

---

**CROSS-BORDER REGIONS COLLABORATE FOR BLUE GROWTH**  
**PART 2 – INDICATORS (FACTORS) INFLUENCING THE LIFE CYCLE OF**  
**BIOCENOSIS ORGANISMS**

---

**Prof. Magdalena Mitkova, Assoc. Prof. Yancho Hristov, Assist. Prof. Antonia Ilieva, Assist. Prof. Ganka Kolchakova**  
Faculty of Technical Sciences  
University “Prof.d-r Asen Zlatarov”, Burgas, Bulgaria  
E-mail: janchrist@abv.bg

**Abstract:** *Black Sea, with its water catchment area and coastal ecosystems, could be considered as a laboratory of global importance for fundamental science, sustainability policy and blue economy. The occurring changes in the ecosystems also have an impact on the development of the biocoenotic organisms inhabiting them. The present study examines abiotic factors (indicators) such as: sediment, temperature, salinity, hydrodynamic turbidity and heavy metals, which are essential for the life cycle of biocenosis organisms that affect the shell of the *Rapana venosa*, *Valencienne*; *Chamelea gallina* and *Donax trunculus*.*

**Keywords:** *Black sea, Biocenosis organisms, Rapana Venosa, Mussels, Shells*

## **ВЪВЕДЕНИЕ**

Черно море и прилежащите му екосистеми са ресурс от огромно значение за всички черноморски страни. Неговото изследване с цел опазване и устойчиво потребление, са задача на научните и изследователски организации от черноморските страни, а когато тези дейности са в партньорство – тяхната стойност и значимост се повишава (Pokazeev K. et al, 2021).

Настоящото проучване е свързано с определяне на основни фактори (индикатори), оказващи влияние върху жизнения цикъл на черупчести биоценозни организми - Рапан (*Rapana venosa*, *Valencienne*), Черна мида (*Mytilus galloprovincialis*), Бяла мида (*Chamelea gallina*) и (*Donax trunculus*): тип и качество на седимента; хидродинамика; соленост; температура; мътност; тежки метали.

## **ИЗЛОЖЕНИЕ**

### **➤ Тип и качество на седимента.**

Рапанът (*Rapana venosa*, *Valencienne*) (Фиг. 1) обитава различни дълбочини, но най-висока плътност показва на твърди сидементи – камъни, скали и уплътнен пясък до 30 m дълбочина или в мидените полета на тинестата зона. Установено е, че природата на бентосната зона (скалиста или пясъчна) влияе върху морфологични параметри на черупката: дължина (*L*), ширина (*w*), дебелина (*th*) и маса (*m*). Според проучвания, рапана заема местообитания от скалисти седименти докато достигне дължина на черупката (*L*) до около 70 mm и след това мигрира в по-дълбоки местообитания с пясъчни или кални субстрати.

Проучванията показват, че черупки, намерени върху смесено скалисто-пясъчен субстрат изглеждат по-ерозирани от тези на пясъчния. В сравнение с обектите на пясъчното дъно, рапани, обитаващи вълноломи изграждат по-дебела черупка, следствие от наличието на богат хранителен ресурс (Sereanu V. et al, 2016; Bondarev I., 2013).

Черната мида (*Mytilus galloprovincialis*) е най- широко разпространена пред българския бряг на Черно море (Фиг. 2). В откритите участъци на морето се среща на дълбочина до 65 m, а в заливите се намира на дълбочина до 15-20 m.



Фиг. 1. Изглед на рапани на една и съща възраст от смесен скалисто-пясъчен (в ляво и в дясно) и пясъчен субстрат (в средата) (Sereanu V., et al, 2016)



Фиг.2. Черна мида *Mytilus galloprovincialis*

Мидите имат важна роля за нормалното функциониране на екосистемата, изразяваща се в следното:

- ❖ Висока филтрационна способност. Средно размерна мида филтрира около 3 l/h при температура 20°C. Консумира планктон и детрит, при което повишава прозрачността на водата;
- ❖ Акумулира метали и други химични субстанции, които се изваждат от кръговрата на веществата и се блокират по време на индивидуалния жизнен цикъл;
- ❖ Мидните обраствания и полета създават специфичен биотоп, който се обитава от различни хидробионти, които поддържат биоразнообразието в морето и влизат в естествената хранителна база на дънни и пелагични риби;



Фиг.3. Бяла мида (*Chamelea gallina*)



Фиг.4. Бяла мида (*Donax trunculus*)

Белите миди (фиг. 3 и 4), от гледна точка на гранулометрията на седиментите предпочитат предимно пясъчен субстрат - около 70-80% пясък и около 20% тиня или глина.

