

Qualité et biomasse exploitable d'*Artemia Salina* (Crustacé, Anostracé) du Chott Marouane (Nord-Est, Algérie)

Mounia Amarouyache et Mouhamed Hichem Kara

Laboratoire Bioressources Marines, Département de Biologie,
Université Badji Mokhtar, BP 12, Annaba 23000, Algérie.

Accepté le 13/12/2009

ملخص

كُرِّست هذه الدراسة لأرتيميا سالينا (لينبوس 1758) لشط مروان، الواقع في ولاية الوادي. عرفت الأنواع على أساس معايير شكلية. تسعة مقاييس بيومترية جديدة استخدمت لتحديد الخصائص البيولوجية لبالغي هذه السلالة، من بينها متوسط الحجم الذي هو 6 ملم عند الذكور، وبين 5.5 ملم و 7.5 ملم عند الإناث، بدلالة فترة أخذ العينات. بلغ القطر المتوسط للكيسات المائية 236 ميكرومتر ومتوسط طول الـ 428 nauplii ميكرومتر لكل 2.35 ملغ وزن جاف. اختبرت نوعية التفقيس على عينات مأخوذة في فترات مختلفة، حيث أعطت العينة المأخوذة في ماي 2000 أفضل النتائج، مع نسبة 69 % من الفقس، وكفاءة تقدر بـ 179680 nauplii / غ من الأكياس المحتضنة وعائد يقدر بـ 0.44 غرام من nauplii. قدرت الكتلة الحيوية الجافة للأكياس المنتجة بـ 7.6 طن من الوزن الجاف بعائد 0.21 كغم/هكتار. بين تحديد وتقدير الأحماض الدهنية أن السلسلة ن-3 هي المهيمنة، لأنها تمثل بين 21.71 و 25.21 % من مجموع الأحماض الدهنية التي تم تحليلها. ومع ذلك، لوحظ كميات صغيرة من EPA (1.25 %) والغياب التام لـ DHA.

الكلمات المفتاحية: أرتيميا؛ الكتلة الحيوية؛ تربية الأحياء المائية؛ شط؛ مروان.

Résumé

Cette étude est consacrée à *Artemia salina* (Linnaeus 1758) du Chott Marouane, situé dans la Wilaya d'El-Oued. L'espèce est identifiée sur la base de critères morphologiques. Neuf paramètres biométriques ont permis de caractériser les adultes de cette souche dont la taille moyenne est de 6 mm chez les mâles et entre 5,5 mm et 7,5 mm chez les femelles, en fonction de la période d'échantillonnage. Le diamètre moyen des cystes hydratés est de 236 µm et la longueur moyenne des nauplii est de 428 µm pour un poids sec de 2,35 µg. La qualité de l'éclosion est testée sur des échantillons prélevés à différentes périodes. L'échantillon prélevé en mai 2000 a donné les meilleurs résultats, avec un pourcentage d'éclosion de 69 %, une efficacité de 179680 nauplii/g de cystes incubés et un rendement de 0,44 g de nauplii. La biomasse sèche de cystes produits est estimée à 7,6 tonnes en poids sec et correspond à un rendement de 0,21 kg/ha. L'identification et la quantification des acides gras montre que ceux de la série n-3 sont dominants, puisqu'ils représentent entre 21,71 et 25,21 % des acides gras totaux analysés. Cependant, nous notons les faibles quantités d'EPA (1,25 %) et l'absence totale de DHA.

Mots clés : *Artemia*; biomasse; aquaculture; Chott; Marouane; Nord-est algérien.

Abstract

This study concerns *Artemia salina* (Linnaeus 1758) from Chott Marouane, situated in the Wilaya of El-Oued. This species is identified using morphologic criteria's. Nine biometric parameters have allowed to characterize adults of this strain whose mean size is 6mm for males and varies between 5.5 and 7.5 mm for females, depending on harvesting period. Mean hydrated cysts diameter is 236 µm and mean nauplius length is 428 µm with a dry weight of 2.35 µg. The hatching quality of cysts is tested on samples harvested at different periods. The sample of May 2000 brought the best results, with a hatching percentage of 69 %, an efficiency of 179680 nauplius/g and a yield of 0.44 g. Dry biomass of cysts produced by the Chott Marouane is estimated at 7.6 tons and corresponds to a yield of 0.21 kg/ha. The fatty acids identification shows that the n -3 serial is strongly dominant since it represents 21.71 % to 25.21 % of the total fatty acids analysed. However, it is noted a low level of EPA (1.25 %) and a total absence of DHA .

Key words: *Artemia*; biomass; aquaculture; Chott; Marouane; North-eastern of Algeria.

