

## РЕЗЮМЕТА

### НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ НА БЪЛГАРСКИ И НА АНГЛИЙСКИ ЕЗИК

на

гл. ас. Веселина Здравкова Панайотова, дх

представени за участие в конкурс за заемане на АД „доцент“ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.2. Химически науки, по специалност „Химия“, публикуван в ДВ брой 14/18.02.2022 г.

Представените резюмета на научни трудове са общо 37 бр., групирани в две части:

#### **I. Научни трудове включени в Академична справка по образец, доказваща изпълнение на минималните изисквания за заемане на АД „доцент, съгласно Правилник за прилагане на ЗРАСРБ**

##### **Критерий А**

Показател А1. Дисертационен труд за придобиване на ОНС „доктор“ – 1 брой

##### **Критерий В**

Показател В3. Публикуван хабилитационен труд – монография – 1 брой

##### **Критерий Г**

Показател Г7. Научни публикации, публикувани в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus) – 15 броя

#### **II. Пълнотекстови публикации в научни списания и сборници, извън участващите в доказателствения материал за покриване на минималните изисквания за заемане на АД „доцент“ – 15 броя**

*II.1. Научни публикации, публикувани в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus) – 4 броя*

*II.2. Публикации и доклади, публикувани в нереперирани списания с научно рецензиране или публикувани в редактирани колективни томове – 11 броя*

**I. Научни трудове включени в Академична справка по образец, доказваща изпълнение на минималните изисквания за заемане на АД „доцент, съгласно Правилник за прилагане на ЗРАСРБ**

***Критерий А***

*Показател А1. Дисертационен труд за придобиване на ОНС „доктор“*

**Веселина Здравкова Панайотова.** Определяне на биологично активни вещества в черноморски водорасли. Медицински университет – Варна, 2015 г.

**Анотация** Морските организми, в това число и водораслите са едни от най-пълноценните природни хранителни източници и са богати на редица жизнено важни биологично активни съединения, сред които полиненаситени мастни киселини, стероли, протеини, полизахариди, антиоксиданти, пигменти и др. В литературния обзор са разгледани биологично активните вещества, съдържащи се във водораслите, както и приложението на водораслите в практиката. От биологично активните вещества са разгледани липидите, в частност основните и незаменими мастни киселини, фосфолипидите, стеролите, мастноразтворимите витамини и основните макро- и микроелементи, съдържащи се в различните видове водорасли. Основната цел на дисертационния труд е изследване на различни видове черноморски водорасли за съдържание на биологично активни вещества и биогенни елементи във връзка с използването им за производството на хранителни, фармацевтични и козметични продукти. Представени са таксонометрични данни за изследваните видове водорасли. Получени са резултати за мастнокиселинния профил на общите липиди, индивидуалните фосфолипиди и стероловите естери. Изследвано е съдържанието на мастноразтворими витамини и каротеноиди ( $\alpha$ -токоферол,  $\beta$ -каротен и астаксантин). Направена е оценка на потенциала на черноморските водорасли като суровини за производството на хранителни, фармацевтични и козметични продукти, която показва, че те са един много добър източник на редица биологично активни вещества и биогенни елементи.

**Annotation** Marine organisms, in particular algae, are among the most valuable natural food sources and are rich in a number of vital biologically active compounds, including polyunsaturated fatty acids, sterols, proteins, polysaccharides, antioxidants, pigments, etc. The review of the literature describes the variety and abundance of biologically active substances in marine algae, as well as their potential applications in practice. Among the biologically active substances, the main focus in the thesis is on algae lipids, especially fatty acids, phospholipids, sterols, fat-soluble vitamins. The contents of macro- and microelements in different algae species were also described. The main goal of the thesis is to study five species of Black Sea algae for the content of biologically active substances and nutrients in relation to their use in the food, pharmaceutical and cosmetic industries. Taxonomic data for the studied species are provided. Results for the fatty acid profile of total lipids, individual phospholipids and sterol esters were provided as well as fat-soluble vitamins and carotenoids ( $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and astaxanthin). In conclusion, an assessment of the potential utilization of Black Sea algae as raw materials in the food, pharmaceutical and cosmetic industries was discussed. The studied species appeared very good sources of biologically active substances and nutrients.

## **Критерий В**

*Показател В3. Публикуван хабилитационен труд – монография*

**Веселина Здравкова Панайотова.** Морските фосфолипиди – източници на дълговерижни полиненаситени мастни киселини. Медицински университет – Варна, 2021. ISBN 978-619-221-355-8

**Анотация** Монографията представя актуална научна информация от последните години за свойствата и бионаличността на омега-3 полиненаситените мастни киселини, като основен акцент е поставен върху „морските“ полярни липиди, съдържащи омега-3 полиненаситените мастни киселини. Монографията е предназначена за широк кръг читатели, като се базира на детайлно проучване на научната литература. Разгледани са основните липидни класове разпространени в живите клетки. Направен е преглед на структурата, класификацията и препоръките за прием на есенциални мастни киселини. Обсъдени са ползите от приема на омега-3 мастни киселини, както и бионаличността на различните форми, под които са свързани, както и ефектите от приема на омега-3 мастни киселини при превенция и лечение на редица социално значими заболявания – сърдечно-съдови и ракови заболявания, както и ролята на полиненаситените мастни киселини във възпалителните процеси в организма. Много е важно да се знаят механизмите на абсорбция и транспорт на различните форми омега-3 мастни киселини в човешкото тяло, т.к. бионаличността на всяко едно хранително вещество е пряко свързана с неговия абсорбционен път. Интересен факт е, че полярните липиди се отличават с много по-висока окислителна стабилност в сравнение с неутралните липиди и са способни да „предпазват“ полиненаситените мастни киселини включени в структурата им.

Монографията описва подробно източниците на хранителни фосфолипиди в човешката диета. Тя съдържа не само информация от научната литература, но и данни от собствени научни разработки в областта на „морските липиди“. Липидният състав на черноморските мекотели имат ключово значение не само като информация за потенциалните хранителни ползи за потребителя, но и за значението на мекотелите като биоресурс за нарастващата „нутрицевтична“ индустрия. Черноморските мекотели се отличават с относително ниско съдържание на липиди, но за разлика от рибите, където триацилглицеролите са основния липиден клас, при мекотелите полярните липиди представляват по-голяма част от липидната фракция. Голяма част от дълговерижните омега-3 мастни киселини са свързани именно в структурата на фосфолипидите, за които се счита, че се усвояват по-лесно и по-пълноценно в стомашно-чревният тракт. Не на последно място е обърнато внимание на безопасността от приема на „полярни омега-3 мастни киселини“, т.к. съществува вероятността от наличието на замърсители в морските храни. Представените данни за високо съдържание на есенциални омега-3 мастни киселини могат да послужат за извършване на оценки „ползи-риск“: дали ползите за здравето имат по-голяма тежест от здравните рискове и обратно.

Монографията предоставя информация относно качествения и количествения състав на полярните липиди от черноморски мекотели, и по този начин разкрива потенциала им за посрещане на нарастващото търсене на висококачествени морски липиди източници на полярно свързани омега-3 мастни киселини.

**Annotation** The monograph presents up-to-date scientific information of the properties and bioavailability of omega-3 polyunsaturated fatty acids, with a focus on "marine" polar lipids

containing omega-3 polyunsaturated fatty acids. It could be of interest to a wide range of readers and is based on a detailed study of the scientific literature. An overview of the the main lipid classes found in living cells, the structure, classification and the recommendations for the intake of essential fatty acids has been made. The benefits of omega-3 fatty acids intake are discussed, the bioavailability of the variety of forms they are incorporated and the roles of omega-3 fatty acids in the prevention and treatment of a number of socially significant diseases - cardiovascular diseases and cancer, as well as the role of polyunsaturated fatty acids in inflammatory processes in the body. It is very important to know the mechanisms of absorption and transportation of the forms of omega-3 fatty acids in the human body, because the bioavailability of each nutrient is directly related to its absorption pathway. Interestingly, polar lipids have much higher oxidative stability than neutral lipids and are able to "protect" the polyunsaturated fatty acids included in their structures.

