
REVIEW ON SOME RISKS TO HUMAN HEALTH RELATING TO THE CONSUMPTION OF MUSSELS OBTAINED IN THE WATERS BEFORE THE BULGARIAN BLACK SEA COAST

Iliyan Kostov

Risk Assessment Center on Food Chain, Bulgaria, irkostov@mzh.government.bg

Abstract: Mussels are a favourite delicacy for many people, and at the same time they are a nutritious food. They contain high-quality animal protein, which is similar to that of milk and eggs, as well as other essential nutrients such as omega-3 fatty acids. Mussels are low in saturated fat and are an important source of some essential trace elements such as selenium, iron and zinc. At the same time, mussels can be carriers of foodborne diseases and poisonings (intoxications) when they are contaminated with microbial pathogens and marine biotoxins.

The unique biology of mussels (filter nutrition and ability to accumulate ingested substances), as well as the practice of consuming molluscs raw or after light heat treatment, contribute to human vulnerability to foodborne illness and intoxication. In the filter diet, mussels ingest seaweed and the pathogens and toxin-producing microalgae it contains, accumulating it in their body. Contaminated mussels create a potential epidemic situation, as a result of which they play a significant role in the occurrence of bacterial and viral foodborne infections and cause poisoning by marine biotoxins. Ensuring good seawater quality in mussel production areas is the basis for reducing the risk of diseases arising from the consumption of contaminated mussels. The sources of most pathogens are seawater contaminated with animal or human faeces. Marine biotoxins are highly toxic substances and are synthesized by some species of microscopic algae (phytoplankton). Ensuring good seawater quality in mussel production areas is the basis for reducing the risk of diseases caused by the consumption of contaminated mussels.

The bivalve molluscs, incl. and mussels are a high-risk food, as they can easily live in polluted waters and accumulate through their filter food available pathogenic microorganisms (bacteria, viruses and parasites), marine biotoxins and other chemical pollutants (heavy metals, dioxins, furans, polycyclic aromatic hydrocarbons). Some of these hazards occur naturally in the marine ecosystem and are therefore unavoidable pollutants to mussels. Other hazards occur in mussels as a result of pollution of seawater by human activities (anthropogenic pressure) and natural phenomena.

The purpose of this review is to provide information on the dangers to human health that can be transmitted to humans from the consumption of mussels, their adverse effects on consumer health, and the prevention of these diseases by reducing the risk of contamination of live mussels, with pathogenic microorganisms and marine biotoxins.

In conclusion, we can draw the following conclusions:

1. During the initial selection of production areas, a sanitary survey shall be carried out by the competent authorities to determine the type and number of sources of pollution as well as the manner of pollution of seawater. These studies should be periodically updated on the basis of the results of water monitoring in production areas.
2. Mussels coming from areas which, on the basis of thorough examination and systematic monitoring, have been found free from pathogenic micro-organisms and which meet health standards for biotoxins, microbiological criteria and the maximum permissible levels for chemical pollutants laid down in EU legislation.

Keywords: mussel consumption, risks, risk assessment

ПРЕГЛЕД НА ПОТЕНЦИАЛНИ ОПАСНОСТИ ЗА ЧОВЕШКОТО ЗДРАВЕ, СВЪРЗАНИ С КОНСУМАЦИЯТА НА МИДИ, ДОБИТИ ВЪВ ВОДИТЕ ПРЕД БЪЛГАРСКИЯ БРЯГ НА ЧЕРНО МОРЕ

Илиян Костов

Център за оценка на риска по хранителната верига, irkostov@mzh.government.bg

Резюме: Мидите са любим деликатес за много хора, като същевременно са и питателна храна. Те съдържат висококачествен животински протеин, който е подобен на този на млякото и яйцата, както и други основни хранителни вещества като омега-3 мастни киселини. Мидите са с ниско съдържание на наситени мазнини и са важен източник на някои основни микроелементи, като селен, желязо и цинк. Същевременно, мидите могат да бъдат преносители на причинители на хранителни заболявания и отравяния (интоксикации), когато са замърсени с микробни патогени и морски биотоксини.

