

Aquaculture

VALORISATION DE L'ARTEMIA (CRUSTACEA ; BRANCHIOPODA) DE LA SALINE DE SAHLINE (SAHEL TUNISIEN)

par

BEN NACEUR H., BEN REJEB JENHANI A.

et ROMDHANE M.S.

Dans le présent travail, nous avons procédé à une caractérisation du crustacé *Artemia* de la saline de Sahline (Sahel tunisien), afin d'estimer son potentiel pour des applications en aquaculture. Les résultats obtenus montrent que la taille des nauplii est de $432.8 \pm 32.4 \mu\text{m}$. Les teneurs en acides gras de la série (n-3) : α -Linoléinique (LLA), Eicosapentaénoïque (EPA) et Docosahexaénoïque (DHA) sont respectivement de 3,9 ; 21,5 et 0,1 mg/g de poids sec ; L'efficacité d'éclosion des cystes est de 102000 nauplii/g pour les cystes normaux et de 176000 nauplii/g pour les cystes décapsulés et ceci après 72 heures.

Mots clés : valorisation, *Artemia*, crustacea, branchiopoda, saline de Sahline.

Development of *Artemia* (Crustacea; Branchiopoda) from Sahline salt marsh (Sahel of Tunisia)

Nutrition is a major problem of crustaceans and marine fish hatcheries. The nauplius of brine shrimp *Artemia* is a well-known organism used as live feed for finfish and shellfish larvae. In this work we have characterized the nutritional quality (nauplius length, lipid profile and hatching quality) of cysts collected from the Sahline salt work (central Tunisia). The nauplii lengths of this *Artemia* strain were $432.82 \pm 32.4 \mu\text{m}$. The fatty acid identification showed that Eicosapentaenoic acid (EPA) was strongly dominant representing 21.5 mg/g. A low level of α -Linolenic acid (3.9 mg/g dry weight) and absence of Docosahexaenoic (DHA) were noted. Triacylglycerols and phosphatidylcholine were $77.81 \pm 3.63\%$ and $4.91 \pm 1.99\%$ respectively. The hatching efficiency is 102,000 nauplii/g of hydrated cysts, and 176,000 nauplii/g for decapsulated cysts, which corresponded to a hatching percentage of 7.31 and 81.04 %.

Keywords: valorization, *Artemia*, Crustacea, Branchiopode, Sahline salt work.

Introduction

Les nauplii d'*Artemia* représentent un maillon trophique indispensable pour nourrir plus de 80% des alevins des poissons et des larves de crustacés. Cette importance est due à la disponibilité, à la simplicité et à la valeur nutritionnelle par rapport à d'autres aliments. Les cystes d'*Artemia* collectés au niveau du Grand Lac Salé (GSL) en Utah (USA) ont toujours répondu à la demande de l'aquaculture et ceci jusqu'à la moitié des années quatre vingt dix, au cours desquels la production des cystes a subi un déclin dû aux conditions défavorables du biotope (LAVENS & SORGELLOOS, 2000), ce qui a été à l'origine d'une instabilité au niveau de l'industrie aquacole, incitant ainsi à l'exploration et à l'exploitation de nouveaux habitats d'*Artemia* (LAVENS & SORGELLOOS, 2000). De ce fait de nouveaux sites commerciaux de cystes d'*Artemia* ont été trouvés en Argentine, au Canada, en Brésil et en Thaïlande. Dans le présent travail, nous nous sommes intéressés à la caractérisation biométrique des nauplii, à l'analyse du profil lipidique des cystes décapsulés et à la qualité d'éclosion des cystes d'*Artemia* de la saline de Sahline.

Matériel et méthodes

Zone d'étude

La saline de Sahline est un site thalassohalin, localisé au centre du Sahel au niveau du gouvernorat de Monastir (35°45'58.7"N, 10°46'58.3"E), elle a une superficie de 1 200 ha de saline et de marais ; le sol est formé d'alluvions récentes (HUGHES *et al.*, 1996). L'eau est temporaire avec un assèchement en été au niveau des marais et permanente au niveau de la saline. Les prospections réalisées au niveau du site, ces deux dernières années, ont montré que le minimum de salinité est de 45 psu et ont permis de récolter une bonne quantité de cystes d'*Artemia*. L'étude de la biomasse montre l'existence d'une population d'*Artemia* bisexuelle.

