

VALORISATION DE L'APPORT NUTRITIONNEL D'UN MOLLUSQUE BIVALVE *Mactra corallina* DES CÔTES TUNISIENNES (KALAÂT EL ANDALOUS)

Imene CHETOUÏ *, I. RABEH, K. TELAHIGUE, N. GHAZALI, D. BOUSSOUFA
et M. EL CAFSI

*Faculté des Sciences de Tunis/ Département des Sciences Biologiques, Unité de Physiologie et d'Ecophysiologie des
Organismes Aquatiques, Campus universitaire, 2092 Tunis, Université Tunis El Manar, Tunisie.
chetouiimene@yahoo.fr

المخلص

القيمة الغذائية للرخوي ثنائي المصرعين *Mactra corallina* بالسواحل التونسية (قلعة الأندلس) : إهتمنا في هذا العمل و أثناء شهر مارس بدراسة التركيبية الكيميوحيوية للرخوي ثنائي المصرعين *Mactra corallina* الذي يتواجد بخليج تونس (قلعة الأندلس). تبرز النتائج المتحصل عليها وجود نسبة هامة من الحامض الدهني البالمتيك (C16:0) و الحامض الدهني إيكزابنتينويك (C20:5n-3) و الحامض الدهني دكزابنتينويك (C22:6n-3). كما تبين هذه الدراسة وجود نسبة ملحوظة من الجليكوجين في مستوى العظلات تقدر بـ 22,15مغ/غ من المادة الطازجة مقارنة مع المجموعة (غدة الجهاز الهضمي-المبيض) التي تحتوي على 2,57مغ/غ المادة الطازجة, أما هذه المجموعة الأخيرة فتتصف بكمية عالية من الزلايات. الكلمات المفتاحية: ثنائي المصرعين, *Mactra corallina*, مجموع الأحماض الدهنية, الزلايات و الجليكوجين

RESUME

L'analyse des composés biochimiques d'un bivalve marin *Mactra corallina* récolté, pendant le mois de Mars 2009, des plages de Kalaât El Andalous (Ka) du Golfe de Tunis, nous a permis de relever une quantité relativement importante de l'acide palmitique (C16:0), de l'acide eicosapentaénoïque (EPA, C20 : 5n-3) et de l'acide docosahexaénoïque (DHA C22 : 6 n-3). La teneur en glycogène est plus élevée au niveau des muscles adducteurs (22,15mg/g MF) qu'au niveau de l'ensemble glande digestive-gonade (2,57mg/g MF). Ce dernier ensemble présente cependant une quantité plus importante en protéines totales.

Mots clés : Bivalves, *Mactra corallina*, acides gras totaux, protéines et glycogène

ABSTRACT

valorisation of the nutrient contribution of a mollusc bivalve *Mactra corallina* of the Tunisian coast (Kalaat el Andalous) : The biochemical composition of *Mactra corallina* collected, in march 2009, from Kalaât El Andalous (Ka) sandy beach from Tunis Golf, reveal an important quantity of palmitic acid (C16:0), eicosapentaenoic acid (EPA, C20 :5n-3) and docosahexaenoic acid (DHA C22 :6 n-3). The glycogen content is higher in adductor muscle (22,15mg/g FW) compared to than the digestive gland-gonad group. This last group presents a more important quantity in total proteins.

Keywords: Bivalves, *Mactra corallina*, total fatty acid, proteins and glycogen

INTRODUCTION

Mactra corallina (Linné, 1758) est un mollusque bivalve gonochorique qui colonise les sables fins à une profondeur, allant de 1 à 100 m. A l'échelle mondiale, ce bivalve est signalé dans les côtes de l'Atlantique depuis la Norvège au Nord de l'Europe, jusqu'au Sénégal à l'Ouest de l'Afrique. Cette espèce est répartie, également au niveau des côtes méditerranéennes et celles de la Mer Noire (FAO, 1987). En Tunisie, on la rencontre au niveau des côtes sableuses du Golfe de Tunis, Kerkennah, Sfax, Golfe de Gabès et Djerba (Zouari, 1985).