Уникалната биология на мидите (филтърно хранене и способност да акумулират погълнатите вещества), както и практиката мекотелите да се консумират в суров вид или след лека термична обработка, допринасят за уязвимостта на хората към хранителни заболявания и интоксикации. При филтърното хранене, мидите поглъщат с морската вода и съдържащите се в нея патогени и токсин продуциращи микроводорасли, като ги акумулират в тялото си. Замърсените миди създават потенциална епидемична ситуация, вследствие на което те играят съществена роля за възникването на бактериални и вирусни хранителни инфекции и причиняват отравяния с морски биотоксини. Осигуряването на добро качество на морските води в производствените райони за миди е основата за намаляване на риска от възникване на заболявания, възникнали след консумация на замърсени миди.

Източниците на повечето от патогенните микроорганизми са замърсените с животински или човешки фекалии морски води. Морските биотоксини са силно токсични вещества и се синтезират от някои видове микроскопични водорасли (фитопланктон). Осигуряването на добро качество на морските води в производствените райони за миди е основата за намаляване на риска от възникване на заболявания, възникнали след консумация на замърсени миди.

Двучерупчестите мекотели, в т.ч. и мидите, са храна с висок риск, тъй като могат безпроблемно да живеят в замърсени води и да акумулират чрез филтърното си хранене налични болестотворни микроорганизми (бактерии, вируси и паразити), морски биотоксини и други химични замърсители (тежки метали, диоксини, фурани, полициклически ароматни въглеводороди). Някои от тези опасности се срещат в естествен вид в морската екосистема, поради което представляват неизбежни замърсители на мидите. Други опасности попадат в мидите в резултат на замърсяването на морските води от човешките дейности (антропогенен натиск) и от природни явления.

Целта на настоящия обзор е да се предостави информация за опасностите за човешкото здраве, които могат да бъдат пренесени до хората при консумация на миди, тяхното неблагоприятно въздействие върху здравето на консуматорите, както и за превенцията на тези заболявания чрез намаляване на риска от замърсяване на живите миди, с патогенни микроорганизми и морски биотоксини.

В заключение можем да направим следните изводи:

1. При първоначалния подбор на производствените райони следва да се извърши санитарно проучване от компетентните власти, за да се определят вида и броя на източниците на замърсяване, както и начина на замърсяване на морската вода. Тези проучвания следва периодично да се актуализират въз основа на резултатите от провеждания мониторинг на водата в производствените райони.

2. На пазара следва да се предлагат миди, които идват от райони, за които на базата на задълбочено обследване и систематично наблюдение е установено, че не са замърсени с патогенни микроорганизми и които отговарят на здравните стандарти за съдържание на биотоксини, на микробиологичните критерии и на максимално допустимите нива за химични замърсители, установени в законодателството на ЕС.

Ключови думи: консумация на миди, рискове, оценка на риска.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Мидите са любим деликатес за много хора, като същевременно са и питателна храна. Те съдържат висококачествен животински протеин, който е подобен на този на млякото и яйцата, както и други основни хранителни вещества като омега-3 мастни киселини. Мидите са с ниско съдържание на наситени мазнини и са важен източник на някои основни микроелементи, като селен, желязо и цинк. Същевременно, мидите могат да бъдат преносители на причинители на хранителни заболявания и отравяния (интоксикации), когато са замърсени с микробни патогени и морски биотоксини.

България разполага с 378 км Черноморско крайбрежие, което предлага възможности за производство на миди (т.е. производство на миди от аквакултура и добиви от диво състояние). Същевременно, българският бряг е популярна дестинация за почивка и туризъм със 130 км туристически плажове. Черноморското крайбрежие се използва и за отвеждане на отпадъчни битови (фекални), селскостопански и индустриални води. Две големи индустриални морски пристанища, Варна и Бургас, упражняват също антропогенен натиск върху морската среда. Черно море е сред моретата от затворен тип (особено чувствителни на антропогенен натиск) и за него един от ключовите екологични проблеми е еутрофикацията. Екосистемата на Черно море претърпява значителни промени през годините, включително масови цъфтежи на фитопланктона.

