

INCORPORATION DE PROTÉINES VÉGÉTALES DANS UN ALIMENT COMPOSÉ POUR CREVETTES *MACROBRACHIUM ROSENBERGII*

AQUACOP

(Équipe d'Aquaculture de Centre Océanologique du Pacifique)

Centre Océanologique du Pacifique, Vairao, Tahiti (Polynésie Française)

(Reçu le 15 septembre, 1975)

ABSTRACT

AQUACOP, 1976. Incorporation of vegetable proteins into a diet for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 8: 71–80 (in French).

In order to know more about nutritional acceptance of a freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* and to obtain additional information on the feedstuffs which can be used in a prawn diet, several growth tests were carried out.

Three sets of experimental tanks were used. Diets were combined so as to introduce either copra meal or acacia meal, plus troca meal. The major ingredients are tropical products, and were easy to collect in large quantities. The protein level was maintained at about 30%.

In the first experiment, it was found that a 40% copra meal diet resulted in a fair rate of growth. A higher level of copra meal brought about similar growth levels and a survival rate which was not significantly lower (analysis of variance). This result was checked and confirmed in a 400-m² pond.

In a second experiment, a diet composed of 40% acacia meal was tested on *M. rosenbergii* to find out whether the level of mimosine was toxic or not to the metabolism of this prawn, and to investigate the potentialities of this source of protein for the growth of *M. rosenbergii*. Two other typical herbivorous diets were used for comparison. No pathogenic signs were noticed. The survival rate was equivalent and an analysis of variance showed significant differences between the three diets: the 43.1.1.0. was the more efficient diet.

The introduction of acacia meal into a *Macrobrachium* diet seemed quite beneficial from several points of view (Ca/P ratio, protein quality and pigmentation of the animal).

(1) Regarding the mineral requirements of this species, it is pointed out that among the six diets tested the best growth rate was obtained with a Ca/P ratio above 1 in the diet. This underlines the importance of the mineral mixture.

(2) Amino acid composition of the diet has to be as similar as possible to the shrimp muscle; the level of methionine is particularly important to the animal, and more essential than lysine which could be a limiting factor in the formulae without affecting the growth.

(3) *Leucaena* meal contains a level of mimosine which is fairly normal and non-toxic for the freshwater prawn. In addition, the growth is very acceptable though a supplementation with troca meal seems quite suitable. Leaf protein contains a large quantity of β -carotene, which seems to bear some relation to the good pigmentation of the prawns after the feeding trial.

An analysis of variance shows a significantly higher growth rate ($\alpha < 5\%$) with the 40% acacia diet. This result has been confirmed in a larger-scale experiment. A 500-m² tank filled with 10 000 postlarvae has produced 130 kg in 7 months. Due to this result, the

authors conclude that two tropical products are beneficial in the feeding of the freshwater prawn *M. rosenbergii*: copra meal, which is already in widespread use in animal nutrition, and a new one, acacia leaves, which has not yet been used in the feeding of aquatic animals.

Some other growth tests must be carried out in order to determine the influence of Ca/P ratio on the diet of *M. rosenbergii*, and the range of acceptance and the optimum level of acacia meal in the diet for enhancement of growth. Other combinations with acacia meal are to be tested.

RESUME

AQUACOP, 1976. Incorporation de protéines végétales dans un aliment composé pour crevettes *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 8: 71–80.

Plusieurs aliments composés ont été testés sur *M. rosenbergii*; ces aliments comportent en majeure partie des protéines d'origine végétale.

Les expériences de grossissement sont réalisées pendant 3 à 4 mois. Le tourteau de coprah apparaît tout à fait adéquat pour la croissance de *M. rosenbergii*. Et le niveau de tourteau de coprah peut atteindre 40% (régime 25.1.1.0) à 60% sans affecter en rien la croissance des animaux.

Une autre source de protéines, les feuilles d'acacia *Leucaena leucocephala* semble fournir assez de composants nutritifs pour les post-larves. Une croissance convenable est observée avec 40% de farine d'acacia dans l'aliment.