Auteur correspondant: m.derbal@yahoo.fr (Mounia Amarouyache)

1. INTRODUCTION

Artemia (Leach 1819) est un crustacé anostracé qui vit exclusivement dans les milieux hyperhalins, distribués sur les 5 continents [1]. Le genre est organisé en espèces bisexuelles et parthénogénétiques [2]. Le premier groupe compte 6 espèces réparties entre le Nouveau et le Vieux Monde alors que le second compte plusieurs espèces vivant dans le Vieux Monde [3]. Trois espèces fréquentent la région méditerranéenne *A. parthenogenetica*, *A. salina* [4] et l'espèce *A. franciscana*, originaire du continent américain, qui a récemment envahi l'Espagne, le Maroc, la France [5], l'Italie [6] et probablement la Tunisie [7].

En aquaculture, les nauplii d'*Artemia* représentent 85 % des proies vivantes utilisées en routine dans les écloséries [8]. Ils sont disponibles sous forme de cystes, récoltés sur les berges des milieux hyperhalins. Leur taille de 400-500 µm convient parfaitement à la petite bouche des larves de poissons marins, et leur qualité nutritionnelle adéquate a été prouvée. Ils sont riches en acides gras essentiels à la croissance et à la survie des larves des espèces marines [8]. Les nauplii d'*Artemia* sont obtenus par l'éclosion des cystes, dont la qualité biométrique et nutritionnelle varie d'une souche à l'autre. Chaque année, 2000 tonnes environ de ce produit sont commercialisées dans le monde, à raison de 200 à 500 €/Kg et dont l'essentiel de la production provient du Grand Lac Salé des États Unis d'Amérique [9]. La pénurie de cystes enregistrée durant ces dernières années, en raison de conditions environnementales défavorables, est en faveur de la multiplication des recherches sur de nouveaux sites et de nouveaux produits [10]. Dans le monde, *Artemia* a fait l'objet de nombreuses investigations dont l'aspect écologique est le moins abordé [11]. En Algérie, 11 populations d'*Artemia* ont été inventoriés [12-14], dont 3 ont fait l'objet d'études qualitatives

et quantitatives, celle de la Sebkha d'Arzew [15], du Chott Marouane [16,17] et de la Sebkha Ez-Zemoul [18,19].

Dans ce travail, les premières données sur *Artemia* du Chott Marouane sont présentées. Elles concernent, la morphologie des adultes, la qualité de l'éclosion, la composition en acides gras des nauplii fraîchement éclos et la biomasse naturelle des cystes.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1 Milieu d'étude

Le Chott Marouane est situé dans l'Est algérien (34°03'N-06°20'E), à une quinzaine de kilomètres de la ville de Meghairs (Wilaya d'El-Oued) (Fig. 1). Sa superficie est de 350 km² et sa profondeur moyenne de 9 m. Il est géré par l'ENASEL (Entreprise Nationale du Sel) qui l'exploite partiellement sur une longueur d'environ 2,5 km du côté Ouest. Son alimentation en eau est assurée par les apports pluviaux, les oueds (El-Mellah et El-Krouf) et la nappe phréatique. La salinité est très élevée, elle varie entre 230 et 360 psu. Les vents dominants soufflent du Nord-Est.

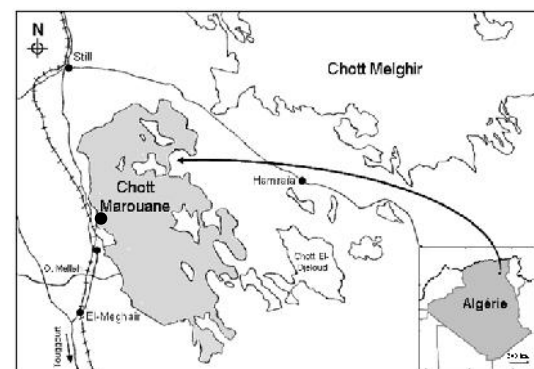


Figure 1. Milieu d'étude et localisation de la zone d'échantillonnage.

2.2 Systématique et biométrie

Les adultes d'*Artemia* ont été prélevés en février 2000 à l'aide d'un filet à

plancton de 90 µm de vide de maille. Ils ont été conservés dans du formol à 5%. L'identification de l'espèce est basée sur des critères morphologiques [20]: la forme des furcas, les lobes frontaux des antennes des mâles, de l'organe copulateur (pénis) et du sac ovigère. Le comptage des soies furcales a été réalisé.

L'étude biométrique est effectuée sur 91 individus matures et immatures (45 mâles et 46 femelles). Toutes les mesures sont prises au moyen d'un micromètre oculaire monté sur un microscope optique (10X). Les critères métriques retenus sont proposés par Amat [21]. Il s'agit de la longueur de l'abdomen, la longueur de la fourche, la longueur de l'antennule, la largeur du sac ovigère, la largeur du 3^{ème} segment abdominal, la largeur céphalique, la distance interorbitaire et le diamètre de l'œil. Tous ces paramètres sont rapportés à la longueur totale des individus par une équation de régression de type axe majeur réduit ou droite de régression de Tessier [22]. Le coefficient de corrélation est calculé pour chaque couple de longueurs. Le type d'allométrie est déterminé en comparant le coefficient d'allométrie calculé avec la valeur 1 à l'aide du test « t » de Student.