Par ailleurs, les bivalves animaux filtreurs, acquièrent les acides gras polyinsaturés à longues chaînes à partir de leur alimentation à base de phytoplancton (De Moreno et al., 1976a,b, 1977, 1980 ; Langdon and

Waldock., 1981 ; et Soudant *et al.*, 1999). Cette acquisition en acides gras polyinsaturés sera importante au printemps et en été, saisons de haute productivité primaire chez le phytoplancton (De Moreno *et al.*, 1976b ; Fernandez-Reiriz *et al.*, 1996 et Pazos *et al.*, 1997). Cependant, la consommation de ces acides gras joue un rôle important dans la constitution des membranes cellulaires, le fonctionnement du système cardiovasculaire, du système nerveux et du système hormonal. Ainsi, l'originalité du présent travail, est d'évaluer pour la première fois la composition de *Mactra corallina* en acides gras totaux, comme cela a été démontré chez d'autres espèces de bivalves (Dridi *et al.*, 2007 ; Ojea *et al.*, 2004 ; Pazos *et al.*, 1997 ; Teshima., 1988).

MATERIEL ET METHODES

22 individus de *Macra corallina* ont été récoltés pendant le mois de Mars 2009 à partir des plages de Kalaât El Andalou de coordonnées 33°41'20''N et 10°22'40''E. Cette station est située à proximité de l'embouchure de l'Oued Medjerda. Au cours de la collecte, les caractéristiques physicochimiques du milieu sont définies par une température égale à 12°C et une salinité égale à 33‰.

La taille des individus adultes est comprise entre 30 et 57 mm avec une moyenne égale à 45,97mm± 6,45, Le poids total varie de 10 à 40g avec une moyenne de 24,08g±9,74. Après sacrifice, les organes prélevés sont conservés au congélateur à -30°C. Il s'agit du pied (PD), de l'ensemble glande digestive –gonades (GD-G), des palpes labiaux (PL), des branchies (BR), du manteau (MT) et des muscles adducteurs (MA).

Les acides gras totaux sont extraits suivant la méthode de Folch *et al.*, (1957), par un mélange de solvants constitué de chloroforme-méthanol (2/1) et 0,01% d'antioxydant (BHT). Après méthylation de ces extraits (Cecchi *et al.*, 1985), les esters méthyliques sont analysés par chromatographe en phase gazeuse à l'aide d'un chromatogramme (HP 6890 ; une colonne INNO-WAX, 30m x 0,25µm, et un gaz vecteur : l'azote). Le standard interne utilisé pour la détermination quantitative des différents acides gras (AG) est l'acide nonadécanoïque (C19:0) absent dans nos échantillons tandis que leur identification a été réalisée en se basant sur des mélanges de deux standards PUFA1 et IMARINE OIL (SUPELCO, réf : 47033). Les protéines ont été analysées par la méthode de Lowry *et al.*, (1951) avec une solution standard d'Albumine bovine alors que le glycogène total a été déterminé par la méthode enzymatique de Dubois *et al.*, (1956).

Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide d'un logiciel Statistica 5.0. Les acides gras sont exprimés en pourcentages des acides gras totaux (AGT). Les moyennes des différents AG ont été comparées par l'analyse de variance (ANOVA, MANOVA), le test du Duncan et le test HSD Tukey au seuil de 5%. Les protéines et le glycogène total sont exprimés en mg g⁻¹ de matière fraîche.

RESULTAS

Les différents organes du bivalve *Macra corallina* montrent des quantités de lipides totaux plus ou moins proches et dont les différences sont non significatives selon le test Duncan au seuil de 5% (tableau I). Cette étude nous a permis d'identifier les acides gras saturés suivants : C14 :0, C16 :0, C18 :0 et C20 :0; les acides gras monoinsaturés C16 :1, C18 :1(n-7) et le C20 :1(n-7) et les acides gras polyinsaturés C18 :2(n-6), C18 :3(n-3), C18 :4(n-3), C20 :3(n-6), C20 :4(n-6), C20 :5(n-3)(EPA) et

C22 :6(n-3) (DHA). Les valeurs de ces acides gras présentées dans le tableau II, montrent des teneurs élevées en C16:0 (8,9 à 16%), C18:0 (5,9 à 9,8%), C18 :1 (3,7 à 8,2%), C20:5n-3 (EPA) (3,5 à 11%) et le C22:(6n-3)(DHA) (5,2 à 18,2) au niveau des 6 organes étudiés.