Les résultats expérimentaux ont été confirmés à une plus grande échelle; dans des mares de 500 m², quelques 100 kg de crevettes d'eau douce ont été récoltés en utilisant les aliments 25.1.1.0 et 43.1.1.0.

Les besoins nutritionnels de *M. rosenbergii* sont assez importants en ce qui concerne la méthionine tandis que la lysine ne représente pas un facteur limitant, en première approximation, à la croissance de cette espèce. Parmi les six aliments testés dans cette étude, la meilleure performance de croissance est obtenue avec un rapport Ca/P supérieur à 1; ceci reflète l'importance du mélange minéral dans l'aliment.

Enfin, la farine de feuilles de *Leucaena* contient une grande quantité de β -carotène qui serait responsable de la bonne pigmentation des crevettes en fin d'élevage.

INTRODUCTION

Des essais sont menés depuis 1973 par le Territoire de la Polynésie Française et le Centre National pour l'Exploitation des Océans concernant les possibilités d'élevage de la crevette géante d'eau douce, originaire de Malaisie, *Macrobrachium rosenbergii*.

La faisabilité économique de tout élevage repose, en grande partie, sur la disponibilité d'aliments composés à des prix peu élevés et stables. Pour tenter de s'affranchir le plus possible des importations toujours onéreuses d'ingrédients ou de produits finis, un certain nombre de tests ont été faits au Centre Océanologique du Pacifique pour mettre au point des aliments composés réalisés en majeure partie à l'aide de produits ou sous-produits locaux.

Les besoins alimentaires de cette crevette ont déjà été abordés, en bassins, aux Iles Hawaii, par Fujimura (1966) qui obtient de bonnes croissances avec un régime à base d'aliment complet pour poulets et de la chair de *Tilapia*. En laboratoire, Balazs (1973) étudie différents taux et sources de protéines,

Wickins et Beard (1974) utilisent de la chair de moule fraîche pour obtenir une courbe de référence.

Les sous-produits des élevages terrestres et des activités de pêche représentent actuellement en Polynésie un très faible volume aussi les travaux ont porté en priorité sur la possibilité d'utilisation des protéines d'origine végétale: tourteaux de coprah (sous-produits de l'huilerie) et farine de feuilles de *Leucaena leucophala*, légumineuse arbustive commune des îles de l'archipel et du Pacifique Sud en général (J.B. Glude, communication personnelle, 1973). Les protéines issues de farine de feuilles ou d'herbe ont été en effet signalées par Pirie (1974) pour avoir une valeur alimentaire comparable à celle des farines de céréales ou de poissons en nutrition animale.

Ce texte présente les résultats de croissance obtenus, d'une part en laboratoire sur des post-larves de *M. rosenbergii* nourries exclusivement sur aliments composés secs et, d'autre part en bassins d'élevage où les effets de la productivité naturelle se surajoutent à ceux de l'aliment.

MÉTHODES

En laboratoire: les bacs d'expérience en plastique sont rectangulaires (53 X 48 X 43 cm). Un double fond occupe les deux-tiers de la surface (Fig. 1); recouvert de sable et équipé d'un "air lift", il permet de recycler en permanence les 140 l d'eau de chaque bac. Le tiers restant, facilement nettoyable, est utilisé pour distribuer les aliments; chaque jour un apport de 10 l d'eau fraîche est effectué.