Le diamètre des cystes est mesuré après leur hydratation pendant une heure dans de l'eau de mer. L'épaisseur du chorion est estimée, en divisant par deux, la différence entre le diamètre des cystes hydratés et celui des cystes décapsulés par une solution d'hypochlorite de sodium. Les nauplii obtenus après 28 à 30 h d'incubation, sont mesurés de la tête à la fourche. Enfin, les poids secs d'un cyste et d'un nauplius sont déterminés.

2.3 Collecte et traitement des cystes

Les échantillons de cystes sont prélevés sur les berges en période sèche (mai 2000) et en période humide (février et mars 2001). Au laboratoire, ils sont nettoyés, séchés en fines couches à l'air libre à 30°C [12] et conservés sous vide dans des

tubes de 20 ml en aspirant l'air à l'aide d'une seringue. L'orifice laissé par cette dernière dans le bouchon est obstrué avec une goutte de cire.

2.4 Incubation et paramètres d'éclosion

Les performances de l'éclosion des cystes sont testées avec et sans traitement de désactivation de la diapause embryonnaire. Les cystes sont incubés dans des tubes cylindroconiques, qui sont semi-immergés en position verticale, dans un bain Marie. Les conditions standards d'incubation préconisées [12] sont: $T = 25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, $S = 35$ à 37% , $\text{pH} = 8$ à 9 , photopériode 24 h lumière (intensité lumineuse = 1000 à 2000 lux), oxygène à saturation. Le traitement de désactivation de la diapause embryonnaire, consiste à placer les cystes hydratés dans une solution de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2 à 3°) pendant 30 mn avec une aération continue, puis de les rincer à l'eau douce sur un filtre. Ainsi traités, les cystes sont incubés dans les conditions standards précitées. Les paramètres d'éclosion étudiés [12] sont :

- Pourcentage d'éclosion : nombre de nauplii produit par 100 cystes plein contenant un embryon.

- Taux d'éclosion : ce critère se réfère à la période de temps depuis l'incubation à l'éclosion. Les temps d'incubation (T_0), d'apparition des 10 % (T_{10}) et des 90 % (T_{90}) de nauplii sont considérés. Le temps de synchronisation des éclosions en est déduit ($T_s = T_{90} - T_{10}$).

- Efficacité d'éclosion est le nombre de nauplii produit par 1 g de cystes.

- Rendement d'éclosion est le poids sec de nauplii produit par 1 g de cystes. Les pourcentages d'éclosion obtenus dans les conditions standards et après traitement au peroxyde d'hydrogène ont été comparés en utilisant le test du Khi deux ($\alpha = 0,05$), calculé par le programme Minitab 13 fr.

2.5 Estimation de la biomasse naturelle des cystes

Les cystes se déposent sur les berges sous forme de bandes et se déshydratent en formant une croûte de couleur brun foncé. L'étude de leur biomasse consiste d'abord à mesurer la superficie de la bande de cystes échantillonnée. Plusieurs échantillons de cystes sont prélevés dans un quadra de 400 cm². Les cystes sont ensuite nettoyés, séchés dans une étuve à 40 °C et pesés. Le poids moyen est extrapolé à la superficie du dépôt.

Etant donné que les cystes pondus flottent et sont entraînés par les vents dominants, ils sont déposés sur la partie du lac qui en est exposée et dont la longueur est estimée géométriquement à 22,5 Km. La largeur de la bande étant estimée à 1 m, la superficie totale du dépôt est de 2,25 ha. La biomasse trouvée dans la partie étudiée est extrapolée sur les 2,25 ha de dépôt et le résultat final représente la biomasse totale de cystes produite par le Chott Marouane.

2.6 Composition des nauplii en acides gras

Les acides gras sont dosés dans 3 fractions aliquotes de 250 ml de nauplii fraîchement éclos. Ils sont extraits, en présence de BHT (Butyl-hydroxy-toluène) à 10 ppm comme antioxydant [23]. Les esters méthyliques d'acides gras (EMAG) sont obtenus par la méthode de Morrison et Smith [24]. Leur séparation et leur identification sont réalisées par un spectrophotomètre de masse (HP 5990), couplé au moyen d'une interface MSD à un chromatographe en phase gazeuse (HP 5980). L'ensemble est géré par le logiciel Chem Station (HP 5888) installé sur un micro-ordinateur 433 Elonex à 8 Mo de Ram.

3. RESULTATS

3.1 Morphologie des adultes

La population d'*Artemia* du Chott Marouane est caractérisée morphologiquement. La furca est bilobée et ne présente pas de constriction à sa base. Le nombre moyen de soies furcales est de 5,83 chez les mâles et de 2,95 chez les femelles et varie respectivement chez les 2 sexes entre 2 et 17 et 2 et 14 avec un mode égal à 2 dans les deux cas. Les lobes frontaux des antennes des mâles ont une forme subcônique. La paire de pénis est dépourvue d'épines à la base et le sac ovigère est arrondi à ses extrémités. Sur la base de ces critères, la population du Chott Marouane appartient à l'espèce *A. salina*.