2. ЦЕЛ

Целта на настоящия обзор е да се предостави информация за опасностите за човешкото здраве, които могат да бъдат пренесени до хората при консумация на миди, тяхното неблагоприятно въздействие върху здравето

на консуматорите, както и за превенцията на тези заболявания чрез намаляване на риска от замърсяване на живите миди, с патогенни микроорганизми и морски биотоксини.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Клас *Bivalvia* (Миди) са безгръбначни животни, които принадлежат към тип *Mollusca* (Мекотели). Мидите имат филтърно хранене. Те засмукват в мантийната празнина вода от околната среда, която съдържа хранителни частици, но и различни замърсители. Основната храна на мидите е морският фитопланктон (микроскопични водорасли). Поради този специфичен начин на хранене, мидите имат способността да задържат и натрупват (акумулират) приетите вещества и частици. Така, те се явяват своеобразен резервоар на болестотворни микроорганизми (бактерии, вируси и паразити) и на морски биотоксини, продуцирани от определени видове фитопланктон. Тези опасни за човешкото здраве агенти се приемат от хората при консумация на мидените ядки. Двучерупчестите мекотели са добре познати преносители на причинители на хранителни заболявания и интоксикации (т.нар. отравяния с черупчести мекотели).

Повечето **микробиологични замърсители** (болестотворни бактерии и вируси) се установяват в човешките и животинските екскременти (фекалии). Те могат да попаднат в морските води чрез отпадъчните води от битов, промишлен и селскостопански характер, чрез оттока на повърхностни и подпочвени води и чрез втока на реките. Като всеки хранителен продукт, мидите имат потенциал да пренасят болестотворните микроорганизми (бактерии, вируси и паразити) до консуматора, когато са се развивали в замърсени морски води. Според своя произход, патогенните бактерии, открити в морските мекотели, могат да бъдат разделени на три групи (таблица 2): бактерии, които естествено могат да присъстват във водите на местообитание на мидите; бактерии, присъстващи в околната среда като цяло и бактерии, които имат обичайно местообитание в чревния тракт на хора или животни. В зависимост от начина на постъпване на микробиологичните замърсители в морските води, източниците биват точкови и дифузни. Към точковите източници на замърсяване спадат заустванията на отпадъчни води, като пречиствателни станции и комунални канализации. При дифузното замърсяване болестотворните микроорганизми нямат точно определено място на постъпване в морето. Дифузните източници (т.е. от околната среда) на микробиологично замърсяване на крайбрежните води включват земеделска дейност, населени места със септични ями и без канализация, отток на дъждовни води, отпадни води от животновъдство, замърсени подземни води и почви и други.

Повечето **патогенни бактерии, които естествено обитават морските води**, принадлежат към семейство *Vibrionaceae*, което включва родовете *Vibrio*, *Aeromonas* и *Plesiomonas*. По принцип, тези бактерии не се свързват с фекалното замърсяване на морските води. Наличието им е по-високо през топлите летни месеци, по-специално, когато температурата на водата надвишава 15-20°C. По-голяма част от щамове на *V. parahaemolyticus* не са потагенни за хората. Хранителните инфекции от *V. parahaemolyticus* се причиняват главно от консумация на сурови или недостатъчно термично обработени морски мекотели. Мидите от сем. *Mytilidae* се смятат като средство за предаване на инфекцията до хората. Понастоящем, европейското законодателство (Регламент (ЕО) 2073/2005 и актовете, които го изменят) не установява специфични микробиологични критерии в храните по отношение на патогенните за човек *Vibrio*.

Plesiomonas shigelloides се среща естествено в околната среда, най-вече в сладководни повърхностни води, но също така се намира и в морските води. *P. shigelloides* са грам-отрицателни, пръчковидни бактерии. Те са факултативно анаеробни, подвижни и не образуват спори. Преди *P. shigelloides* е класифициран в семейство *Vibrionaceae*, но сега е част от семейство *Enterobacteriaceae*. *P. shigelloides* може да причини гастроентерит или екстраинтестинални инфекции.

