

AFFINER POUR MIEUX CONSERVER : CAS DE LA MOULE *Mytilus galloprovincialis*

Hela CHERIFI, Leila CHEBIL AJJABI et Saloua SADOK

Laboratoire de Biodiversité et Biotechnologie marines, INSTM, centre La Goulette, Port de Pêche 2060, Tunis, TUNISIE,
email/ *hela.cherifi@hotmail.fr ; leila.chebil@instm.rnrt.tn ; salwa.sadok@instm.rnrt.tn

ABSTRACT

The aim of this work is to study the stabilization of the quality of the mussel *Mytilus galloprovincialis* during unfavorable natural conditions for growth. For this, living mussels were storage in pools with controlled conditions (temperature 16 ± 1 °C, salinity: 35psu, pH 8 and dissolved oxygen 0.7mg / L). An alternative low-cost diet to microalgae was assigned during 10 days of storage. In the same way, mixture of silt and macroalgal powder and mixture of green macroalgal *E.intestinalis* and *Ulva* sp were tested. Results showed that the effect of diet brought on condition index differs depending on the nature of the allocated food substitutes.

RESUME

L'objectif de cette recherche est l'étude de la stabilisation de la qualité du bivalve *Mytilus galloprovincialis* durant les périodes où les conditions naturelles s'avèrent défavorables à leur croissance. Pour cela un stockage des moules à l'état vivant dans des bassins de conditions contrôlées (température 16 ± 1 °C, salinité 35psu, pH 8 et d'oxygène dissous 0,7mg/L) a été effectué. Une alimentation de faible coût à base de macroalgues vertes *Enteromorpha intestinalis* a été attribuée durant 10 jours de stockage. De même, des essais d'alimentation à base de mélange de macroalgue *E. intestinalis* et d'additifs alimentaires (argile frais, cendre d'argile et macroalgue *Ulva* sp) ont été effectués. Les résultats obtenus ont montré que l'effet de l'alimentation apportée sur l'indice de condition diffère selon la nature des substituts alimentaires.

INTRODUCTION

La moule *Mytilus galloprovincialis* est un bivalve d'intérêt écologique et économique. En Tunisie, ce bivalve est exclusivement produit au niveau de la lagune de Bizerte depuis 1963 où les méthodes de culture sont contrôlées et le recrutement des naissains est réussi (Bejaoui-omri *et al.*, 2014). Il est l'un des bivalves les plus exploités en Tunisie (DGAP, 1995). Toutefois, sa production reste limitée (CTA, 2011) à cause de plusieurs contraintes d'ordre environnementales tel que l'importante fluctuation de température qui est la cause de mortalité massive des moules (Helmuth *et al.*, 2002 ; Carrington *et al.*, 2009), et commerciale à cause du manque de sensibilisation des consommateurs des bienfaits nutritionnels de ce produit.

D'autres contraintes influent directement sur la qualité et la dynamique pondérale des moules cultivées au niveau de la lagune de Bizerte à savoir l'apport en nutriments (chlorophylle a...) (Aloui Bejaoui *et al.*, 2002), les variations physico-chimiques du milieu (Salinité, pH, oxygène dissous...) (Fuentes *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2015; Okumus *et al.*, 1998; Orban *et al.*, 2002) et l'activité reproductrice des individus (Aloui Bejaoui *et al.*, 2002).

Conscients de l'importance de cette filière mais également de l'ampleur des problèmes de productions auxquels les mytiliculteurs font face suite aux

perturbations environnementales, ce travail vise à répondre à leurs préoccupations, et aux problèmes durant ces périodes critiques, en cherchant des solutions alternatives pour le stockage des moules à l'état vivant veillant à garder stable la biomasse de la chair de l'animal.

L'objectif de ce travail, est le maintien de l'indice de condition des moules *M.galloprovincialis* en effectuant un stockage dans des bassins de conditions contrôlées, lorsque les conditions naturelles s'avèrent défavorables à leur croissance tout en leur attribuant un régime alimentaire de faible coût à base de macroalgues vertes séchées et d'autres substituts à la microalgue.

