINSELE W., 1965. Problems of fish larvae survival in nature and the rearing of economically important middle European freshwater fishes. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.*, 10, 24-30.
- FLÜCHTER J., 1980. Review of the present knowledge of rearing whitefish (*Coregonidae*) larvae. *Aquaculture*, 19, 191-208.
- FLÜCHTER J., 1982. Substance essential for metamorphosis of fish larvae extracted from *Artemia*. *Aquaculture*, 27, 83-85.
- GUNKEL G., 1979. Laboratory experiments on the cultivation of young whitefish (*Coregonus fera* J.) : food intake, gross growth efficiency and growth of the fry. In : STYCZYNSKA-JUREWICZ E., BACKIEL J., JASPERS E., PERSOONE G., eds., Cultivation of Fish Fry and its Live Food, *Europ. Maricult. Soc. Publ.*, 4, 211-242.
- HARTMANN J., 1983. Two feeding strategies of young fishes. *Arch. Hydrobiol.*, 96, 496-509.
- KAINZ E., GOLLMANN H.P., 1981. Weitere orientierende Anfütterungsversuche bei Rapfen (*Aspius aspius* L.), Silberkarpfen (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.), Marmorkarpfen (*Aristichthys mobilis* Rich.) und grosswüchsigen Coregonen (*Coregonus lavaretus* L.) mit Trockenfutter C 10. *Oster. Fisch.*, 34, 138-196.
- LUCZYNSKI M., 1981. The influence of the incubation of temperature of *Coregonus albula* eggs on the embryogenesis rate, and on the survival and morphology of eleuthero embryos and larvae. Ph. D. Thesis, Inland Fisheries Institute, Olsztyn, Poland.
- MCCORMICK J.H., JONES B.R., SYRETTE R.F., 1971. Temperature requirements for growth and survival of larval ciscos (*Coregonus artedii*). *J. Fish Res. Bd. Can.*, 28, 924-927.
- MEDGYESY N., WIESER W., 1982. Rearing whitefish (*Coregonus lavaretus*) with frozen zooplankton by means of a new feeding apparatus. *Aquaculture*, 28, 327-337.
- NISSINEN T., 1972. The egg density and the survival of eggs on the spawning ground of the vendace (*Coregonus albula* L.) in lakes Puruvesi and Oulujarvi. *Finn. Game Fish. Res. Inst., Helsinki*, 1, 1-114.
- NÜMANN W., 1970. The Blaüfelchen of Lake Constance (*Coregonus wartmanni*) under negative and positive influence of man. In : LINDSEY C.C., WOODS C.S., eds., Biology of Coregonid Fishes, University of Manitoba Press, Winnipeg, pp. 531-552.
- O'CONNELL C.P., 1981. Development of organ systems in the northern anchovy, *Engraulis mordax*, and other teleosts. *Amer. Zool.*, 21, 429-446.
- PITCHER T.J., MAGURRAN A.E., WINFIELD I.J., 1982. Fish in larger shoals find food faster. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 10, 149-151.
- SIMPSON K.L., SCHAUER P.S., SEIDEL C.R., RICHARDSON L.M., 1981. Nutritional requirements of marine larval and juvenile fish. U.S. Env. Protec. Agency, Research and Develop., EPA-600/S 3-81-049.
- STRINGER D.A., 1982. Industrial development and evaluation of new protein sources : micro-organisms. *Proc. Nutr. Soc.*, 41, 289-300.
- STROBAND H.W.J., DABROWSKI K., 1981. Morphological and physiological aspects of the digestive system and feeding in fresh-water fish larvae. In FONTAINE M., ed., Nutrition des Poissons, CNRS, Paris, pp. 355-376.
- STROBAND H.W.J., KROON A.G., 1982. The development of the stomach in *Clarias lazera* and the intestinal absorption of protein macromolecules. *Cell. Tissue Res.*, 215, 397-415.
- SZCZERBOWSKI J., 1977. Effectiveness of stocking lakes with lake whitefish. *Rocz. Nauk Roln.*, Ser. H. 98 (2) : 117-133.
- TAKAHASHI K., HATTA N., SUGAWARA Y., SATO R., 1978. Organogenesis and functional relation of alimentary tract and kidney of chum salmon. *Tohoku J. Agric. Res.*, 29, 98-103.
- VOLKOVA L.A., 1973. The effect of light intensity on the availability of food organisms to some Lake Baikal fishes. *J. Ichthyol.*, 13, 709-722.
- VOLKOVA L.A., 1976. The role of the shoal in the formation of defence reflexes in

- juvenile *Coregonus autumnalis migratorius* from Lake Baikal. *J. Ichthyol.*, 16, 540-545.
- VUT T., 1983. Etude histoenzymologique des activités protéasiques dans le tube digestif des larves et des adultes de bar, *Dicentrarchus labrax* (L.). *Aquaculture*, 32, 57-69.
- WILKONSKA H., ZUROMSKA H., 1982. Effects of environmental factors and egg quality on egg mortality in *Coregonus albula* (L.) and *Coregonus lavaretus* (L.). *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 29, 123-157.
- ZUROMSKA H., 1982. Egg mortality and its causes in *Coregonus albula* (L.) and *Coregonus lavaretus* (L.) in two Mazurian lakes. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 29, 29-69.
-