Biométrie des nauplii

La longueur moyenne des nauplii (n=100) a été mesurée à l'aide d'une loupe munie d'un micromètre gradué selon la méthode de LAVENS & SORGELLOOS (1996).

Analyse des acides gras

L'extraction des acides gras a été réalisée à partir des cystes décapsulés. La composition des acides gras a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse (ChrompackCP9001) équipée d'un autosampler et d'un TPOCI (température programmable on-column injector). La méthylation des acides gras a été réalisée par la méthode de LEPAGE & ROY (1984). Le standard utilisé est le C20 :2(n-6) FA (U-68-A) 4,78255 mg/ml. Le gaz vecteur utilisé est l'hydrogène sous une pression de 100KPa avec un mode de détection FID. La chromatographie est développée en programmation de température de 85 à 187°C. La température de l'injecteur étant de 190°C.

Valorisation d'*Artemia*

Analyse des lipides polaires et des lipides neutres

L'extraction des lipides totaux a été réalisée par la méthode de FOLCH *et al.* (1957). La composition des phospholipides et des lipides neutres a été déterminée par TLC/FID analyser (Thin Layer chromatographe/Flam Analysas Detected). Le chromas utilisé est de type CHROMAROD-SIII, for TLC-autodetector IATROSCAN 10. 3248 CHROMAROD-SIII (Silica gel powder coated). Chromarod Thin Layer Quartz Rod. L'analyse du chromas a été réalisée par un TLC/FID de type IATROSCAN MK5 équipé d'un enregistreur IATROSCORDER TC -11.

Qualité d'éclosion

L'étude de la qualité d'éclosion des cystes récoltés au niveau de la saline de Sahline a été étudiée par la détermination de l'efficacité d'éclosion (HE), le pourcentage d'éclosion (HP) et la vitesse d'éclosion afin de déterminer la synchronisation d'éclosion (HS). Les traitements appliqués sur les cystes sont la décapsulation et le traitement par le H₂O₂ à 5 % de concentration (LAVENS & SORGELOOS, 1996). La mise en éclosion des cystes a été effectuée dans l'eau de mer d'une salinité de 32 psu et à une température de 28°C sous une aération et une illumination de 2000lux (LAVENS & SORGELOOS, 1996).

Résultats

Biométrie des nauplii

La longueur moyenne des nauplii stade I est de $432,82 \pm 32,4$ μm . La figure 1 présente la fréquence de la longueur des nauplii de la saline de Sahline.

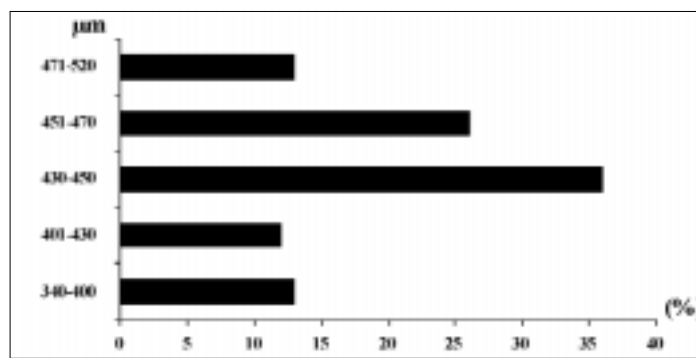


Figure 1

Fréquence de la taille des nauplii.
Size frequency of *Artemia nauplii*.

Bulletin de la Société zoologique de France 133 (1-3)

Tableau 1

Quantité des acides gras.

Qualitative and quantitative fatty acid profile in Artemia cysts.