MATERIELS ET METHODES

Préparation des moules *M. galloprovincialis* pour l'alimentation

Site d'échantillonnage des moules *M. galloprovincialis*

Dans le cadre de la présente étude, les échantillons analysés ont été collectés auprès d'une ferme mytilicole située dans la lagune de Bizerte (figure 1) dans la région Nord- Est de la Tunisie entre 37°8' et 37°14' de latitude Nord et entre les longitudes 9°46' et 9°56' de longitude Est (Souissi, 1981). Il s'agit de spécimens de taille commerciale prélevés *in situ* au niveau des bassins d'épuration de la ferme.

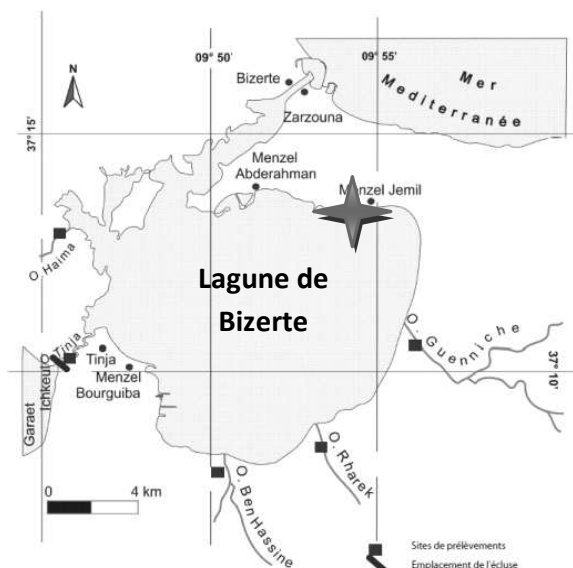


Figure 1: Site d'échantillonnage de la moule *M. galloprovincialis*

Préparation pour le stockage des moules à l'état vivant

Pour éviter le stress thermique, toutes les expériences ont été effectuées dans une chambre thermostatée à la température (16 ± 1 °C) comparable à la température dans les bassins d'épuration ($16-18^\circ\text{C}$) de la ferme mytilicole à partir de laquelle l'échantillonnage a été effectué. A l'arrivée des échantillons au

laboratoire, les individus morts ont été éliminés. Les spécimens vivants ont été soigneusement nettoyés, et répartis dans des bacs remplis de 15 litres d'eau de mer filtrée de salinité 35psu, de pH 8 et d'oxygène dissous 0.7mg/L (Tableau I) comparable aux conditions de stockage dans la station d'épuration.

Tableau I: Conditions de stockage des moules *Mytilus galloprovincialis* à l'état vivant dans la chambre thermostatée

Paramètres	Conditions dans la chambre thermostatée
Température	16 ± 1 °C
pH	8
Salinité	35 psu
Oxygène dissous	0.7 mg/L

Les bacs ont été lavés soigneusement et l'eau de mer a été renouvelée de façon journalière.

Alimentation

Les expériences d'alimentation ont commencé après 3 à 4 jours de stockage des moules à l'état vivant sans alimentation. Temps nécessaire pour s'assurer de la

stabilité de l'état physiologique des moules et minimiser les effets de stress subit lors de leurs déplacements de Bizerte à Tunis sur les expériences d'alimentation.

Le tableau II ci-dessus présente le protocole expérimental suivi lors des différentes expériences d'alimentation des moules *M. galloprovincialis*.

Tableau II: Protocole expérimental des différentes expériences d'alimentation des moules *M. galloprovincialis* ; (MA : Moules alimentées)

Différents régimes alimentaires : <i>E.intestinalis</i> / Cendre	Différents régimes alimentaires : <i>E.intestinalis</i> / <i>U.sp</i>
Lot 1 : Moules: début de l'expérience (T ₀)	Lot 1 : Moules: début de l'expérience (T ₀)
Lot 2 : Moules sans alimentation (SA)	Lot 2 : Moules sans alimentation (SA)
Lot 3 : MA : <i>E.intestinalis</i>	Lot 3 : Moules alimentées <i>E.intestinalis</i>
Lot 4 : MA : <i>E.intestinalis</i> + cendre d'argile	Lot 4 : MA: 75% <i>E.intestinalis</i> + 25% <i>U. sp</i>
Lot 5 : MA : <i>E.intestinalis</i> + argile frais	Lot 5 : MA : 75% <i>E.intestinalis</i> + 25% <i>U. sp</i>

Détermination de l'indice de condition

L'indice de condition (IC) d'un bivalve, permet d'évaluer la qualité ainsi que l'état de l'activité

physiologique de l'individu, d'où l'importance de cet indice (Lucas *et al.*, 1985)