The monograph describes in details the sources of dietary phospholipids in the human diet. It presents not only information from the scientific literature, but also data from author's own research in the field of "marine lipids". The lipid composition of Black Sea molluscs is crucial not only as information for the potential nutritional benefits for the consumers, but also for the importance of molluscs as a bioresources for the growing "nutraceutical" industry. Black Sea molluscs are relatively low in lipids, but unlike fish, where triacylglycerols are the major lipid class, in molluscs polar lipids make up the majority of the lipid fraction. Many of the long-chain omega-3 fatty acids are bonded in the structure of phospholipids, which exhibit better absorption and bioavailability in the gastrointestinal tract. Last but not least, a section has been devoted to the safety of "polar omega-3 fatty acids", because seafood products are a commodity of potential health concerns. The presented data for the content of essential omega-3 fatty acids can be used to assess the "benefits-risks" of seafood intake: whether the health benefits outweigh the health risks and vice versa. The monograph provides information for the qualitative and quantitative composition of polar lipids from Black Sea molluscs, and thus reveals their potential to meet the growing demand for high quality marine lipids as sources of "polar omega-3 fatty acids".

### ***Критерий Г***

*Показател Г7. Научни публикации, публикувани в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (Web of Science и Scopus)*

**Г7-01** M. Stancheva, D. Dobрева, **V. Panayotova**, R. Stancheva. (2017) Simultaneous HPLC determination of fat-soluble vitamins, carotenoids and cholesterol in seaweed and mussel tissue, *Bulgarian Chemical Communications* 49(G), 112-117. (Q4)

**Abstract** The aim of the present study was to develop simple method for simultaneous determination of fat-soluble vitamins (all-trans retinol, cholecalciferol, ergocalciferol and  $\alpha$ -tocopherol), carotenoids ( $\beta$ -carotene and astaxanthin) and cholesterol in seaweeds and mussel tissue. Reversed-phase high performance liquid chromatography system combine with UV and fluorescent detection was the method characterized with rapid, sensitive and accurate detection of all components. Extraction procedure requires small amounts of sample. The sample preparation included saponification and liquid-liquid extraction of the analytes. The method precision (relative standard deviation) was below 10% for all analytes. The method shows good

linearity of all investigated components and analysis time – 32 min. The method was applied on real seaweed and mussel tissue samples and the results for the tested fat soluble analyte contents were in a good agreement with the data given by other authors.

**Резюме** Целта на настоящото изследване бе да се разработи хроматографски метод за едновременно количествено определяне на мастноразтворими витамини (ретинол, холекалциферол, ергокалциферол и  $\alpha$ -токоферол), каротеноиди ( $\beta$ -каротен и астаксантин) и холестерол в тъкан на водорасли и миди. Високоефективната течнохроматографска система с UV и FL детектори е метод, характеризиращ се с бързина, чувствителност и точност при откриването на всички компоненти. Екстракционната процедура се провежда с минимални количества на пробите. Пробоподготовката включва осапунване и течно-течна екстракция на анализите. Точността на метода (относително стандартно отклонение) е под 10% за всички изследвани вещества. Методът се характеризира с добра линейност при всички изследвани компоненти и време за анализ – до 32 мин. Методът бе приложен при проби от тъкани на водорасли и миди, като получените резултати за изследваните мастноразтворими анализи са близки до данни, публикувани от други автори.

**G7-02** **V. Panayotova**, A. Merzdhanova, D.A. Dobрева, M. Zlatanov, L. Makedonski. (2017) Lipids of Black Sea algae: unveiling their potential for pharmaceutical and cosmetic applications, *Journal of IMAB* 23(4), 1747-1751. <https://doi.org/10.5272/jimab.2017234.1747> (Q4)

**Abstract** Background: Bulgarian Black Sea coast is rich in algae, regarding biomass and algal biodiversity. The red algae *Gelidium crinale* (Rhodophyta) and brown algae *Cystoseira barbata* (Phaeophytes) are among the most abundant species along the Bulgarian Black Sea shore. Yet information about their lipid composition is limited.

Purpose: Present study was conducted to investigate biologically active substances in two underexplored seaweed lipids. Total lipids, total phospholipids, fat soluble vitamins and carotenoids were analysed. In addition, the specific distribution of fatty acids group among the total lipids and total phospholipids were elucidated.

Material/Methods: The saponifiable lipid fraction was derivatized into fatty acid methyl esters (FAMES) and analysed by gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS) to identify and quantify the fatty acids. The fat soluble non-saponifiable lipids were identified by high-pressure liquid chromatography coupled with UV/Vis and fluorescence detectors (HPLC-UV-FL).

Results: Results showed that Rhodophyta and Phaeophytes have high concentrations of polyunsaturated fatty acids (PUFA), particularly from the n-3 series, thereby being a good source of these compounds. They presented a “healthy” n-6/n-3 ratio. Both seaweed species showed considerably high amounts of  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and astaxanthin.

Conclusions: The study reveals that lipids from Black Sea algae have a high potential as natural sources of biologically active ingredients. They are balanced source of fatty acids and contained beneficial antioxidants, such as  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and astaxanthin.

**Резюме** Въведение: Българското Черноморие е богато на водорасли по отношение на биомаса и биоразнообразие. Червените водорасли *Gelidium crinale* (Rhodophyta) и кафявите водорасли *Cystoseira barbata* (Phaeophytes) са сред най-разпространените видове по българското крайбрежие. Въпреки това информацията за техния липиден състав е ограничена.

Цел: Настоящото изследване е проведено върху съдържанието на биологично активни вещества в липидните фракции на черноморските водорасли. Анализирани са общите липиди, общите фосфолипиди, мастноразтворимите витамини и каротеноидите. В допълнение, беше изяснено специфичното разпределение на групите мастни киселини в общите липиди и общите фосфолипиди.

Материали/методи: Осапуняемата липидна фракция се дериватизира в метилови естери на мастни киселини (FAMES) и се анализира чрез газова хроматография-маспектрометрия (GC-MS) за идентифициране и количествено определяне на мастните киселини. Мастноразтворимите неосапуняеми липиди се идентифицират чрез течна хроматография под високо налягане, съчетана с UV/Vis и флуоресцентни детектори (HPLC-UV-FL).

Резултати: Резултатите показват, че представителите на Rhodophyta и Phaeophytes имат високи концентрации на полиненаситени мастни киселини, особено от n-3 серията и са добър източник на тези съединения. Те представят „здравословно“ съотношение n-6/n-3. И двата вида водорасли показват значително високи количества алфа-токоферол, бета-каротен и астаксантин.

Изводи: Изследването разкрива, че липидите от черноморските водорасли имат висок потенциал като естествени източници на биологично активни съединения. Те са балансиран източник на мастни киселини и съдържат полезни антиоксиданти, като алфа-токоферол, бета-каротен и астаксантин.

**Г7-03** **V. Panayotova**, A. Merdzhanova, D.A. Dobрева, L. Makedonski. (2019) Relative changes of retinol,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and astaxanthin in cooked edible mollusks from the Black Sea, *Bulgarian Chemical Communications* 51(A), 283-286. (Q4)

**Abstract** Molluscan species are a major component of global seafood production. The Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and veined rapa whelk (*Rapana venosa*) are marine mollusks with high socio-economic value in the Black Sea region. Seafood is not only a good source of digestible proteins, furthermore delivering a healthy portion of vitamins and carotenoids. However, domestic cooking (high temperatures, exposure to air, etc.) inevitably alters the amounts of these bio-antioxidants. The aim of the present study was to explore changes in retinol,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and astaxanthin occurring in black mussel and veined rapa whelk after culinary treatment. The fat-soluble components were analyzed simultaneously using high-performance liquid chromatography with ultraviolet and fluorescence detectors (HPLC-UV/FL). *Rapana venosa* contained higher amounts of retinol,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and astaxanthin compared to black mussel. The concentrations of all analytes decreased significantly following temperature treatment with the exception of astaxanthin in *Mytilus galloprovincialis* – 55.7  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  lipid in raw to 42.1  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  lipid in cooked tissue. Vitamin A accounted 80.7  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  lipids in raw *Mytilus galloprovincialis* and 13.8  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  lipids in raw *Rapana venosa*. After cooking it decreased to 17.2  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  lipids in *Mytilus galloprovincialis* and was not detected in cooked *Rapana venosa*. Beta-carotene decreased three-folds in *Mytilus galloprovincialis* and two-folds in *Rapana venosa*. Although susceptibility of vitamins and carotenoids to heat and oxygen, seafood remains a significant source of natural antioxidants, even after culinary treatment. Further studies are needed to investigate the changes of the mentioned analytes in marine mollusks during various cooking processes and prolonged storage.