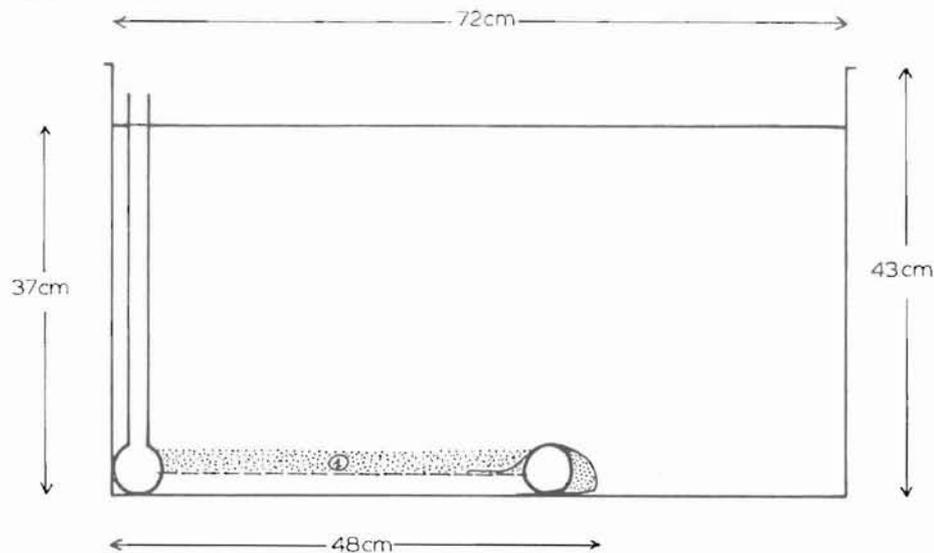


Fig. 1. Coupe d'un bac Allibert de 140 l pour études de grossissement à l'aide d'aliments composés de *M. rosenbergii*. Largeur = 53 cm; ⊙: zone de sédiment (sable corallien).
(Cross section of 140-l tank used for the *M. rosenbergii* fed on various diets. Width = 53 cm; ⊙: coral sand area.)

La température de l'eau à 23°C en début d'expérience atteint 25°C pendant le dernier mois; le pH est resté voisin de 7,8.

Cinquante animaux issus d'un même élevage larvaire sont placés dans chaque bac, soit une densité de 125/m². Ils sont répartis à l'aide d'une table des nombres au hasard et les aliments sont eux-mêmes tirés au sort entre les bacs. Tous les animaux sont pesés et dénombrés chaque mois. Deux séries d'expériences ont été faites, chacune met en oeuvre neuf bacs pour trois aliments différents (Tableau I et II).

Les niveaux de protéines varient entre 21 et 31%. Les mélanges de protéines sont réalisés de façon à ce que la composition en acides aminés soit la plus voisine possible de celle du muscle de crevette. Pour cela le 43.1.1.0 et le 55.1.1.0. sont supplémentés en méthionine de synthèse.

Les aliments sous forme de granulés de 1,5 mm de diamètre et 0,5 cm de long coulent au fond du bac très rapidement et leur stabilité dans l'eau est d'environ 2 h. Les quantités sont ajustées au départ en fonction de la biomasse du bac (10% environ) et la distribution a lieu deux fois par jour.

TABLEAU I

Formules alimentaires utilisées pour la croissance de post-larves de *M. rosenbergii*. Composition en acides aminés et rapport Ca/P (Diets used for growth trials on *M. rosenbergii* post larvae. Amino acid composition and Ca/P ratio)

	25.1.1.0.	26.1.1.0.	27.1.1.0.	Chair de crevettes (Shrimp muscle)
Poisson local (Local fish meal)	29%	19%	9%	
Tourteau coprah (Copra meal)	40%	50%	60%	
Sang en poudre (Blood meal)	5%	5%	5%	
Lait en poudre (Powdered milk)	5%	5%	5%	
Drêches de brasserie (Brewers' dried grains)	2%	2%	2%	
Manioc (Cassava)	8%	8%	8%	
Huile de lin (Linseed oil)	3%	3%	3%	
Huile de foie de morue (Cod liver oil)	2%	2%	2%	
Mélange vitaminique* (Vitamin mix)	2%	2%	2%	
Mélange minéral** (Mineral mix)	2%	2%	2%	
Guaranate (Guar)	2%	2%	2%	
Rapport Ca/P (Ca/P ratio)	1,1	1,2	1,1	
Acides aminés (g/16g N ₂) (Amino acids)				
Méthionine	2,3	2,1	1,8	2,8
Cystine	1,2	1,3	1,4	1,1
Lysine	5,2	4,7	4,1	8,2
Protéines (N x 6,25)	26	24	21	

*Nutritional Biochemical Company, Cleveland, Ohio; Mélange enrichi en vitamines dans du dextrose (vitamin diet fortification mixture in dextrose).