	Surface %	mg/g de poids sec		Surface %	mg/g de poids sec
14:0	2,5	3,5	18:4(n-3)	1,2	1,7
14:1(n-5)	0,9	1,3	20:0	0,2	0,3
15:0	0,5	0,7	20:1(n-9)	0,2	0,3
15:1(n-5)	0,6	0,9	20:1(n-7)	0,1	0,2
16:0	15,1	21,4	20:3(n-6)	0,1	0,1
16:1(n-7)	19,1	27,0	20:4(n-6)	1,2	1,7
17:0	0,6	0,9	20:3(n-3)	0,0	0,0
17:1(n-7)	1,1	1,6	20:4(n-3)	0,3	0,4
18:0	4,3	6,1	22:0	0,0	0,0
18:1(n-9)	12,6	17,8	20:5(n-3)	14,7	20,8
18:1(n-7)	11,8	16,7	22 :6(n-3)	0,1	0,1
18:2(n-6)-c	3,1	4,4	Somme (n-3)	15,2	21,5
18:3(n-6)	0,7	1,0	Somme (n-6)	5,3	7,4
19:1(n-9)	0,2	0,2	Totales	-	141,2
18:3(n-3)	2,8	3,9	L. totaux	17,56	-

Analyse des acides gras

La teneur et la masse des acides gras (en % et en mg/g de poids sec) des cystes décapsulés sont représentées dans le tableau 1.

Analyse des lipides polaires et des lipides neutres

Le taux des lipides neutres est de 88,97 %, alors que celui des phospholipides est de 11,03 %. Le tableau 2 présente les taux des différentes catégories lipidiques.

Tableau 2

Taux des lipides neutres et des phospholipides (%).

Neutral lipids and phospholipid levels in Artemia cysts (%).

Lipides Neutre (LN)		Phospholipides (PL)	
Cholestérol	1.38 ± 0.37	PE+PA	2.67 ± 1.18
Triacylglycérols	77.81 ± 3.63	Phosphatidylcholine	4.91 ± 1.99
Acides gras libres	4.17 ± 4.2	Sphingomyéline	0.83 ± 0.29
Diacylglycérols	3.12 ± 3	Lyso Phosphatidylcholine	1.18 ± 0.69
L N non identifiés	1.1 ± 0.22	P L non identifié	1.44 ± 0.41
L N totaux	88.97	Phospholipides totaux	11.03

Valorisation d'*Artemia*

Tableau 3
Étude de la qualité d'éclosion
Hatching characteristics of the Artemia cysts.

Efficacité d'éclosion (nauplii/g de cystes secs)			
	Cystes normaux	Cystes décapsulés	Cystes traités au H ₂ O ₂
24 (h)	15500 ± 9547	43250 ± 13310	28500 ± 14726
48 (h)	81750 ± 13242	162500 ± 39363	88500 ± 31528
72 (h)	102000 ± 16036	176000 ± 14813	107500 ± 22058
Taux d'éclosion (%)			
24 (h)	7,31	22,13	13,6
48 (h)	38,2	81,04	44,5
72 (h)	50,1	83,75	56,9
Étude de la vitesse d'éclosion (heures)			
T ₀	16,5	12	17
T ₁₀	20,5	16,5	19
T ₅₀	30	34,5	27,5
T ₉₀	37,5	46,5	36,5
T _s	17	30	17,5

Qualité d'éclosion

Les résultats de la qualité d'éclosion obtenus pour la souche de Sahline montrent que le taux d'éclosion varie entre 7,31% pour les cystes normaux et 83,1% pour les cystes décapsulés. Le temps de synchronisation (T_s) pour les cystes non traité, décapsulés et traité par le H₂O₂ sont respectivement de 17, 30 et 17,5 heures (tableau 3). La figure 2, montre la vitesse d'éclosion.