3.2 Biométrie

3.2.1 Biométrie des adultes

Le tableau 1 présente les résultats de l'étude biométrique des adultes. Chez les 2 sexes, tous les caractères examinés sont corrélés significativement ($P \leq 0,001$) à la longueur totale des individus. Chez les femelles 62,5 % des paramètres mesurés croissent isométriquement par rapport à la longueur totale des individus, contre 12,5 % chez les mâles. Les paramètres restants, présentent une allométrie de croissance majorante.

Parmi les adultes prélevés en février 2000 (salinité = 233 psu), les femelles sont plus grandes que les mâles; leurs tailles moyennes respectives sont de 7,04 et 6,05 mm, alors que leurs tailles extrêmes sont comprises entre 5,83 et 9,78 mm et entre 4,63 et 7,14 mm.

3.1.2 Biométrie des cystes et des nauplii

Les cystes hydratés ont un diamètre de $236,5 \pm 13,4 \mu\text{m}$ et un poids sec de $3,3 \pm 0,3 \mu\text{m}$. L'épaisseur du chorion est estimée à $13,5 \mu\text{m}$. Les nauplii

fraîchement éclos mesurent $428,71 \pm 34,3$ μm pour un poids sec de $2,35 \pm 0,4$ μm .

Tableau 1. Corrélations (*r*), type d'allométrie (*A*) et équations de régression des différents caractères mesurés en fonction de la longueur totale chez *Artemia salina* du Chott-Merouane.

Fonction	Sexe	Equation de régression	r	t _{obs}	Type d'allométrie	Valeurs limites
Lab=f(Lt)	♀	Lab = - 0,28 + Lt	0,86	-	Isométrie	2,45 ≤ Lab ≤ 5,41
	♂	Lab = - 0,4 + 1,14 Lt	0,96	3,06	A. majorante	1,74 ≤ Lab ≤ 4
Lf=f(Lt)	♀	Lf = - 2,34 + 1,66 Lt	0,64	4,54	A. majorante	0,05 ≤ Lf ≤ 0,17
	♂	Lf = - 2,75 + 2,43 Lt	0,68	9,07	A. majorante	0,04 ≤ Lf ≤ 0,27
Lant=f(Lt)	♀	Lant = - 1,15 + Lt	0,79	-	Isométrie	0,32 ≤ Lant ≤ 0,71
	♂	Lant = - 1,77 + 2,14 Lt	0,83	7,49	A. majorante	0,23 ≤ Lant ≤ 0,97
ls.ov=f(Lt)	♀	Ls.ov = - 2,1 + 2,5 Lt	0,72	9,94	A. majorante	0,45 ≤ Ls.ov ≤ 1,87
ls.ab=f(Lt)	♀	Ls.ab = - 1,86 + 1,66 Lt	0,82	6,15	A. majorante	0,21 ≤ Ls.ab ≤ 0,54
	♂	Ls.ab = - 1,58 + 1,28 Lt	0,64	2,14	A. majorante	0,14 ≤ Ls.ab ≤ 0,32
lc=f(Lt)	♀	Lc = - 1,15 + Lt	0,71	-	Isométrie	0,32 ≤ lc ≤ 0,64
	♂	Lc = - 1,09 + Lt	0,89	-	Isométrie	0,28 ≤ lc ≤ 0,61
Dio=f(Lt)	♀	Dio = - 1,01 + 1,16 Lt	0,82	1,73	Isométrie	0,85 ≤ Dio ≤ 1,28
	♂	Dio = - 1,41 + 1,86 Lt	0,89	9,88	A. majorante	0,38 ≤ Dio ≤ 1,33
Do=f(Lt)	♀	Do = - 1,7 + 1,16 Lt	0,77	1,59	Isométrie	0,18 ≤ Do ≤ 0,24
	♂	Do = - 2,15 + 2 Lt	0,87	10,02	A. majorante	0,1 ≤ Do ≤ 0,33

Longueurs totales extrêmes: $4,61 \leq Lt \leq 9,78$ (femelles); $3,62 \leq Lt \leq 7,14$ (mâles); adultes et pré-adultes

L_t: longueur totale, *L_{ab}*: longueur abdominale, *L_f*: longueur de la fourche, *L_{ant}*: longueur antennaire, *l_{s.ov}*: largeur du sac ovigère, *l_{s.ab}*: largeur du 3^{ème} segment abdominal, *l_c*: largeur céphalique, *D_{io}*: diamètre interorbitaire, *D_o*: diamètre orbitaire.

3.3 Caractéristiques de l'éclosion des cystes

Les résultats du test de l'éclosion des cystes sont présentés dans le tableau 2. Les pourcentages d'éclosion obtenus dans les conditions standards (échantillon de mai et de mars) ont pu être amélioré après traitement au peroxyde d'hydrogène ($\text{Khi}^2 = 4,16$; $P = 0,041$ pour l'échantillon de mai et $\text{Khi}^2 = 4,031$; $P = 0,045$ pour l'échantillon de mars). Les résultats

concernant l'échantillon de février ne sont pas significativement différents ($\text{Khi}^2 = 2,81$; $P = 0,123$). Globalement, l'échantillon prélevé en mai donne les meilleurs résultats.