**K, HPO₄ 30%; KCl 9,4%; CaHPO₄ 2H₂O 27,4%; FeCl₃ 1,4%; MnSO₄ 0,2%; CaCO₃ 16,8%; MgSO₄ 14,8%.

Les essais en vraie grandeur ont été effectués dans des bassins de 400 et 600 m² avec fond et côtés en terre. L'eau est renouvelée en permanence à partir d'un captage sur la rivière voisine. La température de l'eau en période chaude varie entre 22–31°C (enregistrement en continu) et entre 19–28°C en période froide (juin à septembre). Les densités sont de 30 animaux/m² et les ensemencements sont faits à partir de post-larves préalablement grossies en bacs de 12 m³ pendant un mois en utilisant l'aliment composé 25.1.1.0. (Tableau I).

RÉSULTATS

Bacs expérimentaux

La première expérience concerne trois aliments contenant respectivement

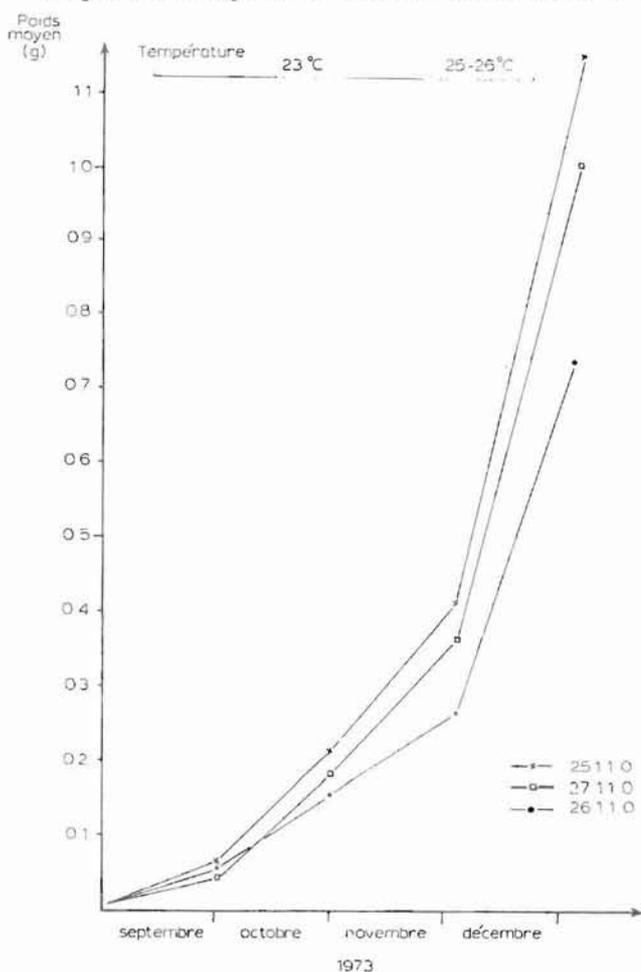


Fig. 2. Courbes de croissance obtenues après 120 jours d'élevage de *M. rosenbergii* (125 individus/m²). (Growth curves obtained from rearing *M. rosenbergii* for 120 days (125 individuals/m².)

40, 50 et 60% de tourteaux de coprah et 29, 19 et 9% de farine de poisson, les autres ingrédients étant identiques, la teneur totale en protéine varie de 26 à 21%. Après 120 jours d'élevage, un χ^2 effectué sur la survie ne montre pas d'effet significatif entre les trois aliments. La survie moyenne est de 50%. L'analyse de variance effectuée sur les poids individuels ne montre pas d'effet bac, ni d'effet traitement; le poids moyen est de 1 g environ.