**Резюме** Мекотелите са основен компонент от световното производство на морски храни. Черната мида (*Mytilus galloprovincialis*) и рапанът (*Rapana venosa*) са морски мекотели с голямо стопанско значение в Черноморския регион. Морските продукти са не само добър източник на лесно усвояеми протеини, но и осигуряват значителни количества от витамини и каротеноиди. Въпреки това, термичната обработка (високи температури, излагане на въздух и т.н.) неизбежно променя количествата на тези био-антиоксиданти. Целта на настоящото изследване е да се изследват промените в ретинол,  $\alpha$ -токоферол,  $\beta$ -каротен и астаксантин, които се съдържат в черната мида и рапана след кулинарна обработка. Мастноразтворимите компоненти са анализирани едновременно с високоефективна течна хроматография с ултравиолетов и флуоресцентен детектор (HPLC-UV/FL). *Rapana venosa* съдържа по-големи количества  $\alpha$ -токоферол,  $\beta$ -каротен и астаксантин в сравнение с черната мида. Концентрациите на всички анализирани съединения се понижават значително след температурна обработка с изключение на астаксантин в *Mytilus galloprovincialis* –  $55.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  липиди в сурова до  $42.1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  липиди в сварена тъкан. Съдържанието на витамин А е  $80.7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  липиди в сурови *Mytilus galloprovincialis* и  $13.8 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  липиди в сурови *Rapana venosa*. След готвене той се понижава до  $17.2 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  липиди в *Mytilus galloprovincialis* и не се открива при варени *Rapana venosa*. Бета-каротенът намалява три пъти в *Mytilus galloprovincialis* и два пъти в *Rapana venosa*. Въпреки чувствителността на витамините и каротеноидите към висока температура и кислород, морските храни остават добър източник на естествени антиоксиданти, дори и след кулинарна обработка. Необходими са допълнителни проучвания за изследване на промените на изследваните съединения в морски мекотели в резултат на различни методи на готвене и продължително съхранение.

**Г7-04** К. Peycheva, V. Panayotova, A. Merdzhanova, R. Stancheva. (2019) Estimation of THQ and potential health risk for metals by consumption of some Black Sea marine fishes and mussels in Bulgaria, *Bulgarian Chemical Communications* 51(D), 241–246. (Q4)

**Abstract** Seafood is an essential component of the world population's diet being an important source of proteins, vitamins and unsaturated essential fatty acids. Despite this, seafood products are a commodity of potential health concern as they can be contaminated with a wide range of environmentally chemicals among which are heavy metals.

Human exposure to As, Cd, Hg, Cu, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn and Pb through consumption of three marine fish species (European anchovy, garfish and leaping mullet) and mussels was estimated by evaluation of target hazard quintet (THQ), target risk (TR), and hazard (HI) indexes.

The heavy metals analysis show that Zn and Fe are with maximum values in comparison to the other elements. The results from this study show that the THQ for the toxic and essential elements understudied are less than 1; signified that a daily exposure at this level is unlikely to cause any adverse effects during a person lifetime. Additionally, HI of each trace element were also lower than 1 suggesting that these pollutants perhaps pose no hazard to local residents. The TR values were between  $10^{-6}$  and  $10^{-4}$  mean that there is no important cancer risks associated with the consumption of the marine fish species subject to this study.

**Резюме** Морската храна е основен източник на протеини, витамини и ненаситени есенциални мастни киселина в диетата на населението в света. Въпреки това, обаче, морската храна може да бъде подложена на действието на антропогенни замърсители (като например тежките метали).

Оценката на експозицията спрямо As, Cd, Hg, Cu, Cr, Mn, Fe, Ni, Zn и Pb при консумацията на три вида морски риби (хамсия, заргана и илария) и миди е оценена чрез пресмятане на коефициентите за неканцерогенен риск (THQ), индекс на опасност (HI) и канцерогенен риск (TR).

Най-високи концентрации са измерени за есенциалните елементи Zn и Fe. Резултатите от това проучване показват, че THQ стойностите са по-малки от единица, което се свързва с минимална дневна експозиция и минимални неблагоприятни въздействия върху организма на човека. В допълнение индексът на опасност за всеки един микроелемент е също под единица, което предполага, че тези замърсители не представляват опасност за местните жители. Стойностите за TR са между  $10^{-6}$  и  $10^{-4}$ , което показва, че не съществува канцерогенен риск причинени от консумацията на тези видове сладководни риби.

**Г7-05** D.A. Dobрева, A. Merdzhanova, **V. Panayotova**. (2019) Quality-related changes of biologically active lipids in bluefish muscle tissue after cooking, *Bulgarian Chemical Communications* 51(D), 247-250. (Q4)

**Abstract** The aim of the present study was to evaluate the effect of different cooking methods (steaming, grilling, conventional baking and microwaving) on total lipids, fatty acid composition, fat soluble vitamins (A, D<sub>3</sub> and E), and cholesterol contents of bluefish tissue (*Pomatomus saltatrix*) from the Black Sea coast. There were no significant differences in the amounts of total lipids between raw, steamed, grilled and oven baked samples. In contrast, there was a significant increase in the total lipid content of microwaved bluefish, probably due to the significant decrease in moisture content. Fatty acids (FA) groups were affected by all thermal treatment, but their distributions kept similar pattern: SFA > MUFA > PUFA. All three fat soluble vitamins showed significantly higher values during culinary treatment, with the exception of vitamin E after grilling. However, all cooking methods were found to be appropriate culinary treatment, which preserves well nutritional lipid quality of bluefish meat.

**Резюме** Целта на настоящото изследване е да се оцени ефекта на различните методи за термична обработка (готвене на пара, скара, конвенционално печене и печене в микровълнова фурна) върху общите липиди, мастнокиселинния състав, мастноразтворимите витамини (A, D<sub>3</sub> и E) и съдържанието на холестерол в ядивна тъкан на чернокоп (*Pomatomus saltatrix*) от Черно море. Резултатите показаха, че не се наблюдават значителни разлики в съдържанието на общи липиди между сурови проби, проби приготвени на пара, на скара и на конвенционална фурна. Обратно, наблюдавано е значително увеличение на общото съдържание на липиди при риба приготвена в микровълновата фурна, вероятно поради значителното намаляване на влагосъдържанието. Групите мастни киселини (FA) са засегнати от всеки метод на



термична обработка, но тяхното разпределение запазва сходен модел: SFA>MUFA>PUFA. При трита мастноразтворими витамина се наблюдават значително по-високи стойности след кулинарна обработка, с изключение на витамин Е след печене на скара. В заключение, всички методи на термична обработка са подходящи за запазване на хранителните качества на липидите от месо на чернокоп.