Родът *Escherichia* е член на семейство *Enterobacteriaceae*, а *E. coli* е най-разпространеният аеробен организъм в чревния тракт на човека и топлокръвните животни, съдържат се до десетки милиони в 1 g чревно съдържимо. Повечето от щамове на *E.coli* са безвредни микроби, които колонизират чревния тракт и вероятно играят важна роля за поддържане на чревната физиология. *E.coli* постоянно се отделят в околната среда с фекалиите, поради което количеството им е показател за замърсяването ѝ с човешки и животински екскрети. Те са индикаторни микроорганизми с важно фекално-индикаторно значение за качеството на морската вода и се използват като критерий за определяне на фекалното замърсяване на водите в производствените райони и районите за повторно полагане, въз основа на което районите се класифицират в три класа А, Б и В. Само някои щамове от *E. coli* са патогенни за човека. От гледна точка на инфекциозната патология се разграничават ентеропатогенни, ентеротоксигенни, ентероинвазивни и ентерохеморагични *E. coli*.

***Salmonella* spp.** са неспорообразуващи Грам-отрицателни пръчковидни бактерии от семейство *Enterobacteriaceae*, които са широко разпространени в околната среда. Морските води не съдържат *Salmonella*, откриването ѝ е в резултат на замърсяване с човешки или животински екскрети. Миди,

обитаващи такива води, могат да акумулират достатъчно количество салмонелни бактерии, които да причинят хранително заболяване след консумация на мидите.

***Shigella* spp.** са неспорообразуващи Грам-отрицателни пръчковидни бактерии от семейство Enterobacteriaceae и са патогенни само за човека. Като правило те не се размножават в храните. Замърсените храни са само механично средство за предаване на шигелите до консуматора. Шигелите могат да преживеят във вода до 6 месеца и дълго време в мидите. Консумацията на замърсени миди може да причини бактериална дизентерия.

Вирусни чревни патогени

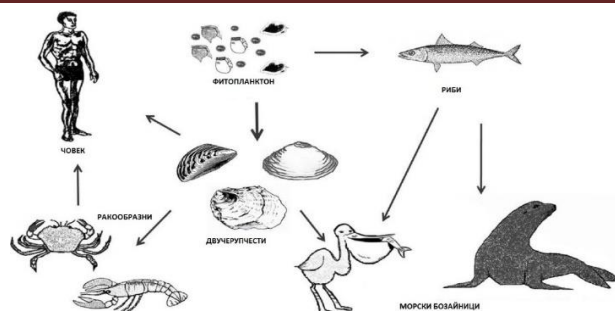
Вирусите представляват най-изобилната форма на живот в морето, обикновено наброяваща десет милиарда на литър, но нито един от тях не е патогенен за човека. Особено внимание се обръща на вирусите от семейство *Caliciviridae* - **норовируси** (предишно наименование Norwalk-подобни вируси) и от семейство *Picornaviridae* - вируса на хепатит А. Тези вируси имат своята ниша в стомашно-чревния тракт на човека и наличието им в морската вода и мидите е в резултат на замърсяване с отпадни фекални води. Доказано е, че вирусите оцеляват повече от една година в морския седимент. В двучерупчестите мекотели норовирусите се откриват често, но в малки количества. На база на проведени мониторингови програми в държавите членки на ЕС, Европейският орган по безопасност на храните съобщава за наличие на норовируси в миди до 60% от изследваните проби. Източник на човешки норовируси в околната среда са човешките фекалии, чрез които се контаминират почвата, подземните и повърхностните води. Чревните вируси се прикрепват към планктона, който се консумира от мидите. Норовирусите причиняват най-големия брой от случаите на хранителни заболявания, вследствие на консумация на сурови или недостатъчно термично обработени морски храни. Потенциалната инфекциозна доза може да бъде прием с храната от 10 до 100 вирусни частици (вириони). Има много повече епидемиологично документирани случаи на хранителни взривове, причинени от вируса на хепатит А, отколкото при другите вирусни инфекции (взрив на хепатит А в Шанхай, Китай, през 1988 г., където над 290 000 души са засегнати от консумация на миди, отглеждани в район, замърсен с отпадна канализационна вода). Механизмът на предаване е фекално-орален, най-често при консумация на сурови и недостатъчно термично обработени морски продукти, добити от замърсени води.