La deuxième expérience concerne trois aliments, 43.1.1.0, 57.1.1.0. et 55.1.1.0., contenant respectivement 40, 17 et 7,5% de farine de *Leucaena*. Les deux derniers régimes ne contiennent que très peu de protéines d'origine animale — 4,2 et 2,9 — alors que le premier contient 15% de ces mêmes protéines. La teneur totale en protéines est du même ordre que dans la première expérience pour le 55.1.1.0. et le 57.1.1.0., 22 et 27%, plus élevée pour le 43.1.1.0., 31%. Après 80 jours, un χ^2 effectué sur la survie ne montre pas d'effet significatif entre les trois aliments. La survie moyenne est de 80%. L'analyse de variance effectuée sur les poids individuels ne met pas en évidence d'effet bac mais un effet traitement hautement significatif. Le test de Tuckey

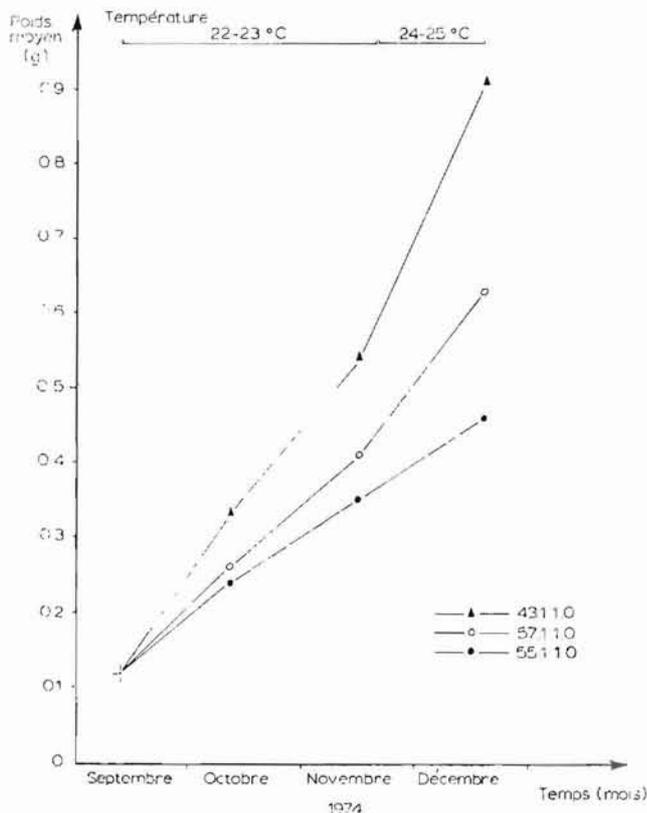


Fig. 3. Evolution du poids moyen des crevettes nourries sur aliment à base de protéines végétales durant 90 jours. (Average weight of prawns fed on a diet based on vegetable protein for 90 days.)

montre que les trois aliments donnent des résultats significativement différents entre eux. Le poids moyen est de 0,9 g pour le 43.1.1.0., de 0,62 g pour le 57.1.1.0. et de 0,45 g pour le 55.1.1.0. (Fig. 3).

Dans cette expérience, la quantité totale d'aliments distribuée s'élève à 1 260 g soit un taux de conversion de 3,6 pour le 43.1.1.0., de 5 pour le 57.1.1.0. et de 7 pour le 55.1.1.0.

La pigmentation la plus prononcée a été obtenue chez les crevettes nourries sur le 43.1.1.0.

Bassins d'essais = les résultats sont consignés dans le Tableau II ci-dessous. L'appétence est bonne; le taux de conversion est de 3; l'état des animaux est très bon; l'extrapolation fournit 2,6 t de matière vivante par ha et par an.

DISCUSSION

Les croissances en petits bacs sont à considérer surtout en valeur relative car les températures durant la première partie de chaque expérience étaient faibles en absence de chauffage.