**Г7-06** **V. Panayotova**, A. Merdzhanova, D.A. Dobрева, R. Stancheva, K. Peycheva. (2019) Seasonal variation in fat-soluble vitamins, cholesterol and fatty acid profile of lipid classes of *Rapana venosa*, *Bulgarian Chemical Communications* 51(D), 251–255. (Q4)

**Abstract** Nowadays, invasive species *Rapana venosa* is commercially important and widely harvested in the Black Sea. The aim of this study was to evaluate the seasonal changes in lipid bioactive compounds as fat-soluble vitamins (A, E and D<sub>3</sub>), cholesterol, carotenoids (astaxanthin, beta-carotene), lipid classes and their fatty acid profiles. Among fat soluble vitamins, the amounts of vitamin D<sub>3</sub> supplied 100% of recommended daily intake for adults according to Bulgarian food standards. Vitamin E increased in summer period (up to 2825 µg.100<sup>-1</sup>g ww), whereas vitamin A showed opposite trend. Both carotenoid pigments: beta-carotene and astaxanthin insignificantly decreased in summer season. Strong seasonal influence on the lipid classes and their fatty acid (FA) profile was determined. Despite of the seasons, polar lipids (PL) prevailed in total lipids (TL). In both seasons, FA groups showed similar distribution: PUFA> SFA>MUFA, regardless of lipid class. The most abundant FAs in the polyunsaturated FA group were eicosapentaenoic acid (C20:5 Ω -3, EPA), docosahexaenoic acid (C22:6 Ω-3, DHA) and docosapentaenoic acid (C22:5 Ω -3, DPA), which accounted more than 65% of total PUFA. The high content of vitamin D<sub>3</sub>, long chain Ω -3 FAs, different FA ratios, low values of cholesterol and nutrition quality indices (atherogenic and thrombogenic indices) confirm the very good functional properties of rapana lipids. In conclusion, the studied rapana harvested from Bulgarian Black Sea coast presents preferable lipid quality in terms of human health protection. Further investigation is required to determine the biological potential of rapana lipids during the year.

**Резюме** В днешно време инвазивният вид *Rapana venosa* е с голямо икономическо значение и обект на стопански риболов в Черно море. Целта на това проучване е да се оценят сезонните промени в биологично активните липиди като мастноразтворими витамини (А, Е и D<sub>3</sub>), холестерол, каротеноиди (астаксантин, бета-каротен), липидните класове и техния мастнокиселинен профил. Сред мастноразтворимите витамини, количествата витамин D<sub>3</sub> осигуряват 100% от препоръчителния дневен прием за възрастни според българските хранителни стандарти. Витамин Е се повишава през летния период (до 2825 µg.100<sup>-1</sup>g ww), докато витамин А показва обратна тенденция. И двата каротеноида: бета-каротен и атаксантин незначително намаляват през летния сезон. Установено е силно сезонно влияние върху липидните класове и техния мастнокиселинен профил (МК). Въпреки сезонността, полярните липиди (PL) преобладават в общите липиди (TL). И в двата сезона групите МК показват сходно

разпределение: PUFA>SFA>MUFA, независимо от липидния клас. В най-големи количества в групата на полиненаситените МК са ейкозапентаеновата (C20:5 $\Omega$ -3, EPA), докозахексаеновата (C22:6 $\Omega$ -3, DHA) и докозапентаеновата киселини (C22:5 $\Omega$ -3, DPA), които представляват повече от 65% от общите PUFA. Високото съдържание на витамин D<sub>3</sub>, дълговерижните  $\Omega$ -3 МК, съотношения на МК, ниските стойности на холестерол и индексите описващи качеството на хранителните липиди (атерогенен и тромбогенен индекс) потвърждават добрите функционални свойства на липидите от месо на рапан. В заключение, изследваните проби рапан, уловен българската акватория на Черно море, показват предпочитано качество на липидите от гледна точка на поддържането на човешкото здраве. Необходими са по-нататъшни изследвания, за да се определи биологичния потенциал на липидите от месо на рапан през различните периоди на годината.

**Г7-07** A. Merdzhanova, V. Panayotova, D.A. Dobрева, R. Stancheva (2019) Effect of thermal stress on the biologically active lipids of *Mytilus galloprovincialis*, *Bulgarian Chemical Communications* 51(D), 256-261. (Q4)

**Abstract** Black mussels (*Mytilus galloprovincialis*) are the most important marine aquaculture species in Bulgaria. They are widely traded and consumed fresh and frozen. To our knowledge, there is limited information in the scientific literature about changes in lipid composition of Black Sea mussel after cooking and prolonged storage. The aim of the present study was to investigate the changes in total lipids, lipid classes, fatty acid composition, fat-soluble vitamins (A, D<sub>3</sub> and E), carotenoids and cholesterol of *Mytilus galloprovincialis* following culinary treatment (steaming) and three months storage at – 20°C. Lipids were extracted by the method of Bligh & Dyer and subsequently separated by column and thin-layer chromatography. Fat-soluble vitamins and cholesterol were determined by RP-HPLC/UV/FL. Fatty acid methyl esters were analyzed by GC/MS. There were significant differences in the amounts of total lipids and moisture between raw and steamed mussels, but no changes occurred after the period of freezer storage. Mussel lipids were characterized by higher contents of polar lipids (PL) than neutral lipids (NL). The most abundant FAs in the polyunsaturated FA group were eicosapentaenoic acid (C20:5n-3, EPA) and docosahexaenoic acid (C22:6n-3, DHA). The amounts of astaxanthin,  $\alpha$ -tocopherol and cholesterol did not change after cooking, but decreased significantly after storage. Vitamin D<sub>3</sub> increased after thermal treatment but decreased two-fold in the freezer. Vitamin A and  $\beta$ -carotene were most affected by temperature changes. Despite the changes observed, the present study confirmed that steamed and frozen *Mytilus galloprovincialis* from the Black Sea is a good natural source of high-quality nutritional lipids.

**Резюме** Черната мида (*Mytilus galloprovincialis*) е сред най-важните видове морски аквакултури в България. Има голямо икономическо значение и се консумират широко пресни и замразени. В научната литература има ограничена информация за промените в липидния състав на черноморската мида след термична обработка на пара и след

продължително съхранение. Целта на настоящото проучване е да се изследват промените в общите липиди, липидните класове, мастнокиселинния състав, мастноразтворимите витамини (А, D<sub>3</sub> и Е), каротеноидите и холестерола в месото на *Mytilus galloprovincialis* след кулинарна обработка (на пара) и след три месеца съхранение при – 20°C. Липидите се екстрахират по метода на Bligh&Dyer и впоследствие се разделят на класове чрез колонна и тънкослойна хроматография. Мастноразтворимите витамини и холестеролът се определят чрез RP-HPLC/UV/FL. Метиловите естери на мастни киселини се анализират чрез GC/MS. Установени са значителни разлики в количествата на общите липиди и влагосъдържанието между сурови и обработени миди, но не и след периода на съхранение във фризер. Мидените липидни се характеризират с по-високо съдържание на полярни липиди (PL), отколкото неутрални липиди (NL). В най-големи количества в групата на полиненаситените мастни киселини са ейкозапентаенова киселина (C20:5n-3, EPA) и докозахексаенова киселина (C22:6n-3, DHA). Количествата астаксантин,  $\alpha$ -токоферол и холестерол не се променят след готвене, но намаляват значително след съхранение. Витамин D<sub>3</sub> се увеличава след термична обработка, но намалява два пъти след продължително съхранение във фризер. Витамин А и  $\beta$ -каротен са най-силно засегнати от температурните промени. Въпреки наблюдаваните промени, настоящото проучване потвърждава, че приготвените на пара и замразени *Mytilus galloprovincialis* от Черно море са добри естествени източници на висококачествени хранителни липиди.

**Г7-08** К. Peycheva, **V. Panayotova**, A. Merzdhanova (2019) Comparative evaluation of trace element concentration in grey mullet (*Mugil cephalus*) caught in Black and Aegean Seas. Potential health risk assessment. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries* 23(5), 429-438. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2019.66840> (Q4)

**Abstract** The consumption of fish worldwide has increased speedily in recent years particularly with the awareness of its nutritional and therapeutic benefits. In addition to being important source of protein, fish are enriched with essential minerals, vitamins, and unsaturated fatty acids. However, fish normally accumulate heavy elements from the environment which they inhabit which makes them a good indicator of heavy element contamination. This study evaluates heavy elements' levels (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn) in commercially important grey mullet (*Mugil cephalus*) caught from Black Sea (Bulgaria) and Aegean Sea (Greece). The samples of edible part of fish species were randomly collected, processed, and analyzed for toxic and essential elements using ICP-OES. Results revealed that studied microelements concentrations varied among the fish species. Human health risk is evaluated using different indexes. Estimated weekly intake (EWI) for the elements do not exceeded the provisional tolerable weekly intake (PTWI) for all studied fish species. The target hazard quotients (THQ) of all elements were below 1, showing an absence of health hazard for the population consuming these fish species. Also, target risk (TR) of Ni and Pb indicated that consumption over a long period of time may not result in a carcinogenic effect. Additionally, the results from this study show that consumption of the edible muscle tissues of those two fish species from both areas do not pose a risk for human consumption.