3.4 Biomasse naturelle des cystes du Chott Marouane

Les cystes sont concentrés tout le long de la berge exposée aux vents dominants, sous forme de bandes sinueuses. Celles-ci

se distinguent par une couleur gris-verdâtre. Le tableau 3 montre leurs superficies et la biomasse des cystes qu'elles contiennent. La biomasse dans la bande totale du dépôt (2,25 ha) est de 3,39

tonnes par hectare (Tab. 3). En extrapolant sur les 350 km², la biomasse totale produite par le Chott Marouane est estimée à 7,62 tonnes.

Tableau 2. Résultats du test d'éclosion des cystes dans des conditions standards, avec et sans traitement au peroxyde d'hydrogène. T: cystes traités au peroxyde; N.T: cystes non traités au peroxyde.

Echantillons		Paramètres d'éclosion						
		Pourcentage d'éclosion	Efficacité (nauplii/g de cystes)	Rendement (g)	Temps d'éclosion (h)			
					To	T ₁₀	T ₉₀	Ts
Mai 2000	N.T	55 ± 3,83	143223	0,33	19	25	37,5	12,5
	T	69 ± 3,75	179680	0,44	19	25	37,5	12,5
Février 2001	N.T	24,78 ± 3,5	34040	0,08	21	24	38	14
	T	35,06 ± 2,04	48160	0,12	21	24	41	17
Mars 2001	N.T	3,05 ± 0,79	7493	0,02	-	-	-	-
	T	10,42 ± 1,07	25600	0,06	21	25,3	42	17,1

Tableau 3. Estimation de la densité de cystes secs dans le Chott Marouane.

Station	Superficie des dépôts (m ²)	Poids sec moyen des cystes/quadrats (g)	Poids sec moyen de cystes/m ²	Poids sec de cystes (kg/ha)
Station 1	125	10,8	270	2700
Station 2	88	16,3	407,5	4075

3.5. Composition en acides gras

La figure 2 montre que les types d'acides gras dominants dans les nauplii fraîchement éclos sont dans l'ordre décroissant : l'acide palmitique (16 :0), l'acide linoléique (18 :3 ; n-3), l'acide oléique (18 :1; n-9 cis) et un acide gras insaturé à 16 atomes de carbone, non déterminé (16 :ins). Ils représentent à eux seuls presque 76 % de la biomasse totale des acides gras identifiés.

4. DISCUSSION

La subdivision taxonomique d'*Artemia* est basée sur des caractères morphologiques [20]. La population du Chott Marouane appartient à l'espèce *A. salina*, peuplant l'Europe et l'Afrique du Nord [25]. Cette espèce est caractérisée par une fourche bilobée portant de

nombreuses soies et sans constriction basale. Les lobes frontaux des antennes des mâles ont une forme subconique. L'organe copulateur est dépourvu d'épines, contrairement aux autres espèces bisexuelles [4] et les extrémités latérales du sac ovigère sont arrondies. Les soies furcales chez la population du Chott Marouane sont relativement peu nombreuses, ce qui serait lié à la salinité élevée du milieu [21, 26]. Selon les mêmes auteurs, tous les paramètres biométriques étudiés sont corrélés positivement à la longueur totale des individus chez les populations d'élevage d'Espagne et de la baie de San Francisco. A la différence de la souche étudiée, le sac ovigère, l'abdomen ainsi que les appendices céphaliques croissent au même rythme que la longueur totale chez les mêmes populations. La longueur totale des adultes d'*A. salina* du Chott Marouane

est inférieure à celle des populations bisexuelles d'Espagne [21,26], de la population de Sfax, de Meghrine (Tunisie) [27] et de la population d'élevage d'Arzew [15]. Elle est, par contre, supérieure à celle de la population de la Sardaigne [28]. Selon Amat [21, 26, 29], la salinité entraîne une réduction de la taille, de la longueur de la fourche et une augmentation de la longueur abdominale.

Les cystes appartiennent à la catégorie des petits œufs [30]. Leur taille est comparable à celle des cystes de la saline d'Arzew [15], et de Meghrine [27]. Le chorion est relativement épais, ce qui offre

une meilleure protection aux cystes contre les chocs mécaniques et les radiations ultra-violettes [31]. Les nauplii sont parmi les plus petits ($428,7 \pm 34,3 \mu\text{m}$) comparés aux autres souches bisexuelles étudiées, dont les tailles extrêmes se situent entre $389,5 \pm 15,3 \mu\text{m}$ (Tres Hermanos, Yavaros, Mexique) et $667 \pm 32,7 \mu\text{m}$ (Tibet) [26, 27]. Leur poids ($2,35 \pm 0,4 \mu\text{g}$) est supérieur à celui des nauplii de la baie de San Francisco ($1,63 \mu\text{g}$), dont la taille est identique [12]. Le poids maximum rapporté par ces mêmes auteurs est de $3,3 \mu\text{g}$.