Морските биотоксини (токсини от биологичен произход) се продуцират от микроскопични планктонни водорасли (фитопланктон) и са естествени замърсители на морската среда. От известните около 5000 микроскопични водорасли, само 2% (60 - 80 вида) се оценяват като токсинообразуващи, от които болшинството са динофлагелати (отдел *Pyrrophyta*). Видове фитопланктон, принадлежащи към родовете *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Dinophysis* и *Pseudo-nitzschia* са основните, които продуцират морските биотоксини, причиняващи интоксикации у хората. Появата на морските биотоксини се свързва с бурния растеж на токсичен фитопланктон, наречен „цъфтеж на вредни водорасли“ (harmful algal blooms или HAB).

Според химическата си структура морските биотоксини се класифицират в групи, както следва: група на окадаичната киселина (OA) и нейни производни, група на азаспирацидите (AZAs), група на йесотоксините (YTXs), група на сакситоксините (STXs), група на пектенотоксините (PTXs), група на домоената киселина (DA), група на бреветоксините (BTXs), група на циклични имини, група на палитоксините и група на сигуатоксините.

По своята природа морските биотоксини се делят на хидрофилни (водноразтворими) и липофилни (мастно разтворими). Съществуват пет групи интоксикации при хората, свързани с морските биотоксини: диарийно отравяне с черупчести мекотели (Diarrhetic shellfish poisoning или DSP), паралитично отравяне с черупчести мекотели (Paralytic shellfish poisoning или PSP), амнезиево отравяне с черупчести мекотели (Amnesic shellfish poisoning или ASP), невротоксично отравяне с черупчести мекотели (Neurotoxic shellfish poisoning или NSP) и азаспирацидно отравяне (Azaspiracid poisoning или AZP).

По отношение на видовете фитопланктон, продуциращи биотоксини, най-важните промени във водната среда са тези, при които е повлиян съставът ѝ и тя започва да съдържа твърде много хранителни вещества. Главно това са азот и фосфор, които, внесени във водата в големи количества, в резултат на човешката дейност или природни явления, предизвикват т.нар. *еутрофикация*. Тогава, при благоприятна светлина и температура, настъпва масово развитие на микроскопичните водорасли от водния слой и образуване на плътни концентрации от клетки, при което се променят цвета и качеството на водата. Явлението се определя като "цъфтеж на вредни водорасли" (harmful algal blooms). Благодарение на филтърното си хранене, мидите могат да натрупват биотоксини в тъканите си до сравнително високи концентрации, които по хранителната верига достигат до човека (Фиг. 1).



Фигура 1: Предаване на морските биотоксини по хранителната верига (James K. J., Carey B., O'Halloran J., M. van PELT F. N. A. and Škrabáková Z. Shellfish toxicity: human health implications of marine algal toxins. *Epidemiology and Infection*, (2010), 138, pp 927-940)

4. ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

Като цяло можем да обобщим, че:

1. Двучерупчестите мекотели се отглеждат в близост до бреговете, където хранителните запаси са високи. Много често тези региони са замърсени с фекални отпадъчни води. Мидите са организми, които се хранят чрез филтриране на морската вода, при което имат способността да задържат и натрупват освен хранителните вещества и наличните замърсители. Поради това, те могат да бъдат **потенциален източник на причинители на хранителни заболявания и отравяния**.

2. Рискът за хората от консумация на замърсени с морски биотоксини миди се повишава, поради тенденцията от зачестяване на цъфтежите на вредни водорасли, която вероятно е в резултат от **сериозните екологични промени, предизвикани от човешките дейности**, особено повишената еутрофикация, морския транспорт, както и от глобалните климатични промени.

3. Няма функционален начин да се предотврати приема и натрупването на морски биотоксини от мидите. Поради това, от съществено значение е **провеждането на официален мониторинг на морската вода и на мидите в производствените райони** (особено, когато има вероятност да се появи цъфтеж на водорасли), както и спазването на специфичните нормативни изисквания по отношение на двучерупчестите мекотели.

При първоначалния подбор на производствените райони следва да се извърши санитарно проучване от компетентните власти, за да се определят вида и броя на източниците на замърсяване, както и начина на замърсяване на морската вода. Тези проучвания следва периодично да се актуализират въз основа на резултатите от провеждания мониторинг на водата в производствените райони.

На пазара следва да се предлагат миди, които идват от райони, за които на базата на задълбочено обследване и систематично наблюдение е установено, че не са замърсени с патогенни микроорганизми и които отговарят на здравните стандарти за съдържание на биотоксини, на микробиологичните критерии и на максимално допустимите нива за химични замърсители, установени в законодателството на ЕС.