La comparaison des différentes classes d'acides gras (saturés, monoinsaturés et polyinsaturés) montre, que les acides gras polyinsaturés sont majoritaires des AGPI pour les différents organes. L'analyse des AGPI révèle que la série (n-3) présente les pourcentages les plus élevés, ces derniers dépassant les 10% AGT au niveau des organes et atteignent particulièrement un pourcentage égal à 34,3±6,69% AGT au niveau des branchies. Alors que les AGPI de la série (n-6) montrent des teneurs inférieures à 10% AGT.

Ainsi, le rapport des AGPI (n-3)/ (n-6) est inférieur à la valeur 3 au niveau du manteau et l'ensemble glande digestive–gonade. Alors que les autres organes le même rapport est supérieur à 3.

La variation des pourcentages des acides polyinsaturés (fig.1) tels que C20:(5n-3) (EPA) et C22:(6n-3) (DHA) chez la *Macra corallina* au niveau des différents organes analysés est significative selon le test HSD de Tukey et le test de Duncan au seuil de 5% pour le DHA alors que pour l'EPA elle est significative uniquement pour l'ensemble glande digestive–gonade (GD-G), manteau et muscles adducteurs.

En outre, l'observation de la figure (1) nous amène à déduire que le pied, les palpes labiaux, les branchies, le manteau et les muscles adducteurs se caractérisent par des pourcentages élevés en DHA (C22:6n-3), tandis que l'ensemble glande digestive–gonade révèle une teneur remarquable plus en EPA (C20:5n-3). Par ailleurs, nos résultats révèlent pour les acides gras polyinsaturés C16 :2; C16 :3 et C16 :4 des teneurs inférieures à 1 au niveau des différents organes (tableau II).

L'analyse des protéines chez le bivalve *Macra corallina* a montré des quantités dépassant les 10mg/g MF avec une teneur maximale révélée au niveau de l'ensemble glande digestive–gonade (51,36mg/g MF± 17,82) ; tandis que la quantité du glycogène total varie de 2 à 22mg/g MF avec une valeur maximal enregistrée au niveau des muscles adducteurs (22,15mg/g MF±10,52).

DISCUSSION

Nous avons relevé dans la population totale de *Macra corallina* analysée à Kalaât El Andalou, une composition biochimique variable en nature et en teneur suivant les organes étudiés. La variation de ces composés enregistrée au mois de Mars 2009, est en relation directe avec l'apport de nutriments au cours duquel l'activité photosynthétique des phytoplanctons

atteint le maximum. Cet apport provenant d'une part, des détritiques (Napolitano *et al.*,1997, Budge et Parrish.,1998) et d'autre part, des phytoplanctons riches en acides gras saturés AGS et particulièrement le (C16:0) et les AGPI de la série (n-3) à 20 et 22

atomes de carbones (Webb et Chu,1983; Langdon et Waldo,1981 ; Bell et Sergent, 1985), expliquerait les fortes teneurs en C16:0, C18:0 et C 18:1 obtenues chez *Macra corallina*.

Tableau I: Composition en lipides totaux, protéine et glycogène chez le bivalve *Macra Corallina*

Organes	PD	GD-G	PL	BR	MT	MA
Q Lipides totaux (n=6)	15,4±5,72	10,3±6,75	12,96±6,78	19,33±9,55	16,2±3,57	18,9±9,4
Q protéines (n=8)	24,86±10,55*	51,36±17,82*	34,82±11,88	33,66±13,51	37,34±13,22	42,11±20,57
Q glycogène (n=8)	8,84±2,60	2,57±1,23*	11,89±3,45	7,87±2,48*	9,28±4,48	22,51±6,63*

Q : quantité de lipides totaux, protéines et glycogène (mg/g de matière fraîche) ; PD : Pieds ; GD-G: l'ensemble glande digestive-gonade ; PL : Palpes labiaux ; BR : Branchies ; MT : Manteau ; MA : muscles adducteurs et (*) : test du Duncan est significatif au seuil de 5%.