#### ➤ Хидродинамика

Представлява фундаментален параметър в растежа и оцеляването на видовете, които предпочитат области с текуща скорост между 0,3 и 1 m/s. Прякото действие на вълните, преобладаващите ветрове и всякакви морски бури, би могло да доведе до намаляване или спиране на филтрационния процес на двучерупчести. Вълната трябва да гарантира хидродинамика, адекватна на биомасата.

➤ **Температура**

Установено е, че видовете, живеещи при ниски температури на морската вода имат по-тънки черупки от тези от по-топли местообитания.

Рапанът (*Rapana venosa*) издържа на температурни промени от 0 до 30°C. Годишният жизнен цикъл на *Rapana venosa* се състои от три основни етапа, които са свързани с изпълнението на основни жизнени функции при сезонни колебания в температурата. През зимата, когато температурата на водата спадне под 8°C, рапана забавя физиологичните процеси и издържа студения сезон, ровейки се в земята и излизайки на повърхността за храна около 1-2 пъти месечно. През пролетта при затопляне на водата над 9-10°C *Rapana venosa* започва да се активира и храни активно, а след края на август - септември *Rapana venosa* мигрира към местата за хранене.

През лятото в Черно море, *Rapana venosa* се среща на дълбочина 20-30 m, а понякога се спуска до 40 m, в рамките на които температурата намалява рязко от 15,7 на 9,3 °C (Bondarev I., 2013).

Белите и черни миди показват непрекъснат растеж през годината, предпочитайки температури между 15 и 25 °C. Под този диапазон скоростта на филтриране намалява и при температури < 6 °C и мекотелите навлязат в състояние на физиологична летаргия, която води до спиране на растежа им. Високите температури (> 28°C) също са вредни. При отсъствието на адекватен обмен на вода и кислород могат да възникнат дистрофични процеси във водното пространство, които причиняват продължителна смърт.

➤ **Соленост**

Рапанът (*Rapana venosa*, *Valencienne*) е пренесен от акваторията на Тихия океан със соленост на водата (34-36%), живее безпроблемно в Черноморския басейн (14-18%), среща се и в Азовско море, където солеността е от 8 до 12%.

Солеността на водата е важен фактор за разпространението и активността на *Rapana venosa*, и за възможността за образуване на черупката. Най-вероятно, благоприятната за *Rapana venosa* соленост е 15-22 ‰, при която оцеляването на популацията на малките рапани е максимална. В Черно море солеността на водата варира в тези граници и е средно около 18 ‰. Тъй като мекотелите получават калций за изграждане на черупки от водна среда (храна и вода), е възможно да се приеме, че съществува връзка между солеността на водата и възможността за образуване на дебела черупка (Bondarev I., 2013).

Мекотелите, са в състояние да изолират своите собствени вътрешни условия на минерално образуване от външна среда. Разликата между солеността на външната среда и вътрешната кухня на тялото за мекотели обикновено е 1-3 ‰. Изследванията показват, че *Rapana venosa* е в състояние ефективно да регулира условията, които са различни от външния околнен свят. Този факт е от решаващо значение при адаптирането на *Rapana venosa* при различна соленост и възможност за образуване на дебела черупка.

Калциевият карбонат е „строителния“ материал за изграждане на черупката на мекотелите, поради което съдържанието на калций във водата определят потенциала за образуване на черупката. Съществува категорично мнение, че увеличаването на калциеви соли във водата до определени граници води до удебеляване на черупките на мекотелите. Съдържанието на калциеви йони в морската вода не е постоянно и зависи от солеността ѝ, която се образува от натриеви и калиеви соли. Сезонният приток на прясна вода от крайбрежния отток и валежите могат съществено да променят солеността и съотношението на солите в морската вода. Най-голямото въздействие за обезсоляването има повърхностния слой, но колебанията в стойностите в долният воден слой също могат да бъдат значителни. Повечето морски калцификатори могат да повишат рН на течността и концентрация на карбонатни йони на мястото на кристала нуклеация, който позволява синтеза на черупки и / или скелети, дори когато външните параметри на морската вода са термодинамично неблагоприятни за образуването на CaCO<sub>3</sub>. За да изградят скелети, мекотелите изпомпват калциевите йони от морска вода. В мекотелите, екстрацелиалната течност има концентрация на Ca<sup>2+</sup> по-висока от морската вода, обикновено с 15–25%.