РЕФЕРЕНЦИИ

- Пейчев В., Трухчев, Д., & Стефанова, К. (2013). Обща характеристика на Черно море – увод към доклад “Първоначална оценка на състоянието, формулиране на критерии за добро състояние и екологични цели за морската околна среда на Р България”, Институт по океанология, БАН, Варна
- Регламент (ЕО) № 2073/2005 на Комисията от 15 ноември 2005 година относно микробиологични критерии за храните, ОВ L 338, 22.12.2005, стр. 1-26.
- Стойнева-Гертнер, М., Узунов, Б., Павлова, В. (2016). Водорасли в България като рискови фактори за човешкото и екосистемното здраве. *Сборник доклади от годишна университетска научна конференция*, 20-21 октомври 2016, издателски комплекс НВУ “Васил Левски”, Велико Търново
- Bauer, A., Østensvik, Ø., Florvag, M., Ørmen, Ø., & Rørvik L. (2006). Occurrence of *Vibrio parahaemolyticus*, *V. cholerae* and *V. vulnificus* in Norwegian Blue mussels (*Mytilus galloprovincialis*). *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 72, 3058-3061.
- EFSA, Panel on Biological Hazards (BIOHAZ)1, (2011). Scientific opinion on an update on the present knowledge on the occurrence and control of foodborne viruses. *EFSA Journal*, 2011; vol. 9 (7), 2190.
- FAO, The state of world aquaculture. *In Fisheries technical paper*, (2006). Vol. 500. Rome, Italy: FAO Fisheries Department.

- Krumova-Valcheva, G., & Kalinova, G. (2017). Escherichia coli and Paralytic Shellfish Poisoning Toxins Contamination of Mussels Farmed in Bulgarian Black Sea Coast. *Acta Microbiologica Bulgarica*, 2017; Volume 33/1
- Krumova-Valcheva, G., Gyurova, E., & Gogov, Y. (2016). Presence of Escherichia coli in bivalve molluscs. Presentation II-nd International Science Conference "FOOD", 2016; Sofia, Bulgaria, doi:10.13140/rg.2.1.1696.1365
- Kodama, M. (2000). Ecology, classification, and origin. In: Seafood and freshwater toxins: Pharmacology, Physiology and Detection; Botana, L., Ed; Marcel Dekker: New York, 2000; pp. 125-150
- McCarthy, M., Bane, V., García-Altares, M., van Pelt, F. N. A. M., Furey, A., & O'Halloran, J. (2015). Assessment of emerging biotoxins (pinnatoxin G and spirolides) at Europe's first marine reserve: Lough Hyne. *Toxicon* 108; 202–209.
- Mons, M.N., Van Egmond, H.P. & Speijers, G.J.A. (1998). Paralytic shellfish poisoning: A review. RIVM Report 388802 005. June 1998.
- Munday R., Reeve J., (2013). Risk Assessment of Shellfish Toxins. *Toxins* 5, 2109-2137 doi:10.3390/ toxins 5112109
- Peteva, Z., Stancheva, M., Georgieva, S. (2019). Detected marine toxins in different trophic levels – study from Bulgarian South Coast of the Black Sea. *Annual of Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Biology, Book 4 - Scientific Sessions of the Faculty of Biology* 2019; volume 104, pp. 190-199.
- Peteva, Z., Krock, B., Georgieva, S., Gerasimova, A., Stancheva M., & Makedonski L., (2017). Exposure to yessotoxins and health risk assessment via consumption of shellfish from the Black Sea, Bulgaria, Conference Paper, October 2017, Conference: 10th Scientific Conference "10 years of food science in service of consumers", Sofia.
- Van Dolah, F.M., (2000). Marine algal toxins: origins, health effects, and their increased occurrence. *Environ. Health Perspect.* 2000, 108 (Suppl. 1), 133–141.
- Visciano P., Schirone M., Berti M., Milandri A., Tofalo R & Suzzi G., (2016). Marine Biotoxins: Occurrence, Toxicity, Regulatory Limits and Reference Methods. *Front. Microbiol.*, 06 July 2016.