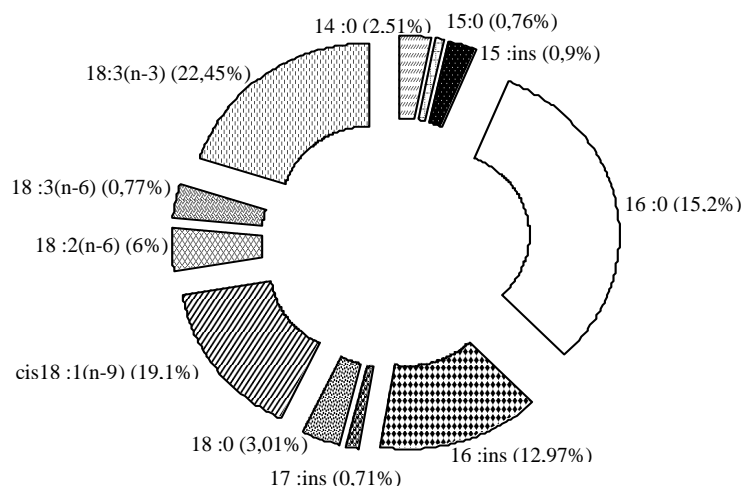


Figure 2. Pourcentage de la majorité des acides gras contenus dans les lipides extraits des nauplii d'*Artemia salina* du Chott Marouane (ins : insaturé).

Les caractéristiques de l'éclosion des cystes varient considérablement en fonction de la période d'échantillonnage, ce qui est en accord avec les conclusions de Vanhaecke et Sorgeloos [34]. Les cystes récoltés en mai (période sèche) donnent les meilleurs résultats. Leur pourcentage d'éclosion (55 %) est moyen par rapport aux valeurs rapportées par les auteurs précités, qui sont comprises entre 20 et 90 %. La désactivation de la diapause embryonnaire à l'aide du peroxyde d'hydrogène améliore ce pourcentage à 69 %. Cette valeur est assez intéressante et proche de celle des souches

les plus utilisées en aquaculture, soit celle de la baie de San Francisco (85,1 %) et celle du Grand Lac Salé d'Amérique (82,6 %) [35]. Comparés à ces dernières, l'efficacité et le rendement des éclosions des cystes récoltés en mai sont assez élevés (179680 nauplii/g et $0,44$ g). Selon Sorgeloos *et al.* [12], l'efficacité maximum enregistrée est de 294000 nauplii/g et correspond à un pourcentage d'éclosion de 90 %. La qualité des cystes récoltés en période humide (février et mars) est médiocre. Selon Silas [31], les cystes déposés sur les berges humides sont confrontés aux cycles d'hydratation et de

déshydratation, ce qui diminue de leur performance d'éclosion. Quelle que soit la date de prélèvement, le temps d'incubation est relativement long, mais reste inclus dans l'intervalle 13,9 - 25,8 h rapporté par Sorgeloos *et al.* [12]. La synchronisation des éclosions est médiocre (> 12 h); ce temps correspond à celui de la première mue, où l'Instar I passe successivement à l'Instar II puis III. Ce développement s'accompagne d'une réduction de la valeur énergétique qui diminue de 39 jusqu'à 27 % chez l'Instar III [36]. En aquaculture, cette situation est palliée par une ou plusieurs récoltes de nauplii toutes les 5 heures environ pendant l'incubation [37].

La biomasse sèche de cystes produite dans le Chott Marouane est estimée à 7,6 t, ce qui correspond à un rendement de 0,21 kg/ha. La littérature fournit peu de résultats sur la production naturelle de cystes. Persoone et Sorgeloos [11] considèrent qu'un biotope exploitable produit 10 à 20 kg/ha/saison. Dans les sites les plus productifs, ces mêmes auteurs rapportent des productions de 18 kg/ha dans la baie de San Francisco et de 50 kg/ha/an dans la saline de Marina (U.S.A). Dans le Chott Marouane, le rendement obtenu est relativement faible et s'expliquerait par la faible fécondité des femelles et par les conditions défavorables du milieu (salinité élevée et période sèche prolongée).

D'une manière générale, les lipides représentent 12 à 30 % de la composition biochimique des nauplii d'*Artemia* [30]. Les acides palmitique, linoléique, oléique, palmitoléique, linoléique et timmodonique représentent 80 % du total des acides gras contenus dans les artémies [8]. Les trois premiers représentent 62,1 % du total des acides gras dosés dans les échantillons du Chott Marouane. L'acide éicosapentaénoïque 20 : 5 (n-3) n'a pas été identifié. Il serait impliqué dans l'amélioration de la croissance et de la survie des larves de poissons marins.