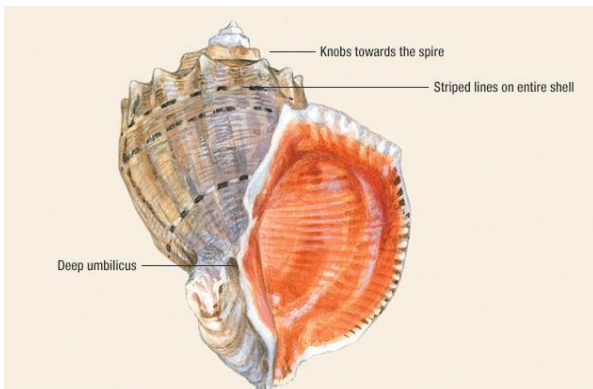
Мидите са животни, които могат да растат правилно в широк диапазон на соленост (15 - 35‰). В случай на ранни стадии (ларви, малки семена), солеността трябва да е над 17‰. Максимални стойности на солеността се отчитат през лятото, вследствие на по-голямото изпарение и намаляването на водоснабдяването от реките (Bondarev I., 2013; Mann R. et al, 2003; Mann R. et al, 2004).

➤ **Мътност**

Честотата на филтрация на двучерупчестите варира в зависимост от количеството и качеството на частиците, налични в суспензията, както и в състоянието на параметрите в околната среда (главно температура и соленост). Над или под оптималният диапазон организмите имат тенденция да намаляват скоростта на филтриране. Всички видове двучерупчести има различна чувствителност при толериране на мътността, присъстваща във водата. В диапазона от 0-20 mg/l на суспендирани частици се счита за оптимален за бялата мида, докато стойността от 100 mg/l съответства на лимита на живот.

➤ **Тежки метали**

Биоакумулирането на тежки метали, метали и минерали в морето може да е фактор, който влияе върху вариациите на външния вид на черупката на рапана. Външната украса на черупката включва гладки спираловидни ребра, които завършват с правилни копчета както в рамото, така и в периферията на вихъра на тялото (Фиг. 5 и 6). Освен това се пресичат фини спираловидни хребети от ниски вертикални нишки.



Фиг. 5. Външна обвивка на рапан, обозначаваща копчета със ивичести линии и дълбок канал