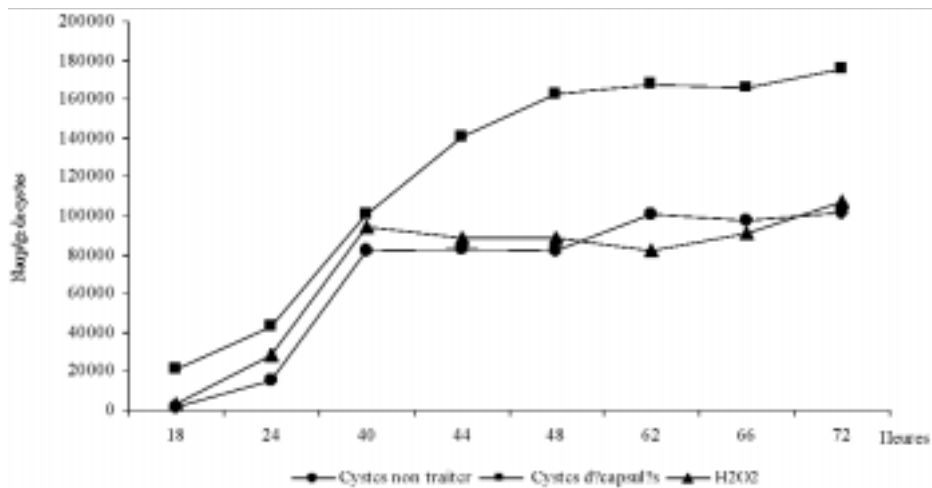


Figure 2
Évolution de l'efficacité d'éclosion dans le temps.
Hatchint rate of the Artemia cysts.

Discussion

L'utilisation des nauplii d'*Artemia* est centrée particulièrement sur leurs emplois en tant qu'aliment pour les larves de poissons et de crustacés. Toutefois, la taille des nauplii représente un facteur limitant lorsqu'on utilise ces derniers comme proies pour plusieurs espèces marine (SORGELLOOS *et al.*, 1986). La variation morphologique qui existe entre les différents nauplii produit par les cystes collectés au niveau des différentes zones géographiques peut être expliqué par un contrôle génétique (VAN-HAECKE & SORGELLOOS, 1980). En méditerranée, la taille des nauplii la plus grande est celle de l'*Artemia* parthénogénétique de Margherita di Savoia en Italie (517 μm) (SORGELLOOS *et al.*, 1983). La comparaison de la taille des nauplii produits par les cystes collectés au niveau de la saline de Sahline (432,8 μm) avec d'autres souches de la méditerranée telles que celles de Chott Marouane en Algérie (428,7 μm) (KARA *et al.*, 2004), de Sfax en Tunisie (422,2 μm) (VAN BALLAER *et al.*, 1987) ainsi que celles de San Francisco Bay (SFB) et de Great Salt Lake (GSL) qui représentent les souches les plus utilisées en aquaculture (428 μm et 489 μm , respectivement) (SORGELLOOS *et al.*, 1986), laisse présumer que les nauplii de la souche de Sahline présente une taille appropriée pour leur utilisation en larviculture.

Les lipides sont considérés parmi les principaux constituants biochimiques de la matière vivante. Les expériences faites avec des *Artemia* de différents sites géographiques ont révélé des différences de la valeur nutritionnelle entre les différentes populations (JOHNS *et al.*, 1981 ; LEGER *et al.*, 1986 ; NAVARRO *et al.*, 1992).

L'analyse de la teneur des différents acides gras au niveau des cystes d'*Artemia* reste toujours un bon indicateur de la valeur nutritive d'un échantillon d'*Artemia* utilisé pour l'aquaculture (NAVARRO, 1990). D'après WATANABE *et al.*, (1978, 1980), l'*Artemia* peut être classé en deux types : *Artemia* riche en C18 :3(n-3) conseillé pour l'élevage des organismes d'eau douce et l'*Artemia* riche en C20 :5(n-3) conseillé pour l'élevage des organismes d'eau de mer. En se basant sur ce critère, nous pouvons suggérer que l'*Artemia* de la saline de sahline est de type marin (2,8 et 14,7%). La comparaison du taux de ces deux acides gras avec d'autres souches d'*Artemia* de la méditerranée tel que celles de Chott Marouane en Algérie (22,45 et 1,56 %) (KARA *et al.*, 2004), de la Hermanos en Espagne (2,56 et 7,69 %) (NAVARRO *et al.*, 1992) ainsi qu'avec les souches commerciales de GSL (29,1 et 3,6 %) et de SFB (33,6 et 13,8 %) (LEGER *et al.*, 1986) montre que le taux de l'acide eicosapentaénoïque (C20:5n-3) au niveau des cystes de la saline de Sahline dépasse de loin celui de des deux populations méditerranéennes et de GSL mais presque équivalent à ce lui de SFB. Il faut noter aussi que la présence de l'acide Docosahexaénoïque (C 22:6n-3) au niveau des cystes de la population de Sahline sous forme de trace n'est pas surprenante, puisque l'*Artemia* est naturellement déficient de cet acide gras (LEGER *et al.*, 1986). STEPHANE & LAMOUR (1981), ont montré qu'au début du stade larvaire (avant l'ouverture de la bouche) le taux des lipides neutres diminue à cause du catabolisme des réserves lipidiques, alors que celui des phospholipides augmente pour cause de l'élaboration des membranes de la larve à ce stade. Dans le cas de la souche de sahline le taux des lipides neutres est de 88,97 %. L'apport des phospholipides par la voie alimentaire est primordial pour le développement des poissons, alors que ce nutriment n'est pas essentiel chez