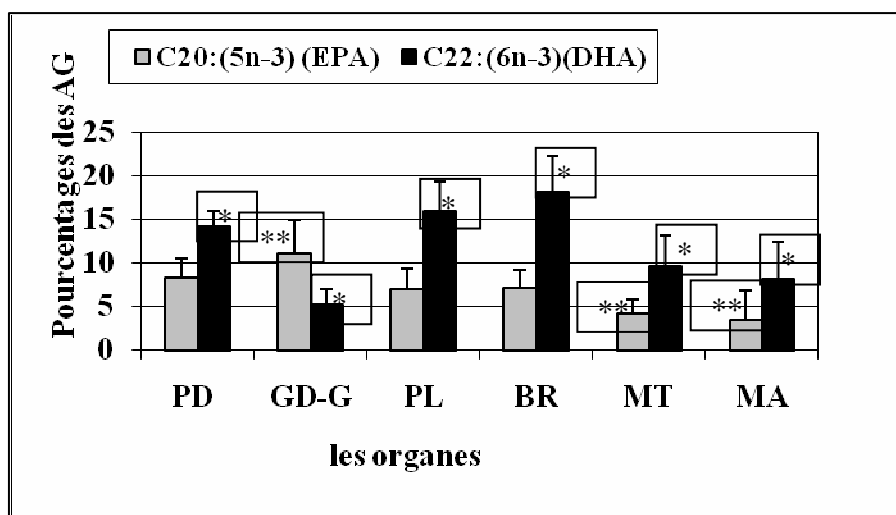


Figure1 : Composition en acides gras C20:(5n-3) (EPA) et C22:(6n-3) (DHA) (% AGT) chez le bivalve *Macra corallina*

(*) : Le test de Duncan et HSD de Tukey sont significatifs au seuil de 5% pour le DHA. (**): Le test de Duncan et HSD de Tukey sont significatifs au seuil de 5% pour l'EPA

Tableau II : Composition en acides gras (les acides gras totaux) chez le bivalve *Macra corallina* (n=6)

Acides gras	PD	GD	PL	BR	MT	MA
C14:0	3,04±0,66*	6,67±0,7*	2,17±1,3*	1,63±0,83*	3,50±0,32*	3,97±1,06*
C15:0	0,93±0,17	0,72±0,11	0,48±0,1	0,26±0,20	1,76±1,35	1,26±0,11
C16:0	14,9±2,59*	16,5±1,93*	9,32±3,05*	8,97±2,07*	12,0±2,39*	16,1±3,15*
C17:0	0,99±0,1	1,36±1,2	0,63±0,28	0,79±0,4	1,17±0,56	1,23±0,59
C18:0	9,83±1,73*	7,15±2,31*	5,94±1,79*	7,02±2,28*	6,46±2,08*	6,32±6,26*
C20:0	0,62±0,24	2,94±3,87	1,91±2,56	1,08±0,86	0,57±0,09	0,77±0,56
C22:0	2,11±0,23	0,34±0,04	3,51±3,4	3,18±2,10	1,96±0,89	1,39±1,04
Σ AGS	32,4±2,92	35,7±1,06*	23,9±7,76*	22,9±6,19*	27,48±2,38	31,1±7,72