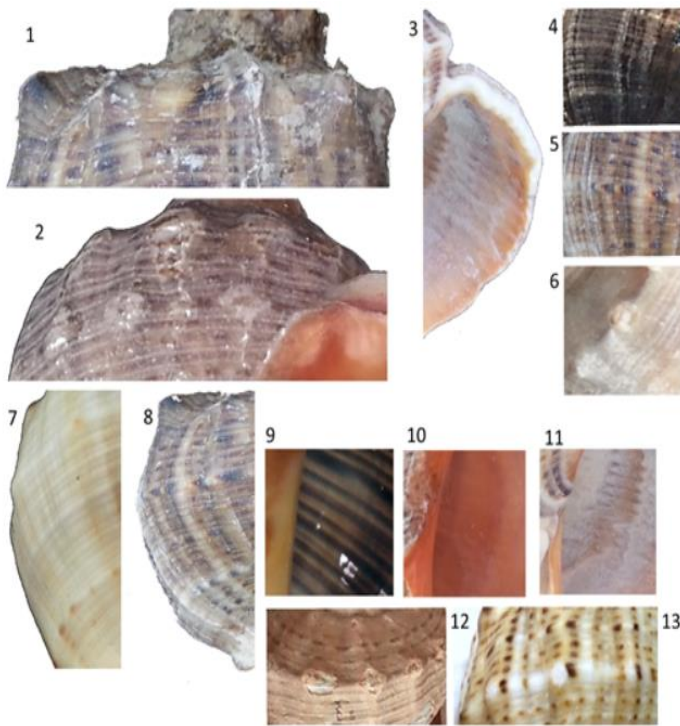


Фиг. 6 Външна украса на рапан

Биологичните фактори на околната среда като снабдяване с храна, вода, соленост, рСО<sub>2</sub> и температурата също могат да повлияят на химичния и минерален състав на черупките (Sereanu V et al, 2018; Schifano G.,1982; Cohen A.L. et al, 1992; Gofredo S. et al, 2014). Sereanu V et al, 2018 изследват концентрациите на токсични метали, които могат количествено да варират и наличието на които има съответен принос за цвета на черупката на рапани (Фиг. 7). Забелязано е, предпочитание на *Rapana venosa* по отношение на натрупване на минерали в черупките, в низходящ ред на концентрация, както следва: Cr> Ni> Al> Zn> Mn. Поредицата от намерени преходни метали: Cr, Fe, Mn, Ni, Mo, биха могли да бъдат отговорен за цвета на черупката.

Установено е, че само Cr и Ni действат като основни хромофорни йони, способни да предадат специфични оцветяващи характеристики за видовете, взети от различни морски брегове. Докато Fe и Mn имат много ниска абсорбция във видимата област, йоните на Cr и Ni могат да допринесат за цветовете тонове на черупките: Cr<sup>6+</sup> - оранжево, Cr<sup>3+</sup> - зелено, Ni<sup>2+</sup> - жълто, Ni<sup>3+</sup> - зелено.





Фиг. 7. Черупка морфологична и фенотипна характеристики, оценени чрез кодиране на външния вид:

- 1 - изразени копчета на черупката;
- 2 - не изразени копчета на черупки;
- 3 - не изразени маргинални зъби;
- 4 - тъмен цвят на външната обвивка;
- 5 - кафяв цвят на външна обвивка;
- 6 - светлокафяв цвят на външната обвивка;
- 7 - едва забележими черупкови ивици или вени;
- 8 – добре изразени черупкови ивици или вени;
- 9 - цвят на блендата, тъмни ивици на беззникава основа;
- 10 – оранжев цвят на отвора;
- 11 - бял цвят на блендата;
- 12 – ерозирана черупка;
- 13 - цялостна черупка (Sereanu V. et al, 2018).

Замърсяването с тежки метали има много по-силно влияние върху диафрагмата (мекотелото), отколкото върху външния цвят на черупката. Следователно, малко по-ниски концентрации на метали (за проби от смесено скалисто-пясъчен седимент), по - специално Cr и Ni, както и малко по-високите концентрации на Ca се свързват с по-бледият и по-светъл цвят на черупката (светлокафяв), както и едва забележими черупкови ивици. Популации, открити върху твърди скални субстрати са с предимно тъмно оцветени черупки, докато популациите на пясък показват по-висока честота на бяло или бледокафява черупка. Това изследване е оригинален подход за анализ на морфологичните и фенотипични характеристики в потвърждение с химичен анализ на минералите на черупките на *Rapana venosa*, разкривайки, че биоакмулирането на някои тежки метали (Ni, Cr) засяга и черупката на гастропода (Sereanu V. et al, 2018; Savini D. et al, 2006; Mann R. et al, 2000; Castelazzi M. et al, 2007; Culha M. et al, 2009).

## ИЗВОДИ

Разгледаните индикаторите, оказват съществено влияние върху жизнения цикъл на диафрагмата (мекотелото). Установено е, че в следствие от наличието на по-богат хранителен ресурс рапана, показва най- висока плътност на твърди сидеманти – камъни, скали и уплътнен пясък до 30 m дълбочина. Белите миди предпочитат предимно пясъчен субстрат - около 70-80% пясък. Хидродинамиката представлява фундаментален параметър в растежа и оцеляването на биоценозните видове, като вълната трябва да е адекватна на биомасата (предпочитане с текуща скорост между 0,3 и 1 m/s). Рапанът (*Rapana venosa*) издържа на температурни промени от 0 до 30°C, докато за белите и черни миди оптималните за растеж и развитие температури са между 15 и 25 °C. Калциевият карбонат е „строителния“ материал за изграждане на черупката на мекотелите, а съдържанието на калциеви йони в морската вода зависи от солеността ѝ. Най- благоприятната за *Rapana venosa* соленост е 15-22 ‰, при която оцеляването на популацията на малките рапани е максимална. Мидите, могат да растат в широк диапазон на соленост (15 - 35 ‰). При индикаторът мътност-диапазона от 0-20 mg/l на суспендирани частици се счита за оптимален за бялата мида, като количеството и качеството на частиците са свързани с параметрите в околната среда (температура и соленост). Замърсяването с тежки метали силно влияние върху диафрагмата (мекотелото), отколкото върху външния цвят на черупката.