Les aliments à base de tourteaux de coprah ont fourni une bonne croissance 1,2 g à ¹⁵P pour le 25.1.1.0. Notons qu'à 28°C alimentés sur chair de crevette, des animaux témoins ont atteint 6 g au même âge. Le niveau de tourteau de coprah ne semble pas avoir apporté une différence, ni sur la survie ni sur la croissance. Par contre, les aliments à base de farine de *Leucaena*, s'ils ont fourni une survie identique, ont donné des réponses différentes pour la croissance. Le Tableau I montre qu'ils sont déficients en lysine par rapport au muscle de crevette. Malgré cela le 43.1.1.0. donne une croissance normale voisine de celle obtenue avec les tourteaux de coprah. Les moins bonnes performances des deux autres formulations peuvent être dues:

— soit au déficit de protéines d'origine animale. En effet seul le 43.1.1.0. contient de la farine de troca qui rééquilibre le spectre des acides aminés et contient en outre des stérols qui sont indispensables à la crevette qui ne peut synthétiser elle-même le cholestérol (Kanazawa, 1973). Notons cependant que la farine de troca est absente des trois premiers aliments qui donnent de bonnes performances;

— soit au rapport Ca/P qui est nettement inférieur à 1 contre 1,9 pour le 43.1.1.0. Là encore ce rapport qui est de l'ordre de 1,1 n'a pas donné de bons résultats. Les deux aliments les plus efficaces ont un rapport Ca/P supérieur à 1, proche de 2 pour le 43.1.1.0. qui fournit les meilleures performances de croissance. Kitabayashi et al. (1971) indique même une efficacité accrue de l'aliment et un bon état physiologique de *Penaeus japonicus* en élevage avec un rapport supérieur à 2 (2,52% de Ca).

L'acacia est une légumineuse à croissance rapide (trois coupes par an à Tahiti) qui est aisément transformée en farine après séchage. Un point à éclaircir concernait la présence d'un alcaloïde, la mimosine, dans les feuilles d'acacia et son effet sur les crevettes. La présente expérience prouve l'innocuité d'une telle substance qui est peut-être acquise au cours du traitement

TABLEAU II

Resultats en mares de production (Production results)

Essai (Trial)	Bassin superficie (m ²) (Pond area)	Poids moyen de départ (g) (Mean initial weight)	Durée (mois) (Duration (months))	Récolte nombre d'individus (Number of individ- uals harvested)	Poids moyen (g) (Mean weight)	Biomasse (kg) (Biomass)
No. 1 25.1.1.0.	400	0,1	7 (11.1974— 5.1975)	10 000	12	120
No. 2 43.1.1.0.	500	0,1	7 (11.1975— 5.1975)	11 000	12	130

TABLEAU III

Formules alimentaires utilisées pour la croissance de post-larves de *M. rosenbergii*. Composition en acides aminés et rapport Ca/P (Diets used for growth trials on *M. rosenbergii* post larvae. Amino acid composition and Ca/P ratio)

	43.1.1.0.	57.1.1.0.	55.1.1.0.	Chair de crevettes (Shrimp muscle)
<i>Leucaena</i> (<i>Leucaena</i> meal)	40%	16,5%	7,5%	
Tourteaux arachide (Groundnut meal)	—	26,2%	—	
Drèches de brasserie (Brewers' dried grains)	10%	—	14,7%	
Blé entier (Wheat)	5%	35,6%	14,7%	
Tourteaux coprah (Copra meal)	3%	—	44,1%	
Poisson local (Local fish meal)	—	4,2%	2,9%	
Troca (Troca meal)	15%	—	—	
Levure de bière (Dried yeast)	5%	—	—	
Amidon maïs (Corn starch)	5%	—	—	
Manioc (Cassava)	8%	13,6%	—	
Riz blanc (Polished rice)	—	—	14,7%	
Huile de lin (Linseed oil)	3%	—	—	
Mélange vitaminique* (Vitamin mix)	1,8%	0,2%	0,2%	
Sel iodé (Iodized salt)	1,9%	3,7%	1%	
Méthionine de synthèse (Methionin)	0,3%	—	0,2%	
Guaranate (Guar)	2,0%	—	—	
Rapport Ca/P (Ca/P ratio)	1,9	0,8	0,5	
Acides aminés g/16g N _i (Amino acids)				
Méthionine	1,8	1,9	1,5	2,8
Cystine	0,4	1,2	1,4	1,1
Lysine	5,3	3,9	3,5	8,2
Protéines (N × 6,25)	31	27	22	

*Acide ascorbique: 55,5%, vitamine D₃: 16,7%, vitamine E: 27,8%.

et de la réduction en farine des feuilles. Une analyse chimique a montré que la poudre de *Leucaena* préparée à Tahiti contenait 2,15% de mimosine. Ce qui serait un niveau tout à fait normal pour cette plante (K. Jewers, communication personnelle, 1975). La coloration en fin d'expérience des animaux sur 43.1.1.0., probablement due au β -carotène de la farine d'acacia, est intéressante à souligner. En effet les crevettes nourries uniquement sur aliment composé présentent souvent des teintes pâles peu propices à une bonne commercialisation (Deshimaru et Shigueno, 1972).