**Резюме** Потреблението на риба в световен мащаб нарастна драстично през последните няколко десетилетия тъй като морските продукти (морската риба и рибни продукти) са добър източник на енергия и протеини с висока биологична стойност, богати са на минерали, витамини и ненаситени мастни киселини. Въпреки разнообразните си ползи обаче рибите акумулират различни замърсители (в това число и тежки метали) от заобикалящата ги водна среда. Настоящото проучване има за цел да определи и сравни нивата на някои токсични и есенциални елементи (Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb и Zn) в търговско значимият рибен вид кефал (*Mugil cephalus*) уловен във водите на Черно море (България) и Егейско море (Гърция). Пробите от мускулната тъкан на рибния вид са избрани на случаен принцип, обработени и анализирани за наличието на токсични и есенциални елементи с помощта на ICP-OES техниката. Резултатите показват вариации в концентрациите на елементите при рибния вид кефал уловен от водите на Черно и Егейско море. Оценката на потенциалният риск за човека при консумация на този рибен вид е оценен на база седмичен прием (EWI), който не надвишава временният допустим седмичен прием (PTWI); коефициентът на неканцерогенен риск (THQ), който е под единица в изследването и илюстрира, че дневната експозиция при това ниво е малко вероятно да причини нежелани ефекти за целия житейски период на индивида; и коефициентът на канцерогенен риск (TR), който за елементите Ni и Pb, е под допустимите стойности и се асоциира с липса на канцерогенен риск причинен от консумацията на този рибен вид.

**G7-09**      **V. Panayotova**, A. Merzdhanova, D.A. Dobрева, R. Stancheva (2019) Black Sea *Rapana venosa* – a promising source of essential lipids, *Journal of IMAB* 25(1), 2401-2405. <https://doi.org/10.5272/jimab.2019251.2401> (Q4)

**Abstract** Background: A diet rich in seafood has been linked to a variety of health benefits. While worldwide overfishing results in declining fish stocks, the growing demand for alternative sources of marine lipids has been expected. *Rapana venosa* (veined Rapa whelk) has become valuable seafood with nutritional and economic importance in the Black Sea region.

Purpose: The aim of the present study was to provide knowledge about biologically active lipids in Black Sea *Rapana venosa*, harvested in the region of Varna.

Material/Methods: Lipid classes were separated and purified by column and thin-layer chromatography. The saponifiable lipid fraction was derivatized into fatty acid methyl esters (FAMES) and analysed by gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). Non-saponifiable lipids were identified by high pressure liquid chromatography coupled with UV/Vis and fluorescence detectors (HPLC-UV-FL).

Results: *Rapana venosa* was characterized by low lipid content (0.50 g. 100g<sup>-1</sup> ww) with beneficial PUFA/SFA and n-6/n-3 ratios and high content of vitamin D3 and astaxanthin. Lipids comprised mainly of polar lipids. Polyunsaturated fatty acids represented more than 50% of total fatty acids, most abundant being from the omega-3 series. Sum of EPA and DHA accounted at 40.8% of total fatty acids. Lipid quality indices indicated the good anti-atherogenic and anti-thrombotic properties (AI and TI < 1) of rapana meat.

Conclusions: The study revealed that *Rapana venosa* from the Black Sea is a good source of high-quality marine lipids and presents a high potential for developing functional foods and/or dietary supplements with beneficial health effects.

**Резюме Въведение:** Диетите съдържащи морски дарове се свързват с различни ползи за здравето. Докато прекомерният риболов в световен мащаб води до намаляване на рибните запаси, се очаква нарастващото търсене на алтернативни източници на морски липиди. *Rapana venosa* (рапан) се е превърнал в ценна морска храна с голямо хранително и икономическо значение в Черноморския регион.

**Цел:** Целта на настоящото изследване е да предостави знания за качеството на биологично активните липиди в черноморски *Rapana venosa*, уловени в района на Варна. **Материали и Методи:** Липидни класове бяха разделени и пречистени чрез колонна и тънкослойна хроматография. Липидна фракция, която може да се осапуни, се дериватизира в метилови естери на мастни киселини (FAMES) и се анализира чрез газова хроматография-маспектрометрия (GC-MS). Неосапуняемите липиди се идентифицират чрез течна хроматография под високо налягане, съчетана с UV/Vis и флуоресцентен детектор (HPLC-UV-FL).

**Резултати:** *Rapana venosa* се характеризира с ниско съдържание на липиди ( $0.50 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ ww}$ ) с благоприятни съотношения PUFA/SFA и n-6/n-3 и високо съдържание на витамин D<sub>3</sub> и астаксантин. Липидите се състоят главно от полярни липиди. Полиненаситените мастни киселини представляват повече от 50% от общите мастни киселини, като в най-големи количества са мастните киселини от омега-3 серията. Сумата от EPA и DHA представлява 40.8% от общите мастни киселини. Индексите за качество на липидите показват добри антиатерогенни и атни-тромбогенни свойства (AI и TI<1) на месото от рапан.

**Изводи:** Проучването разкрива, че *Rapana venosa* от Черно море е добър източник на висококачествени морски липиди и притежава висок потенциал за разработване на функционални храни и/или хранителни добавки с благоприятно въздействие върху здравето.

**Г7-10** D.A. Dobreva, **V. Panayotova**, A. Merdzhanova, R. Stancheva, K. Peycheva (2020) Preliminary study of phenolic content in farmed *Mytilus galloprovincialis* from the Black Sea coast, *Bulgarian Chemical Communications* 52(D), 253-256. (Q4)

**Abstract** Marine bivalves constitute a rich source of nutrients and antioxidants, essential for providing a balanced diet. There are numerous studies devoted to the nutritional quality of farmed black mussels (*Mytilus galloprovincialis*) which reported the presence of health-beneficial components such as polyunsaturated fatty acids, fat-soluble vitamins and carotenoids. However, data about the phenolic content of mussels from the Bulgarian Black Sea waters is limited. The aim of this study was to determine and compare the total phenolic contents and phenolic composition of farmed black mussels (*M. galloprovincialis*) cultured in

the Black Sea. Mussel tissue was extracted with five solvent systems: methanol, acetone: water, ethanol: water, hot water and ethyl acetate. Total phenolic content (TPC) of each extract was determined by Folin-Ciocalteu method. All extracts were further subjected to RP-HPLC/UV to analyze individual phenolic acids (4-hydroxybenzoic, gallic, caffeic, p-coumaric and cinnamic acid) and quercetin. The highest TPC of *M. galloprovincialis* was shown in methanol ( $84.5 \pm 7.1 \mu\text{gGAE. g}^{-1} \text{ ww}$ ) and ethanol: water ( $66.7 \pm 4.8 \mu\text{gGAE. g}^{-1} \text{ ww}$ ). The chromatographic analysis confirmed the presence of phenolic compounds in all mussel extracts, revealing that farmed black mussels (*M. galloprovincialis*) from the Black Sea could be a good source of phenolic compounds. Further studies are needed to explore the antioxidant potential of this commercially important species.

**Резюме** Морските двучерупчести представляват богат източник на хранителни вещества и антиоксиданти, които са от съществено значение за осигуряването на балансирана диета. Има множество проучвания, посветени на хранителните качества на отглежданите черни миди (*Mytilus galloprovincialis*), които съобщават за наличието на полезни за здравето компоненти като полиненаситени мастни киселини, мастноразтворими витамини и каротеноиди. Данните за фенолното съдържание на мидите от българските черноморски води обаче са ограничени. Целта на това изследване е да се определи и сравни общото фенолно съдържание и фенолния състав на култивирани черни миди (*M. galloprovincialis*), отглеждани в Черно море. Мидената тъкан се екстрахира с пет системи разтворители: метанол, ацетон: вода, етанол: вода, гореща вода и етилацетат. Общото фенолно съдържание (TPC) на всеки екстракт се определя по метода на Folin-Ciocalteu. Всички екстракти бяха допълнително подложени на RP-HPLC/UV за анализ на отделни фенолни киселини (4-хидроксibenзоена, галова, кафеена, p-кумарова и канелена киселина) и кверцетин. Най-високото TPC в *M. galloprovincialis* е установено в метанол ( $84.5 \pm 7.1 \mu\text{gGAE. g}^{-1} \text{ ww}$ ) и етанол: вода ( $66.7 \pm 4.8 \mu\text{gGAE. g}^{-1} \text{ ww}$ ). Хроматографският анализ потвърждава наличието на фенолни съединения във всички екстракти от миди, разкривайки, че отглежданите черни миди (*M. galloprovincialis*) от Черно море могат да бъдат добър източник на фенолни съединения. Необходими са по-нататъшни проучвания, за да се изследва антиоксидантният потенциал на този търговски важен вид.