Valorisation d'*Artemia*

les poissons juvéniles, puisque ces derniers étant plus âgés et arrivent à le synthétiser. D'autre part, EL CAFSI (2000), a montré que le taux de la Phosphatidylcholine est plus élevé chez les alevins du *Mugil cephalus* acclimatés à l'eau douce (0,5 ‰) que celui des alevins acclimatés à l'eau de mer. Dans le cas de la population de Sahline le taux des phospholipides est de 11,03 % alors que celui de la phosphatidylcholine est de 4,91 %.

L'appréciation de la qualité d'une souche donnée d'*Artemia* se fait par ailleurs par l'évaluation des paramètres d'éclosion qui sont présentés par le taux et l'efficacité d'éclosion (SORGELLOOS *et al.*, 1986). Dans notre cas la décapsulation a permis d'améliorer la qualité d'éclosion de 43,5% avec une efficacité d'éclosion de 162 500 nauplii/g de cystes et ceci après quarante huit heures d'incubation contre 81 750 nauplii/g de cystes non traité. Toutefois, ce résultat reste cependant faible par rapport à celui de la souche commerciale du GSL et de SFB qui présentent respectivement une efficacité d'éclosion de 106 000 et 267 200 nauplii/g pour les cystes normaux (SORGELLOOS *et al.*, 1986). Le temps T_s représente la synchronisation du temps d'éclosion des cystes, plus T_s est grand plus synchronisation d'éclosion des cystes est faible. Dans le cas des cystes récoltés au niveau de la saline de Sahline on remarque que ce taux varie d'une façon considérable entre les cystes normaux, traité au H_2O_2 et décapsulés. Ce taux est égale à 17 heures pour les cystes non traités, 17,5 heures pour les cystes traités au H_2O_2 et 30 heures pour les cystes décapsulés. De ce fait, on peut suggérer que le temps de synchronisation des cystes de Sahline est relativement long, mais reste à la limite de l'intervalle (4,4-17,3 heures) rapportée par SORGELLOOS *et al.* (1986) pour les cystes non traités.

Conclusion

Les nauplii produits par les cystes d'*Artemia* produits au niveau de la saline de Sahline peuvent représenter une excellente source nutritionnelle pour le stade larvaire des poissons et des crustacés. En effet, la taille des nauplii, le profil d'acides gras (qui a classé notre population dans la catégorie des *Artemia* marins), le taux des lipides neutres et polaires et la qualité d'éclosion des cystes décapsulés, nous permettent de confirmer la bonne qualité nutritionnelle de cette souche.

UR : Écosystèmes et ressources Aquatiques,
Institut National Agronomique de Tunisie,
43, avenue Charles Nicolle, 1082 Tunis Mahrajène, Tunisie.
E-mail : hachem_b_naceur@yahoo.fr

RÉFÉRENCES

- EL CAFSI, M. (2000).- *Effets de la basse salinité du milieu sur le métabolisme lipidique du Muge*. Thèse de doctorat d'état. Faculté des sciences de Tunis, 177 p.
- FOLCH, J. LEES, N. & SLOANE-STANLEY, G.H. (1957).- A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **266**, 497-509.