Il existe plusieurs méthodes pour le calculer. Dans cette étude, l'indice de condition a été calculé suivant la méthode de (Besse & Mazurié, 2003)

$$IC = \left(\frac{\text{Masse chair égoutée}}{\text{Masse totale de l'individu}} \right) \times 100$$

RESULTATS ET DISCUSSION

Moules alimentées par *E.intestinalis* avec additifs alimentaire : Argile frais et cendre d'argile

L'alimentation des moules a été effectuée durant le mois de juin. Les résultats obtenus (Tableau III) ont montré une amélioration de l'indice de condition des moules alimentées avec la poudre algale séchée *E.intestinalis* (19.53%) par rapport à l'indice de conditions des moules témoins prélevées au début de l'expérience (16.86%). L'ajout des additifs

alimentaire qui sont le cendre d'argile et l'argile frais n'a pas montré d'effet significatif sur la variation de l'indice de condition (16.63 et 16.26 % respectivement) par rapport aux moules de T₀. Selon des recherches effectuées sur des bivalves filtreurs, l'effet d'une alimentation mixte (algue plus argile) sur le taux de clairance de l'eau par les moules peut varier selon la teneur en matière organique du mélange ainsi que les concentrations utilisées pour les différents constituants (Widdows et Fieth., 1979 ; Griffith,1980 ; Bricel et Malouf, 1984).

Tableau III: Détermination de l'indice de condition des moules *M.galloprovincialis* après 10 jours d'alimentation selon le régime alimentaire adopté

Alimentation	Indice de condition (%)
Moules: Début de l'expérience (T₀)	16,86 ^a
Moules sans alimentation (SA)	15,05 ^a
MA <i>E.intestinalis</i> (MA EI)	19,53 ^c
MA <i>E.intestinalis</i>+ cendre d'argile	16,63 ^a
MA <i>E.intestinalis</i>+ argile frais	16,26 ^a

MA : Moules alimentées ; Les lettres différentes indiquent une différence significative

Moules alimentées par *E.intestinalis* avec additif alimentaire *Ulva.sp*

L'alimentation des moules a été effectuée durant le mois de juillet. Les résultats obtenus (Tableau IV) ont montré un maintien de l'indice de condition des moules alimentées avec la poudre algale séchée *E.intestinalis* (19.15%) par rapport à l'indice de condition des moules au début de l'expérience (20.79%). L'ajout de l'additif alimentaire qui est *Ulva sp* à différentes concentrations (25%, 50%,75%) n'a pas montré d'effet significatif sur la variation de l'indice de condition (19.38%, 17.94%, 19.08%) respectivement par rapport à T₀. Les moules sans alimentation ont présenté une diminution significative

de leur indice de condition (16.89%) par rapport à T₀ (Tableau IV). Sachant que les organismes filtreurs, adaptent des réponses physiologiques différentes par des taux de clairance variables selon la qualité biochimique de l'aliment (Gardner, 2002), ces résultats peuvent être expliqués par la variation de la charge de matière organique contenue dans le mélange alimentaire tenant compte que selon différentes études effectuées sur la composition biochimique des macroalgues vertes, il s'est avéré que la macro algue *Ulva sp* est significativement plus riche en protéines que *E.intestinalis* qui est significativement plus riche en hydrates de carbone (Parthiban *et al.*, 2013).

Tableau IV: Détermination de l'indice de condition des moules *M.galloprovincialis* après 10 jours d'alimentation selon le régime alimentaire adopté

Alimentation	Indice de condition (%)
Moules: Début de l'expérience (T ₀)	20,79 ^a
Moules sans alimentation (SA)	16,89 ^b
MA <i>E.intestinalis</i> (MA EI)	19,15 ^{c,a}
MA 75% <i>E.intestinalis</i> + 25% <i>U. sp</i>	19,38 ^{c,a}
MA 75% <i>U. sp</i> + 25% <i>E.intestinalis</i>	19,08 ^{c,a}
MA 50% <i>U. sp</i> + 50% <i>E.intestinalis</i>	17,94 ^c

MA : Moules alimentées ; Les lettres différentes indiquent une différence significative

CONCLUSION

En Conclusion, on a pu constater que l'indice de condition des moules sans apport alimentaire diminue significativement au bout de 10 jours. Par contre, un maintien de la masse pondérale des spécimens alimentés avec la poudre algale *E.intestinalis* a été observé.