5. CONCLUSION

Les cystes sont de qualité biométrique et d'éclosion acceptable et peuvent être employée en aquaculture. La production des cystes dans le Chott Marouane est estimée à 7,6 t, ce qui correspond à un rendement de 0,21 g/ha. Sur la base sous-estimée d'un prix de vente de 300 €/kg, la valeur de ce produit est de 2,3 millions d'€. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes de mise en valeur du Chott Marouane au moyen de l'exploitation d'*Artemia salina* pour son utilisation en aquaculture. Du point de vue biochimique, la déficience en acide éicosapentaénoïque (EPA) dans les échantillons n'est pas compromettante puisqu'une modification du profil lipidique des nauplii, en utilisant des enrichissants (dopage) est pratiquement réalisable dans les écloséries [8].

References

- [1] G. Van Stappen, *Zoogeography. In: Artemia: Basic and applied Biology* T.J. Abatzopoulos, J.A. Beardmore, J.S. Cleg, P. Sorgeloos (Eds). pp. 171-224. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, 2002.
- [2] C. Barigozzi, *Genus Artemia: problems of systematics. In: The brine shrimp Artemia*. Vol. 1. Morphology, genetics, radiobiology, toxicology. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels, E. Jaspers (Eds). *Universa Press*, Wetteren, Belgium, Marine Biology Symposium, PICCINI Editore, Padua. 1980. 147-153.
- [3] G.V. Triantaphyllidis, G.R.J. Criel, T.J. Abatzopoulos, P. Sorgeloos, International study on *Artemia*. LIII. *Morphological study of Artemia with emphasis to the Old World strains*. I. Bisexual populations. *Hydrobiologia*, Issue 357, 1997, p.139-153.
- [4] G.V. Triantaphyllidis, T.J.

- Abatzopoulos, P. Sorgeloos, *Review of the biogeography of the genus Artemia (Crustacea, Anostraca)*. J. Biogeog., Issue 25, 1998, p. 213-226.
- [5] A.J. Green, M.I. Sánchez, F. Amat, J. Figuerola, F. Hontoria, O. Ruiz, F. Hortas, *Dispersal of invasive and native brine shrimps Artemia (Anostraca) via waterbirds*. Lim. Oceanogr., Vol. 50 Issue 2, 2005, p. 737-742.
- [6] G. Mura, *Seasonal distribution of Artemia salina and Branchinella spinosa in a saline astatic pond in south west Sardinia Italy (Anostraca)*. Crustaceana, Vol. 64 Issue 2, 1993, p. 172-191.
- [7] W. Guermazi, H. Ayadi, L. Aleya, *Correspondence of the seasonal patterns of the brine shrimp, Artemia salina (LEACH, 1819) (Anostraca) with several environmental factors in an arid solar saltern (Sfax, Southern Tunisia)*. Crustaceana, Vol. 82, Issue 3, 2009, p. 327-348.
- [8] P. Léger, D.A. Bengtson, K.L. Simpson, P. Sorgeloos, *The use and nutritional value of Artemia as a food source*. Mar. Biol. Ann. Rev., Issue 24, 1986, p.521-623.
- [9] P. Sorgeloos, P. Dhert, P. Candreva, *Use of the brine shrimp, Artemia spp., in marine fish larviculture*. Aquaculture, Issue 200, 2001, p.147-159.
- [10] P. Sorgeloos, G. Van Stappen, *Artemia shortage: the ARC's point of view*. Larviculture and Artemia News letter, Issue 35, 1995, 19p.
- [11] G. Persoone, P. Sorgeloos, *General aspects of ecology and biogeography of Artemia . The brine shrimp Artemia*, Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. Persoone, G., Sorgeloos, P., Roels, O., et Jaspers (eds). Universa Press. Wetteren, Belgium, 1980, 456 p.
- [12] P. Sorgeloos, P. Lavens, P. Léger, W. Takaert, D. Versichele, *Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture*. Artemia Reference Center, Ghent, Belgium, 1986, 319 p.
- [13] A. Zemmouri, *A note on the genus Artemia in Algeria*. Hydrobiologia, Issue 212, 1991, p. 231-233.
- [14] J. Gagneur, M.H. Kara, *Limnology in Algeria*. In : *Limnology in developing countries*. R.G. Wetzel & B. Gobal (Eds). *International Association of Theoretical and Applied Limnology (SIL)*, New Delhi, India, 2001, p.1-34.
- [15] M. Haddag, *Contribution à l'étude d'une souche d'Artemia (Artemia tunisiana) endémique aux eaux de la saline d'Arzew (Algérie)*. Thèse de Magistère en Sciences Biologiques. Institut des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral. Alger, 1991, 61 p.
- [16] M. Amarouayache, F. Derbal, M.H. Kara, *Biological data on Artemia salina (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (northeast Algeria)*. Crustaceana, sous-presse.
- [17] M.H. Kara, A.K. Bengraïne, F. Derbal, L. Chaoui, M. Amarouayache, *Quality evaluation of a new strain of Artemia from Chott Merouane*. Aquaculture, Issue 235, 2004, p.361-369.
- [18] M. Amarouayache, F. Derbal, M.H. Kara, *Observations sur Artemia sp dans la Sebkha Ez-Zemoul (Aïn Mlila, Algérie Nord-Est)*. Rapp. Comm. Int. Mer Méditer., Issue 37, 2004, p.472.
- [19] M. Amarouayache, F. Derbal, M.H. Kara, *Croissance et reproduction d'Artemia sp de la Sebkha Ez-Zemoul (Algérie, Nord-Est) dans les conditions d'élevage*. Rapp. Comm. Int. Mer Méditer., Issue 38, 2007, p.411.