C14:1	0,09±0,02	0,1±0,05	0,21±0,02	0,25±0,19	0,80±0,48	0,28±0,04
C15:1	0,13±0,1	0,27±0,26	0,2±0,27	0,01±0,004	1,13±0,92	0,53±0,5
C16:1n-9	3,44±1,3*	8,04±3,04*	1,15±0,88*	1,77±0,68*	3,64±2,07*	4,07±1,19*
C16:1n-7	0,35±0,17	0,3±0,1	1,59±2,42	0,3±0,09	4,10±5,52	0,51±0,47
C18:1	6,04±1,86*	6,41±1,79*	5,43±3,13*	3,76±0,92*	8,11±2,49*	8,23±2,01*
C20:1	4,54±1,5	2,58±1,4	4,75±1,35	2,53±1,22	3,37±0,46	1,35±1,91
C22:1	2,31±0,82	1,11±0,62	4,28±1,66	3,56±1,36	2,02±1,02	1,54±1,84
∑ AGMI	16,9±3,11	18,8±5,26	17,6±2,79	12,2±1,76*	23,2±6,89*	16,5±7,56
C16:2	0,46±0,16	0,42±0,12	0,41±0,21	0,26±0,16	0,81±0,2	0,43±0,16
C16:3	0,23±0,04	0,7±0,24	0,71±0,5	0,47±0,11	0,43±0,10	0,6±0,2
C16:4	0,38±0,11	0,4±0,13	0,28±0,08	0,27±0,08	0,73±0,47	1,09±0,99
C21:5	2,11±0,92	0,88±0,12	2,65±1,04	2,07±1,55	1,46±1,18	1,27±0,23
C18:2n-6	1,48±0,38	1,98±1,43	0,48±0,08	0,59±0,05	1,43±0,26	0,16±0,03
C18:3n-6	0,74±0,48	3,16±2,74	0,66±0,26	1,11±0,59	1,16±0,31	1,22±0,46
C20:2n-6	1,3±0,38	1,83±0,33	1,75±0,27	2,17±0,44	0,78±0,36	1,0±0,62
C20:3n-6	0,38±0,11	0,36±0,12	0,5±0,13	0,35±0,07	0,41±0,07	0,2±0,14
C20:4n-6	2,26±0,87	0,95±0,62	0,89±0,35	1,32±0,95	1,50±1,05	1,98±0,94
C22:2n-6	1,58±0,66	0,72±0,45	2,07±0,79	2,58±0,32	1,24±0,91	3,21±4,34
C18:3n-3	0,84±0,57	1,13±0,16	1,57±0,8	0,74±0,15	0,16±0,06	1,13±0,44
C18:4n-3	2,58±0,79	1,93±1,55	1,21±0,41	1,59±0,68	0,88±0,48	1,12±1,47
C20:3n-3	0,24±0,18	0,28±0,32	0,16±0,13	0,39±0,44	0,27±0,28	0,96±1,52
C20:4n-3	0,72±0,35	0,56±0,26	0,7±0,26	0,99±0,06	0,37±0,03	0,34±0,31
C20:5n-3	8,34±2,14	11,1±3,79*	6,98±2,37	7,17±1,98	4,25±1,53*	3,51±3,3*
C22:3n-3	0,13±0,05	0,56±0,54	0,35±0,26	2,03±1,66	0,15±0,11	1,77±1,28
C22:5n-3	2,73±0,72	1,28±0,65	2,58±1,09	3,16±2,32	2,02±1,2	1,26±0,92
C22:6n-3	14,2±1,74*	5,23±1,75*	16±3,3*	18,2±4,01*	9,6±4,48*	8,11±4,23*
∑ AGPI	51,1±0,51	45,5±6,28*	58,4±7,74	64,9±6,92*	49,32±6,63*	52,4±12,8
∑ AGPI (n-6)	7,74±1,56	9,04±4,25	7,2±1,19	8,11±1,05	6,55±2,22	6,89±4,46
∑ AGPI (n-3)	29,7±1,76	22,1±4,96	29,5±8,1	34,3±6,69	17,73±7,71	18,2±10,2
n-3/n-6	3,98±1,03	2,81±1,29	4,07±0,75	4,23±0,63	2,64±0,38	3,14±1,59

PD : Pieds, GD -G: l'ensemble glande digestive-gonade, PL : Palpes labiaux, BR : Branchies, MT : Manteau, MA : muscles adducteurs, AGS : acides gras saturés, AGMI : acides gras monoinsaturés , AGPI : acides gras polyinsaturés et (*) : tests de Duncan et d' HSD Tukey sont significatifs au seuil de 5%.

Les Diatomées riches en C18 :1, C18 :4(n-3), surtout l'EPA =C20 :(5n-3) (Ackman *et al.*,1968 et Napolitano *et al.*,1992) peuvent expliquer la richesse de l'ensemble glande digestive-gonade en EPA et en C18 :1, ainsi que le rapport DHA/EPA inférieur à 1. Par ailleurs, comparés à d'autres travaux menés chez d'autres espèces de bivalves (Dridi *et al.*, 2007; Ojea *et al.*,2004 ; Lodeiros *et al.*, 2001 ; Marrit *et*

al.,1999), nos résultats obtenus chez le bivalve *Macra corallina* s'intègrent parfaitement. Ainsi, chez toutes ces espèces de bivalves étudiées, les acides gras polyinsaturés (n-3 et n-6) présentent les pourcentages les plus élevés comparés aux autres classes saturées et monoinsaturées, Elles révèlent en outre des teneurs élevées en EPA (C20 :5n-3) et en DHA (C22 :6n-3).