Bulletin de la Société zoologique de France 133 (1-3)

- HUGHES, M.R., AYECH, J., HOLLIS, G.E., MAMOURI, F., AVIS, C., GIANANTE, C & THOMPSON, J. (1996).- *Inventaire préliminaire des zones humides tunisiennes*, 532 p.
- JOHNS, D.M., BERRY, W.J. & WALTON, W. (1981).- International study on *Artemia*. XVI. Survival, growth and reproductive potential of the mysid *Mysidopsis bahia* fed various geographical strains of the brine shrimp *Artemia*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **53** (2-3), 209-219.
- KARA, M.H., BENGRAINE, K.A., DERBAL, F., CHAOUI, L. & AMAROUAYACHE, M. (2004).- Quality evaluation of a new *Artemia* from chott Marouane (Northeast Algeria). *Aquaculture*, **235**, 361-369.
- LAVENS, P. & SORGeloos, P. (1996).- Manual on the production and use of live food for the aquaculture. *FAO Fishery Technical Paper*, **361**, 295 p.
- LAVENS, P. & SORGeloos, P. (2000).- The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, **181** (3-4), 397-403.
- LEGER, P.H., BENGTON, D.A., SIMPSON, K.L. & SORGeloos, P. (1986).- The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **24**, 521-623.
- LEPAGE, G. & ROY, C.C. (1984).- Improved recovery of fatty acid through direct trans esterification without prior extraction or purification. *J. Lip. Res.*, **25**, 1391-1396.
- NAVARRO, J.C. (1990).- *Caracterización de las cepas españolas de Artemia desde el punto de vista de su valor nutritivo y de sus fenotipos electroforéticos. Implicaciones prácticas en Acuicultura*. Ph. D. thesis, Universidad de Valencia, 350 p.
- NAVARRO, J.C., AMAT, F. & SARGENT, J.R. (1992).- Fatty acid composition of coastal and inland *Artemia* sp. Population from Spain. *Aquaculture*, **102**, 219-230.
- SORGeloos, P., BOSSUYT, E., LAVENS, P., LÉGER, P., VANHAECKE, P. & VERSICHELE, D. (1983).- The use of the brine shrimp *Artemia* in crustacean hatcheries and nurseries. In Mc Vey, A. (Ed.), *Mariculture*. CRC Handbook in Marine Science, Vol. 1, 71-96.
- SORGeloos, P., LAVENS, P., LEGER, Ph., TACKAERT, W. & VERSICHELE, D. (1986).- *Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture*. *Artemia* reference Center, State Ghent University, Belgium, 319 p.
- STEPHAN, G & LAMOUR, F. (1981).- Rapport technique du laboratoire de chimie du CNEVA. Analyses des lipides de rotifères et de larves de loup. In Hamza, N., Effet de la qualité de l'aliment (nature et composition lipidique) sur l'état nutritionnel des larves de bars (*Dicentrarchus labrax*). Mémoire de l'Institut Supérieur des Productions Animales, 61 p.
- VAN BALLAER, E., VERSICHELE, D., VANHAECKE, P., LÉGER, P., BEN ABDELKADER, N., TURKI, S. & SORGeloos, P. (1987).- Characterization of *Artemia* from different localities in Tunisia with regard to their use in local aquaculture. In Sorgeloos, P., Bengtson, D.A., Decler, W. & Jaspers, E. (eds). *Artemia* research and its applications. Vol. 1. Morphology, Genetics, Strain Characterisation, Toxicology, Universa Press, Wetteren, Belgium, 380 p.
- VANHAECKE, P. & SORGeloos, P. (1980).- The biometrics of *Artemia* strains from different geographical origin. International study on *Artemia* IV. In Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O. & Jaspers, E. (eds). *The brine shrimp Artemia*. Vol. 3, Ecology, culturing, use in aquaculture. Universa press, wetteren, Belgium, 393-405.
- WATANABE, T., OOWA, F., KITAJIMA, C & FUJITA, S. (1978).- Nutritional quality of brine shrimp, *Artemia salina*, as a living feed from the view point of essential fatty acids for fish. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **44** (10), 1115-1121.
- WATANABE, T., OOWA, F., KITAJIMA, C & FUJITA, S. (1980).- Relationship between dietary value of brine shrimp *Artemia salina* and their content of w 3 highly unsaturated fatty acids. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **46**, 35-41.