**Г7-11** **V. Panayotova**, A. Merdzhanova, D.A. Dobрева, K. Bratoeva, L. Makedonski (2020) Nutritional composition, bioactive compounds and health-beneficial properties of Black Sea shellfish, *Journal of IMAB* 26(3), 3293-3297. <https://doi.org/10.5272/jimab.2020263.3293> (Q3)

**Abstract** Marine bivalves are characterized as high nutritional, easily digestible food, low calories but high in proteins. The activity of biologically active substances in shellfish from the Black Sea region is very poorly studied. A small number of publications devoted to the functional activity of tissue and/or extracts from Black Sea shellfish are found in the literature. The main scientific objective of the project is to study the quality and functional potential of three species of Black Sea bivalves: black mussel (*Mytilus galloprovincialis*), striped venus clam (*Chamelea gallina*) and wedge clam (*Donax trunculus*). Seafood nutrition data is needed

to assess their contribution to nutrient intake of individuals and populations but also to the development of nutrition guidelines as well as for labelling purposes. Specific information on the nutrient content of regional foods, including seafood, is the basis of a number of food strategies and policies, and increasingly in the fields of agriculture, fisheries and aquaculture. In many cases, this data may help specialized public authorities and public organizations with regard to food quality and related costs, as well as developing adequate strategies and policies aiming to improve the nutritional literacy of the population and solve issues of malnutrition and prevention of socially significant diseases (chronic non-communicable diseases, CND) with the help of wholesome foods, such as bivalves.

**Резюме** Морските двучерупчести се характеризират като хранителна, лесно смилаема храна, с ниско съдържание на калории, но с високо съдържание на протеини. Много слабо е проучена активността на биологично активните вещества в мидите от Черноморския регион. В литературата има малък брой публикации, посветени на функционалната активност на тъканите и/или екстракти от черноморски двучерупчести. Основната научна цел на проекта е да се проучи качеството и функционалния потенциал на три вида черноморски двучерупчести: черна мида (*Mytilus galloprovincialis*) и бели пясъчни миди (*Chamelea gallina* и *Donax trunculus*). Необходими са данни за хранителните стойности на морските дарове, за да се оцени техният принос към приема на хранителни вещества от отделния индивид и групи популации, но също и към разработването на насоки за хранене, както и за целите на етикетирването. Специфична информация за съдържанието на хранителни вещества в регионалните храни, включително морските дарове, е в основата на редица хранителни стратегии и политики и все повече в областта на селското стопанство, рибарството и аквакултурата. В много случаи тези данни могат да помогнат на специализирани публични органи и обществени организации по отношение на качеството на храните и свързаните с тях разходи, както и при разработването на адекватни стратегии и политики, насочени към подобряване на хранителната грамотност на населението и решаване на проблеми с недохранването и превенция на социално значимите заболявания (хронични незаразни болести, CND) с помощта на полезни храни, каквито са морските двучерупчести.

**G7-12** G. Tsankova, T. Todorova, N. Ermenlieva, A. Merdzhanova, **V. Panayotova**, D.A. Dobрева, K. Peytcheva (2021) Antibacterial activity of different extracts of black mussel (*Mytilus galloprovincialis*) from the Black Sea, Bulgaria, *Journal of IMAB* 27(1), 3506-3509. <https://doi.org/10.5272/jimab.2021271.3506> (Q3)

**Abstract** Background: Over the past decade, there has been a growing interest in sea bivalves, which are an inexpensive and easily accessible source of high-quality proteins, lipids and secondary metabolites with antimicrobial and anti-fungal potential. Farmed Black Sea mussel (*M. galloprovincialis*) are promising objects for the study of their antimicrobial potential.

**Purpose:** The aim of this work is to determine the antibacterial activity of different extracts from the Black Sea mussel *Mytilus galloprovincialis* tissues by using the disc diffusion method with cultures of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Klebsiella pneumoniae*.

**Material/Methods:** Extraction of mussel tissues was done with different solvents: ethyl acetate (100%), methanol (100%), glycerol:water (50%, 1:1 v/v), ethanol (50%), acetone (70%), hot water. Antimicrobial activities of these extracts from *Mytilus galloprovincialis* was assessed by the disc-diffusion method.

**Results:** Testing antibacterial activity of black mussels revealed that ethyl acetate extract showed the highest activity against *Escherichia coli* (13 mm) and *Klebsiella pneumoniae* (11 mm) and no activity against *Staphylococcus aureus*. The glycerol: water extract showed growth inhibition effect against *Staphylococcus aureus* (11 mm) and *Escherichia coli* (10 mm), but no effect against *Klebsiella pneumoniae*.

**Conclusions:** The preliminary information presented in this study showed that the Black Sea farmed mussel could be an interesting source of antibacterial compounds. The glycerol-water extracts of *Mytilus galloprovincialis* had low antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* and more important against *Escherichia coli*.

**Резюме Въведение:** През последното десетилетие нараства интересът към морските двучерупчести, които са евтин и леснодостъпен източник на висококачествени протеини, липиди и вторични метаболити с антимикробен и противогъбичен потенциал. Отглежданите черноморски миди (*M. galloprovincialis*) са перспективни обекти за изследване на техния антибактериален потенциал.

**Цел:** Целта на настоящото проучване е да се определи антибактериалната активност на различни екстракти от тъканите на черноморската мида *Mytilus galloprovincialis* чрез диск-дифузионен метод с култури от *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Klebsiella pneumoniae*.

**Материали/Методи:** Екстракцията на мидени тъкани се извършва с различни разтворители: етилацетат (100%), метанол (100%), глицерол:вода (50%, 1:1 v/v), етанол (50%), ацетон (70%), гореща вода. Антибактериалната активност на тези екстракти от *Mytilus galloprovincialis* е оценена чрез диск-дифузионен метод.

**Резултати:** Тестването на антибактериалната активност на черни миди разкрива, че екстрактът от етилацетат показва най-висока активност срещу *Escherichia coli* (13 mm) и *Klebsiella pneumoniae* (11 mm) и липса на активност срещу *Staphylococcus aureus*. Глицерол: водният екстракт показва ефект на инхибиране на растежа на *Staphylococcus aureus* (11 mm) и *Escherichia coli* (10 mm), но няма ефект при *Klebsiella pneumoniae*.

**Заключение:** Предварителната информация, представена в това проучване показва, че отглежданите в Черно море миди могат да бъдат потенциални източници на съединения с антибактериална активност. Глицерол-водните екстракти от *Mytilus galloprovincialis* имат ниска антибактериална активност срещу *Staphylococcus aureus* и срещу *Escherichia coli*.



**Abstract** Studies on the monthly variations of the fatty acid composition of the total lipids, the two neutral lipid fractions (NL) and the polar lipids (PoL) and the lipid quality parameters of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*, harvested along the Bulgarian Black Sea coast, were conducted. The total lipid content ranged from 1.00 to 2.34 g.100 g<sup>-1</sup> ww reaching maximum levels in March. The total sterol content increased significantly from spring to autumn. The polyunsaturated fatty acids (36%–79% of the total fatty acids) dominated over the saturated fatty acids (22%–55%) and monounsaturated fatty acids (7%–21%) throughout the studied period. Significant differences in the fatty acid distribution were observed between the lipid fractions. The polyunsaturated fatty acids (PUFA) constituted the major group in PoL within the period, while SFAs were the most abundant group in the NL fraction in February and April–August. In the PoL fraction, the omega-3 polyunsaturated fatty acids (n-3 PUFA) prevailed over the n-6 ones. The predominant PUFAs in both lipid fractions were eicosapentaenoic (EPA) and docosahexaenoic acids (DHA) (10%–58% of FA in NL and 22%–51% in PoL). *M. galloprovincialis* from the Black Sea presented favourable low values of n-6/n-3 ratios and nutritional indices of their lipids.