Concernant, le glycogène, connu comme source d'énergie dans les activités musculaires (Ansell, 1974 ; De Zwaan *et al.*, 1980; Chih et Ellington, 1986; Stewart *et al.*, 1992 ; Brokordt *et al.*, 2000 ; Brokordt et Guderley, 2004). Chez *Mactra corallina* les quantités les plus élevées de glycogène sont révélées au niveau du muscle adducteur (22,51mg/g PF). Cependant, la teneur faible en glycogène observée au niveau de l'ensemble glande digestive-gonade (2,57mg/g MF), suggère que ce bivalve serait probablement en période de reproduction à la suite du stress de l'hivernal. Enfin, le rapport AGPI (n-3) / (n-6) obtenu chez le bivalve *Mactra corallina* supérieur à 3 dans tous les organes analysés à l'exception du manteau et l'ensemble glande digestive-gonade, est conforme aux résultats obtenus par d'autres auteurs qui ont démontré que l'augmentation en AGPI (n-3) à longues chaînes, en particulier l'EPA et le DHA, pourrait réduire jusqu'à 50% les risques cardiovasculaires chez les consommateurs des produits marins (Angerer et Von Schaky, 2000; Leaf et Weber, 1988).

CONCLUSION

La composition biochimique de *Mactra corallina*, récoltée durant le mois de Mars 2009 des côtes sableuses de Kalaât el andalous, varie selon les organes. En effet, elle se caractérise par des teneurs élevées en EPA et en DHA au niveau des différents organes étudiés et présente également des quantités importantes de glycogène au niveau des muscles adducteurs et de protéines au niveau du l'ensemble glande digestive-gonade.

BIBLIOGRAPHIE

- Ackman R.G., Tocher C.S., McLachlan T., 1968. Marine phytoplankter fatty acids. *J. Fish. Res. Board Can.*, 25 :1603–1620.
- Angerer P. et Von Sclaky., 2000. N-3 polyunsaturated fatty acids and the cardiovascular system. *Curr. Opin. Lipido*, 11 (I): 57-63.
- Ansell A. D. 1974. Seasonal changes in biochemical composition of the bivalve *Chlamys septemradiata* from the Clyde Sea area. *Mar.Bio.*, 25: 85-99.
- Bell M.V., Sargent J.R., 1985. Fatty acid analysis of phosphoglycerides from tissues of the clam *Chlamys islandica* (Muller) and the Starfish *Ctenodiscus crispatus* (Retzius) from Balsfjorden, Northern Norway. *J.Exp. Mar. Biol.*, Assoc. U. K., 58 : 825–841.
- Brokordt K., Himmelman J.H., Nusetti O.A., Guderley H., 2000. Reproductive investment reduces recuperation from exhaustive escape activity in the tropical scallop *Euvola zizac*. *Mar. Biol.*, 137: 857–865.
- Brokordt K.B., Guderley H.E. 2004. Energetic requirements during Gonad maturation and spawning in scallops: sex differences in *Chlamys islandica*. *J. Shellfish. Res.*, 23: 25–32.
- Budge S. M. et Parrish C. C., 1998. Lipid biogeochemistry of plankton, settling matter and sediments in Trinity Bay, Newfoundland. II. *Fatty acids. Org. Geochem.*, 29: 1547–1559.
- Cecchi G., Biasini S., Castano J., 1985. Methanololyse rapide des huiles en solvants. Note de laboratoire. *Rev. Franc. Corps Gras.* 4 : 163–164.
- Chih P. C., Ellington W. S., 1986. Control of glycolysis during contractile activity in the phasic adductor muscle of the bay scallop, *Argopecten irradians concentricus*: identification of potential sites of regulation and a consideration of the control of octopine dehydrogenase activity. *Physiol. Zool.*, 59:563–573.
- De Moreno J.E.A., Moreno V.J., Brenner R.R., 1976a. Lipid metabolism of the yellow clam, *Mesodesma mactroides*. I. Composition of the lipids. *Lipids*, 11 :334–340.
- De Moreno J.E.A., Moreno V.J., Brenner R.R., 1976b. Lipid metabolism of the yellow clam, *Mesodesma mactroides*. II. Polyunsaturated fatty acid metabolism. *Lipids*, 11: 561–566.
- De Moreno J.E.A., Moreno V.J., Brenner R.R., 1977. Lipid metabolism of the yellow clam, *Mesodesma mactroides*. III. Saturated fatty acids and acetate metabolism. *Lipids*, 12: 804–808.
- De Moreno J.E., Pollero R.J., Moreno V.J., Brenner R.R., 1980. Lipids and fatty acids of the mussel (*Mytilus platensis*, d'Orbigny) from South Atlantic waters. Elsevier/North-Holland Biomedical Press. Contribution *INIDEP*, 377 :263–277.
- De Zwaan A., Thompson R.J., Livingstone D.R., 1980. Physiological and biochemical aspects of the valve snap and valve closure responses in the giant scallop *Placopecten magellanicus*. II. *Biochernifiry. J. comp. Physiol.*, 137: 105-114.
- Dridi S., Romdhane M.S., El Cafsi M., 2007. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* in relation to the gametogenic cycle and environmental conditions of the Bizert lagoon, Tunisia. *Aquaculture*, 263:238-248.
- Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F., 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28: 350–356.