En bassins, l'efficacité du 43.1.1.0. et du 25.1.1.0. semblent comparables; les déficiences que peuvent montrer ces aliments étaient compensées par l'apport nutritif que les animaux trouvent dans la productivité naturelle de la mare. Les résultats, plus de 2 t/ha, sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus par Fujimura (1966) avec de l'aliment pour poulet et du *Tilapia* broyé.

CONCLUSIONS

En milieu tropical, certaines sources de protéines d'origine végétale peuvent donner des résultats intéressants pour la croissance de *M. rosenbergii* en bacs expérimentaux et en bassins de grossissement (sujets commercialisable après 7 à 8 mois d'élevage). Des aliments composés réalisés à base de tourteaux de coprah ou de farine de feuilles d'acacia supplémentés en farine de poisson ou de troca ont permis d'appréhender quelques unes des exigences nutritionnelles de ce crustacé d'eau douce. Plusieurs hypothèses peuvent rendre compte des croissances différentes obtenues en petits bacs. Des considérations interviennent dans l'interprétation des courbes de croissance telles que le niveau protéique, la composition en acides aminés de la formule, l'apport de stérols et l'équilibre en éléments minéraux surtout Ca/P qui paraissent essentielles. D'autres essais vont être menés pour préciser les besoins minéraux en relation avec l'utilisation de protéines de feuilles de *L. leucocephala* dans l'alimentation de *M. rosenbergii*.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Docteur K. Jewers du Tropical Products Institute de Londres qui a bien voulu faire les analyses chimiques sur les feuilles de *Leucaena leucocephala*.

AQUACOP: Nutrition: G. Cuzon, D. Coatanea, J. Melard, C. De la Pomelie, J.M. Peignon;
Elevage des crustacés et poissons: J.M. Griessinger, F. Fallourd, J.P. Landret, C. Bessineton, A. Maillon;
Pathologie: J.F. Le Bitoux;
Elevage des algues: J.L. Martin, O. Millous;
Analyse chimique de l'eau: J. Calvas;
Coordination du projet: A. Michel.

BIBLIOGRAPHIE

- Balazs, G.H., Ross, E., Brooks, C.C. et Fujimura, T., 1974. Effect of protein source level on growth of the captive fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. 5th Annu. Meet. World Maricult. Soc.
- Deshimaru, O. et Shigueno, K., 1972. Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*, *Aquaculture*, 1: 115-133.
- Fujimura, T., 1966. Notes on the development of a practical mass culture technique of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii*. IPFC/C 66/WP 47, 3 pp.
- Kanazawa, A., Tanaka, N., Teshima, S.I. et Kashiwada, K.I., 1973. Nutritional requirement of prawn. III. Utilization of the dietary sterols. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 37(10): 1015-1019.
- Kitabayashi, K., Kurata, H., Shudo, K., Nakamura, K. et Ishikawa, S., 1971. Studies on formula feed for Kuruma prawn. I. On the relationship among glucosamine, phosphorous and calcium. *Bull. Tokai Pref. Fisi. Res. Lab.*, 65: 91-140.
- Pirie, N.W., 1974. Les sources de protéines pour l'alimentation de l'homme; Protéines d'herbes et de feuilles. 1er Congr. Mond. Méd. Biol. Environ., 1-5 juillet, 1974.
- Wickins, J.F. et Beard, T.W., 1974. Observations on the breeding and growth of the giant freshwater prawn *M. rosenbergii* (De Man) in the laboratory. *Aquaculture*, 3: 159-174.