- [20] F. Correa-Sandoval, L.F.R. Bückle, *Morfología y biometria de cinco poblaciones de Artemia franciscana (Anostraca, Artemiidae)*. Rev. Hydrobiol. Trop., Vol. 41, Issue 1, 1993, p.103-110.
- [21] F. Amat, *Differentiation in Artemia strains from Spain* : 19-39. In : *The brine shrimp Artemia*. Vol.1. *Morphology, genetics, radiobiology, toxicology*. Persoone, G. Sorgeloos, P. Roels, O. Jaspers, E. (Eds). Universa Press, Wetteren , Belgium , 1980, 345 p.
- [22] J. Daget, *Les modèles mathématiques en écologie*. Masson: Paris, 1976, 172 p.
- [23] S.R. Liou, K.L. Simpson, *Lipid stability in the drying of Artemia by several methods*, *Aquacultural Engineering*, Issue 8, 1989, p.293-305.
- [24] W.R. Morrison, L.M. Smith, *Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol*. *Lipid Res.*, Issue 5, 1964, 600-608.
- [25] L.S. Clark, S.T. Bowen, *The genetics of Artemia salina*. VII. *Reproductive isolation*. *J. Hered.*, Vol. 67, Issue 6, 1976, p.385-388.
- [26] F. Amat, *Diferenciacion y distribucion de las poblaciones de Artemia (Crustaceo, branquiopodo) de Espana. II. Incidencia de la salinidad ambiental sobre la morfologia y el desarrollo*. *Inv. Pesq.*, Issue 44, 1980, p.485-503.
- [27] N. Aloui, A. El-Abed, *Biométrie et paramètres d'éclosion chez Artemia (A. franciscana). Etude des souches de Mégrine et de Sfax*. Actes des Troisièmes Journées Tunisiennes des Sciences de la Mer. Bizerte, 1998, 5-8.
- [28] G. Mura, *Seasonal distribution of Artemia salina and Branchinella spinosa in a saline astatic pond in south west Sardinia Italy (Anostraca)*. *Crustaceana*, Vol. 64, Issue 2, p.172-191.
- [29] F. Amat, *Diferenciacion y distribucion de las poblaciones de Artemia de Espana. III. Oviparismo y ovoviviparismo. Estudio cualitativo y cuantitativo*. *Inv. Pesq.*, Issue 46, 1982, p. 3-13.
- [30] D.A. Bengtson, P. Leger, P. Sorgeloos, *Use of Artemia as a food source for aquaculture*. In: Browne, R.A., Sorgeloos, P. et Trotman, N.A., Ed. *Artemia biology*, Issue 11, 1991, p.255-285.
- [31] E.G. Silas, *Production and use of Artemia in aquaculture*. CMFRI, Special Publication, Issue 15, 1984, 74p.
- [32] T.B. Castro, G. Gajardo, J.M. Castro, G.M. Castro, *A biometric and ecologic comparisons between Artemia from Mexico and Chile*. *Saline Systems*, Vol. 2 Issue 13, 2006 (DOI:10.1186/1746-1448-2-13)
- [33] T.J. Abatzopoulos, B. Zhang, P. Sorgeloos, *Artemia tibetiana: preliminary characterization of a new Artemia species found in Tibet (People's Republic of China)*. *International study on Artemia*. *LIW. Int. J. Salt Lake Res.*, Issue 7, 1998, p.41-44.
- [34] P. Vanhaecke, P. Sorgeloos, *International study on Artemia*. XIX. *Hatching data for ten commercial sources of shrimp cyst and reevaluation of the "Hatching efficiency" concept*. *Aquaculture*, Vol. 30 Issue 1/4, 1983, p.43-52.
- [35] C. Webster, R. Lovell, *Quality evaluation of four sources of brine shrimp Artemia spp.* *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 21, Issue 3,

1990, p.180-185.

[36] P. Lavens, P. Léger, P. Sorgeloos, *Production, utilization and manipulation of Artemia as food source for shrimp and fish larvae*. Oceanis. Fasc., Issue 4, 1986, p.229-247.

[37] P. Sorgeloos, E. Bossuyt, L. Lavens, P. Léger, P. Vanhaecke, D. Versichele, *The use of the brine shrimp Artemia in crustacean hatcheries and nurseries*. Crustacean Aquaculture, Vol. 1, 1983, p.71-95.