- FAO., 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche en Méditerranée et Mer Noire, Zone de pêche 33, I, 760p.
- Fernández-Reiriz M.J., Labarta U., Babarro J.M.F., 1996. Comparative allometries in growth and chemical composition of mussel (*Mytilus galloprovincialis*, Lmk.) cultured in two zones in the Ría Sada (Galicia, NW Spain). *J. Shellfish. Res.*, 15: 349–353.
- Folch J., Less M., Sloane-Stanley C.H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 266: 497-509.
- Langdon C.J., Waldock M.J., 1981. The effect of algal and artificial diets on the growth and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* spat. *J. Mar. Biol. Ass. U.*, 61: 441–448.
- Leaf A. et Weber P., 1988. Cardiovascular effects of n-3 fatty acids. *N. Eng. J. Med.*, 318: 549-557.
- Lodeiros C.J., Rengel J.J., Guderley H.E., Nusetti O., Himmelman J.H., 2001. Biochemical composition and energy allocation in the tropical scallop *Lyropecten (Nodipecten) nodosus* during the months leading up to and following the development of gonads. *Aquaculture*, 199:63-72.
- Lowry O.H., Roseborouch N.I., Farrand A.L., Randall R.J., 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 263-275.
- Marrit C., Coutteau P., Cure K., Morales V., Gajardo G., Sorgeloos P., 1999. The Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819): I. fatty acid composition and lipid content of six organs. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 123 (B) :89–96.
- Napolitano G.E., MacDonald B.A., Thompson R.J., 1992. Lipid composition of eggs and adductor muscle in giant scallops (*Placopecten magellanicus*) from different habitats. *Mar. Biol.*, 113 : 71– 76.
- Napolitano G. E., Pollero R. J., Gayoso A. N., MacDonald B. A., & Thompson R. J., 1997. Fatty acids as trophic markers of phytoplankton blooms in the Bahia Blanca estuary (Buenos Aires, Argentina) and in Trinity Bay (Newfoundland, Canada). *Biochem. Syst. Ecol.*, 25:739-755.
- Ojea J., Pazos A.J., Martinez D., Novoa Sanchez S.J.L., Abad M., 2004. Seasonal variation in weight and biochemical composition of the tissues of *Ruditapes decussatus* in relation to the gametogenic cycle. *Aquaculture*, 238: 451-468.
- Pazos J.A., Román G., Acosta C.P., Sánchez J.L., Abad M., 1997. Lipid classes and fatty acid composition in the female gonad of *Pecten maximus* in relation to reproductive cycle and environmental variables. *Comp. Biochem. Physiol.*, 117 (B) :393–402.
- Soudant P., Ryckeghem K.V., Marty Y., Moal J., Samain J.F., Sorgeloos P., 1999. Comparison of the lipid class and fatty acid composition between a reproductive cycle in nature and a standard hatchery conditioning of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 123 (B) :209–222.
- Stewart J.M., Brass M.E., Carlin R.C., Black H. 1992. Maximal enzyme activities of energy production pathways in the heart, hepatopancreas, and white muscle of the giant scallop (*Placopecten magellanicus*) and lobster (*Homarus americanus*). *Can. J.Zool.*, 70: 720-724.
- Teshima S.I., Kanazawa A., Shimamoto R., 1988. Anatomical distribution of sterols and fatty acid in the bivalve *Macra chinensis*. *Nippon Suisan Gkkaishi*, 54(2) :293-297.
- Webb K.L., Chu F.E., 1983. Phytoplankton as a food source for bivalve larvae. In: Pruder G.D., Langdon C., Conkling D., Proc. 2nd Int. Conf. Aquaculture Nutr. World Mariculture Society, Spec. Publ, 2 : 272–291.
- Zouari S., 1985. Contribution à l'étude systématique des lamellibranches des côtes tunisiennes. D. E. A., Faculté des Sciences de Tunis.