**Резюме** Изследвани са сезонните вариации в мастнокиселинния състав на общите липиди, и две липидни фракции: неутрални липиди (NL) и полярни липиди (PoL) и показателите за качеството на липидите от средиземноморската мида *Mytilus galloprovincialis*, култивирана в българската акватория на Черно море. проведено. Общото съдържание на липиди варира от 1,00 до 2,34 g.100 g<sup>-1</sup> ww, достигайки максимални нива през месец март. Общото съдържание на стероли се увеличава значително от пролетта до есента. Полиненаситените мастни киселини (36%–79% от общите мастни киселини) доминират над наситените мастни киселини (22%–55%) и мононенаситените мастни киселини (7%–21%) през целия изследван период. Наблюдавани са значителни разлики в разпределението на мастните киселини между липидните фракции. Полиненаситените мастни киселини (PUFA) представляват основната група в PoL през периода, докато SFAs са най-разпространената група във фракцията на NL през февруари и април-август. Във фракцията на PoL омега-3 полиненаситените мастни киселини (n-3 PUFA) преобладават над n-6. Преобладаващите PUFAs в двете липидни фракции са ейкозапентаеновата (EPA) и докозахексаеновата киселини (DHA) (10%–58% от FA в NL и 22%–51% в PoL). *M. galloprovincialis* от Черно море показва благоприятни ниски стойности на съотношенията n-6/n-3 и хранителните индекси на липидите.

**Abstract** The unique, closed ecosystem of the Black Sea is of significant global importance. The levels and health risk of some trace elements (As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn) in wild and farmed mussels (*Mytilus galloprovincialis*) collected from the Bulgarian part of the Black Sea were determined and using different approaches such as Estimated Daily Intake (EDI), Target Hazard Quotient (THQ), Hazard Index (HI), Target risk (TR), human health risk levels were assessed. The mean maximum concentrations of the elements Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn in all mussel samples were below the maximum permissible limits (MPLs) except that which exceeded the limit of 2.00 mg/kg ww. Eicosapentaenoic (EPA, 20:5n-3) and docosahexaenoic acid (DHA, 22:6n-3) were the major polyunsaturated fatty acids. The fatty acids profile studied mussels showed that the farmed mussels had higher PUFA/SFA ratios, DHA and EPA + DHA content and lower SFA, AI and TI values. The target risk (TR) values for Pb, Cr, Ni and As were calculated, evaluated and showed acceptable or negligible levels. Target hazard quotients (THQs) and hazard index (HI) from elemental intake were below 1 indicated no hazard from consumption. The benefit–risk ratio indicated that wild and cultured *M. galloprovincialis* are safe for human consumption.

**Резюме** Черно море е уникална затворена екосистема с голямо международно значение. В настоящото проучване са измерени концентрациите на микроелементите As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb и Zn в диви и култивирани миди от вида *Mytilus galloprovincialis* отгледани в българската част на Черно Море и е оценен здравния риск за консуматора на база различни подходи. За целта са използвани редица коефициенти като установен дневен прием (EDI), коефициент на неканцерогенен риск (THQ), индекс на опасност (HI) и коефициент на канцерогенен риск (TR). Измерените аналитични концентрации на елементите Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb и Zn във всички проби от *Mytilus galloprovincialis* са под максимално допустимите граници (MPL) определени от редица здравни организации, с изключение на химичния елемент As, който надхвърля установената граница от 2.00 mg/kg w.w. Основните полиненаситени мастни киселини са ейкозапентаеновата (EPA, 20:5n-3) и докозахексаеновата киселина (DHA, 22:6n-3). Масто-киселиният профил на мидите показва, че тези които са отглеждани във ферми имат по-високо съотношение PUFA/SFA, съдържание на DHA и EPA+DHA и по-ниски стойности на SFA, AI и TI. Стойностите за TR за елементите Pb, Cr, Ni и As са близки до тези открити в литературата. Коефициентите THQ и HI са под нивата от единица. Съотношението полза/риск илюстрира, че дивите и култивирани *M. galloprovincialis* отгледани в българската част на Черно Море са безопасни за консумация от човека.

Г7-15

K. Peycheva, **V. Panayotova**, R. Stancheva, L. Makedonski, A. Merdzhanova, N. Cicero, G. Camilleri, F. Fazio (2021) Trace elements and omega-3 fatty acids of Black Sea (Bulgaria) bivalve species *Mytilus galloprovincialis*, *Chamelea gallina* and *Donax trunculus*. Human health risk, *Natural Product Research*. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.1921770> (Q2)

**Abstract** The study aimed to evaluate trace elements (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn) concentrations and fatty acids of three Black Sea bivalve species – *Donax trunculus*, *Mytilus galloprovincialis* and *Chamelea gallina* as well as human health risk and benefit-risk ratio based on n-3 LC-PUFA vs. toxic/essential elements. The results showed variations in the element concentrations among the analysed species. *D. trunculus* generally contained higher levels of the essential elements Cu and Zn, while *C. gallina* – higher Cr and Fe. Toxic elements content did not exceed the international standards for mollusks. *D. trunculus* and *C. gallina* were better dietary sources of n-3 LC-PUFA, with approximately two-fold higher EPA + DHA content than *M. galloprovincialis*. Health risks for most toxic and essential elements exposed from bivalve consumption were safe based on THQ, HI and TR indices. The benefit-risk ratio indicated that studied species are safe for human consumption, except one case.

**Резюме** Това изследване има за цел да оцени общата концентрация на микроелементите Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb и Zn и мастните киселини в три черноморски двучерупчести вида (*Donax trunculus*, *Mytilus galloprovincialis* и *Chamelea gallina*), както и да установи полза-риск за човешкото здраве основано на съотношението в нивата на n-3 LC-PUFA спрямо тези на токсичните/есенциалните елементи в пробите. Резултатите показват вариации в концентрациите на химичните елементи сред анализирания видове, като *D. trunculus* съдържа по-високи нива на есенциалните Cu и Zn, докато *C. gallina* - на Cr и Fe. Съдържанието на токсични елементи не надвишава международно установените стандарти за морски мекотели. *D. trunculus* и *C. gallina* са по-добри хранителни източници на n-3 LC-PUFA, с приблизително два пъти по-високо съдържание на EPA + DHA от *M. galloprovincialis*. Рисковете за здравето асоциирани с консумацията на двучерупчести са минимални въз основа на изчислените индексите на неканцерогенен риск (THQ), индекс на опасност (HI) и коефициент на канцерогенен риск (TR). Съотношението полза/риск показва, че изследваните видове са безопасни за консумация от човека, с изключение на един от случаите.

## II. Пълнотекстови публикации в научни списания и сборници, извън участващите в доказателствения материал за покриване на минималните изисквания за заемане на АД „доцент”

II.1. Научни публикации, публикувани в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация (*Web of Science* и *Scopus*)

№ 01. A. Merdzhanova, **V. Panayotova**, D.A. Dobрева, R. Stancheva, K. Peycheva. (2018) Lipid composition of raw and cooked *Rapana venosa* from the Black Sea, *Ovidius University Annals of Chemistry* 29 (1), 49-55. (WoS)

**Abstract** *Rapana venosa* is an edible mollusc with nutritional and economic importance. There is limited information about its lipid composition. The aim of the present study is to provide information about lipid composition, fatty acid profiles, fat soluble vitamins and cholesterol content of raw and cooked *Rapana venosa*. Cooking did not affect the ratio of lipid classes, but fatty acids composition varied significantly. Considerable variations were observed in fatty acid distribution of total lipids and neutral lipids. Fatty acid groups of phospholipids remained unaffected by temperature treatment. The most abundant fatty acids in all lipid classes of raw and cooked specimens were palmitic acid (C16:0) and eicosapentaenoic acid (C20:5n-3). The sum of omega-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) was higher than omega-6 PUFA in all lipid fractions. The results of the present study showed that cooking process affected cholesterol, fat soluble vitamins and carotenoids content differently. Larger variations were observed for vitamin A,  $\beta$ -carotene and astaxanthin and to lesser for vitamin E. Cholesterol and vitamin D<sub>3</sub> were also affected by the thermal stress. The present study revealed that *Rapana venosa* meat could be a good source of high quality nutritional lipids, which are well preserved even after culinary treatment.