Les moules alimentées par les différents additifs alimentaires : argile frais, cendre d'argile et la macro algue séchée *Ulva sp*, ajoutés avec la poudre algale *E.intestinalis* n'ont pas montré un effet significative sur la variation de l'indice de condition par rapport aux moules alimentées seulement par la poudre algale séchée *E.intestinalis*.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été mené dans le cadre du projet transfrontalier BIOVecQ PS1.3_08 co-financé par l'UE.

BIBLIOGRAPHIE

- ALOU-BEJAOU, N., Le PENNEC, M., REZGUI, S., & MAAMOURI, F. (2002). Influence du cycle de reproduction et des conditions du milieu sur la croissance pondérale de *Mytilus galloprovincialis* basée sur l'utilisation d'un animal standard. *Marine life*, 12(1-2), 47-57.
- BEJAOU-OMRI, A, BEJAOU, B., HARZALLAH, A., ALOUI BEJAOU, N., EL BOUR, M., & ALEYA, L. (2014). Dynamic energy budget model: a monitoring tool for growth and reproduction performance of *Mytilus galloprovincialis* in Bizerte Lagoon (Southwestern Mediterranean Sea). *Environmental Science and Pollution Research*, 21: 13081-13094.
- BESSE T. & MAZURIE J. (2003). Mise au point d'un protocole standard utilisant la cuisson au four à micro-ondes pour la mesure d'un indice

- de condition de moules.
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00014/12479/>
- BRICEL, J. V. M & MALOUF, R. E. (1984). Influence of algal and suspended sediment concentrations on the feeding physiology of the hard clam *Mercenaria mercenaria*. *Marine Biology.*, 84(2) : 155-165.
- CARRINGTON, E., MOESER, G.M., DIMOND, J., MELLO, J.J., & BOLLER, M.L. (2009). Seasonal disturbance to mussel beds: field test of a mechanistic model predicting wave dislodgment. *Limnol. Oceanogr.* 54: 978-86.
- CTA (2011). Des ressources Hydrauliques et de la Pêche.
<http://www.ctaquaculture.tn/index.php?id=86>
- DGPA (1995). Plan Directeur de l'Aquaculture en Tunisie. Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), Ministère de l'Agriculture, République Tunisienne. 179.
- FUENTES, A., FERNÁNDEZ-SEGOVIA, I., & ESCRICHE, I. (2009). Comparison of physico-chemical parameters and composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) from different Spanish origins. *Food Chemistry.*, 112 (2): 295-302.
- GARDNER, J.P.A. (2002). Effects of seston variability on the clearance rate and absorption efficiency of the mussels *Aulacomya maoriana*, *Mytilus galloprovincialis* and *Perna canaliculus* from New Zealand. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.*, 268: 83-101.
- GRIFFITHS R. J. (1980). Natural food availability and assimilation in the bivalve *Choromytilus meridionalis*. *Marine Ecology Progress Series*, 3151-156.
- HELMUTH, B., HARLEY, C.D.G., HALPIN P.M., O'DONNELL, M., HOFMANN, G.E., & BLANCHETTE, C.A. (2002). Climate change and latitudinal patterns of intertidal thermal stress. *Science*, 298:1015-1017.
- LUCAS A. & BENINGER P. G., (1985). The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*. 44: 187-200.
- OKUMUŞ, İ., & STIRLING H.P. (1998). Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 159 (3): 249-261.
- OLIVEIRA, A.R., SYKES, A.V., HACHERO-CRUZADO, I., AZEITEIRO, U.M., & ESTEVE, E. (2015). A sensory and nutritional comparison of mussels (*Mytilus* sp.) produced in NW Iberia and in the Armona offshore production area (Algarve, Portugal). *Food chemistry*, 168: 520-528.
- ORBAN E., LENA D.I., NEVIGATOT G., CASINI I., MARZETTI A., & CAPRONI R. (2002). Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Journal of Food Chemistry*. 77: 57-65.
- PARITHBAN, C., SARANYA, C., GIRIJA K., HEMALATHA, A., SURESH, M., & ANANTHARAMAN, P. (2013). Biochemical composition of some selected seaweeds from Tuticorin coast. *Adv. Appl. Sci. Res.* 4 (3):362-366.
- WIDDOWS, J.P., & FIETH, C.M. (1979). Worrall: Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.* 50:195-207.