Вариациите в черупките на биоценозните организми и външния им вид се влияе: от генетичните фактори; от морския бентосен субстракт и от условията на околната среда – тежки метали, хидродинамика и соленост. Биологичните фактори на околната среда като снабдяване с храна, вода, соленост, рСО<sub>2</sub> и температурата също влияят на химичния и минерален състав на черупките.

### БЛАГОДАРНОСТ

Това проучване е извършено с финансовата подкрепа от стратегическия проект „Трансграничните региони сътрудничат за СИН РАСТЕЖ” (BLUE GROWTH COLLABs) СВ005.3.12.001, изпълняващ се изпълнява от бургаския университет „Проф. Д-р Асен Златаров” и Тракийски университет – Одрин с финансиране от управляваната от Министерството на регионалното развитие и благоустройството програма Interreg - ИПП България - Турция 2014 - 2020 г.

### REFERENCES

- Castelazzi, M., Boll. Malacol., 43, 2007, p. 103.
- Culha, M., Bat, L., Dodan, A., Dabli, E., J. Anim. Vet. Adv., 8, no.1, 2009, p. 51.
- Cohen, A.L., Branch, G.M., Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 91, 1, 1992, p. 49.
- Gofredo, S., Prada, F., Caroselli, E., Capaccioni, B., Zaccanti, F., Pasquini, L., Fantazzini, P., Fermani, S., Reggi, M. Levy, O., Fabricius, K.E., Dubinsky, Z., Falini, G., Nat. Clim. Chang., 4, no. 7, 2014, p. 593.
- Igor P. Bondarev, Ecomorphological Analyses of Marine Mollusks' Shell Thickness of *Rapana venosa* (VALENCIENNES, 1846) (Gastropoda: Muricidae), International Journal of Marine Science 2013, Vol.3, No.45, 368-388.
- Mann R., and Harding J.M., Salinity tolerance of larval *Rapana venosa*: implications for dispersal and establishment of an invading predatory gastropod on the North American Atlantic Coast, Biological Bulletin, 204: 2003,96-103.
- Mann R., Occhipinti A. and Harding J.M (Editors), Alien species alert: *Rapana venosa* (veined whelk), ICES Cooperative Research Report 264, ICES, 2004, p. 14.
- Mann, R., Harding, J.M., Biol. Invasions, 2, no. 1, 2000, p. 7.
- Pokazeev K., Sovga E., Chaplina T. (2021) Main Natural and Anthropogenic Sources of Pollution of the Black Sea, Its Shelf Zones and Small Water Reservoirs. In: Pollution in the Black Sea. Springer Oceanography. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61895-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61895-7_9)
- Savini, D., Occhipinti-Ambrogi, A., Helgol. Mar. Res., 60, no. 2, 2006, p. 153.
- Schifano, G., Chem. Geol., 35, no. 3-4, 1982, p. 321.
- Sereanu V., I. Meghea, G. Vasile, M. Simion, M. Mihai, Morphology and chemical composition relation of *Rapana thomasiana* shell sampled from the Romanian Coast of the Black Sea, Continental Shelf Research 126 (2016), 27–35.
- Sereanu V., I. Meghea, G. Vasile, M. Mihai, Environmental Influence on *Rapana venosa* Shell Morphotypes and Phenotypes from the Romanian Black Sea Coast, REV.CHIM.(Bucharest), 69, No. 1, 2018.
- [https://primorsko.bg/wpcontent/uploads/2020/02/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82-%D0%B1%D1%8F%D0%BB%D0%B0-%D0%BC%D0%B8%D0%B4%D0%B0-14.-11.-2019.pdf](https://primorsko.bg/wpcontent/uploads/2020/02/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D0%BD_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82-%D0%B1%D1%8F%D0%BB%D0%B0-%D0%BC%D0%B8%D0%B4%D0%B0-14.-11.-2019.pdf)