**Резюме** *Rapana venosa* е вид ядливо мекотело с хранително и стопанско значение. В научната литература има ограничена информация за неговия липиден състав. Целта на настоящото изследване е да предостави информация за липидния състав, мастнокиселинния профил, мастноразтворимите витамини и съдържанието на холестерол в сурови и сготвени *Rapana venosa*. Резултатите показват, че готвенето не повлиява съотношението на липидните класове, но мастнокиселинният състав варира значително. Наблюдавани са значителни вариации в разпределението на мастните киселини в общите липиди и неутралните липиди. Групите мастни киселини във фосфолипидите остават незасегнати от температурната обработка. Основните мастни киселини във всички класове липиди на сурови и сварени проби са палмитиновата киселина (C16:0) и ейкозапентаеновата киселина (C20:5n-3). Сумата от омега-3 полиненаситени мастни киселини (PUFA) е по-висока от сумата на омега-6 PUFA във всички липидни фракции. Резултатите от настоящото проучване показват, че процесът на готвене влияе различно на съдържанието на холестерол, мастноразтворими витамини и каротеноиди. По-големи вариации са наблюдавани за витамин А,  $\beta$ -каротен и

астаксантин и по-малки за витамин Е. Съдържанието на холестерол и витамин D<sub>3</sub> също е засегнато от термичния стрес. Настоящото проучване разкрива, че месото от *Rapana venosa* може да бъде добър източник на висококачествени хранителни липиди, които се запазват добре дори след кулинарна обработка.

№ 02. A. Merdzhanova, D.A. Dobрева, **V. Panayotova**. (2018) Comparison of fatty acids, cholesterol, fat soluble vitamins and carotenoids content of skin and edible tissue of farmed African catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822), *Ovidius University Annals of Chemistry* 29 (1), 41-47. (WoS)

**Abstract** African catfish (*Clarias gariepinus*) is new species for the Bulgarian market. It is a valuable source of biologically active components that play an important role in human diet, but there is lack of information for the quality of its dietary lipids. This study focuses on the assessment of skin and edible tissue lipid quality of farmed African catfish based on lipid content and detailed fatty acids, fat-soluble vitamins, cholesterol and carotenoids composition. Fatty acid composition was determined by gas chromatography with mass spectrometer (GC/MS) after lipid extraction. Vitamins A, D<sub>3</sub> and E, beta-carotene, astaxanthin and cholesterol were analyzed simultaneously using high performance liquid chromatography (HPLC) with ultraviolet and fluorescence detectors. Lipids, cholesterol, astaxanthin and monounsaturated fatty acids (MUFA) were significantly higher in skin, whereas vitamin A and E, polyunsaturated fatty acids (PUFA) were higher in muscle tissue. Vitamin D<sub>3</sub> showed comparable amounts in both tissues. Eicosapentaenoic acid (C20:5n3) and docosahexaenoic acid (C22:6n3) which are important indicators for fish lipids quality presented significantly high amounts. A portion of 100 g filet without skin contains approximately 600 mg. Results confirmed that African catfish meat – with or without the skin, can be valuable and preferable source of biologically active lipids.

**Резюме** Африканският сом (*Clarias gariepinus*) е нов вид за българския пазар. Той е ценен източник на биологично активни компоненти, които играят важна роля в човешката диета, но липсва информация за качеството на хранителните липиди в него. Това проучване се фокусира върху оценката на качеството на липидите от кожа и филе на култивиран африкански сом въз основа на съдържанието на липиди и подробен мастнокиселинен състав, мастноразтворими витамини, холестерол и каротеноиди. Мастнокиселинният състав е определен чрез газова хроматография с мас спектрометър (GC/MS) след екстракция на общите липиди. Витамини А, D<sub>3</sub> и Е, бета-каротен, атаксантин и холестерол бяха анализирани едновременно с помощта на високоефективна течна хроматография (HPLC) с ултравиолетов и флуоресцентен детектори. Установено е, че кожата съдържа значително по-високи количества общи липиди, холестерол, атаксантин и мононенаситени мастни киселини (MUFA), а филето - витамин А и Е и полиненаситени мастни киселини (PUFA). Витамин D<sub>3</sub> се открива в сравними количества и в двата вида анализирани тъкани. Ейкозапентаеновата киселина (C20:5n3) и докозахексаеновата киселина (C22:6n3), които са важни индикатори за качеството на рибните липиди показват значително високи количества. Порция от 100 g филе без кожа съдържа приблизително 600 mg от тях. Резултатите потвърждават, че месото от африкански сом – със или без кожа, може да бъде ценен и предпочитан източник на биологично активни липиди.

- № 03. **V. Panayotova**, M. Stancheva, D.A. Dobрева. (2013) Alpha-tocopherol and ergocalciferol contents of some macroalgae from Bulgarian Black Sea coast. *Ovidius University Annals of Chemistry* 24 (1), 13-16. (WoS)

**Abstract** The aim of the present study was to determine and compare  $\alpha$ -tocopherol and ergocalciferol content in four macroalgae from Bulgarian Black sea coast. *Ulva rigida*, *Cladophora vagabunda*, *Cystoseira barbata* and *Cystoseira crinita* were used for evaluation of corresponding fat-soluble vitamins content. The sample preparation procedure includes alkaline saponification, followed by liquid-liquid extraction. Ergocalciferol (vitamin D<sub>2</sub>) and  $\alpha$ -tocopherol (vitamin E) were analyzed simultaneously using HPLC/UV/FL system (Thermo Scientific Spectra SYSTEM) equipped with RP analytical column. The mobile phase was composed of 97:3 = MeOH:H<sub>2</sub>O. Ergocalciferol was monitored by UV detection at  $\lambda_{\max}$  = 265nm, while  $\alpha$ -tocopherol was detected by fluorescence at  $\lambda_{\text{ex}}$ =288nm and  $\lambda_{\text{em}}$ =332nm. Alpha-tocopherol content in algal tissues ranged from 1.68±0.38mg/100g d.w. in *Cladophora vagabunda* to 29.13±1.08mg/100g d.w. in *Cystoseira barbata*. Ergocalciferol was detected only in *Ulva rigida* samples.

**Резюме** Целта на настоящото изследване е да се определи и сравни съдържанието на  $\alpha$ -токоферол и ергокалциферол в четири вида макроводорасли от българската акватория на Черно море. Анализирани са видовете *Ulva rigida*, *Cladophora vagabunda*, *Cystoseira barbata* и *Cystoseira crinita*. Процедурата за подготовка на пробата включва алкално осапунване, последвано от течено-течно екстракция. Ергокалциферол (витамин D<sub>2</sub>) и  $\alpha$ -токоферол (витамин E) бяха анализирани едновременно с помощта на HPLC/UV/FL система (Thermo Scientific Spectra SYSTEM), оборудвана с RP аналитична колона. Подвижната фаза се състои от 97:3 = MeOH:H<sub>2</sub>O. Ергокалциферолът се определя чрез UV детекция при  $\lambda_{\max}$  = 265 nm, докато  $\alpha$ -токоферолът се открива чрез флуоресценция при  $\lambda_{\text{ex}}$ =288nm и  $\lambda_{\text{em}}$ =332nm. Съдържанието на  $\alpha$ -токоферол в тъканите на водораслите варира от 1,68±0,38mg/100g d.w. в *Cladophora vagabunda* до 29,13±1,08mg/100g d.w. в *Cystoseira barbata*. Ергокалциферол е открит само в проби от *Ulva rigida*.

- № 04. **V. Ivanova**, M. Stancheva, A. Merdzhanova. (2012) Fatty acids composition of macroalgae from Bulgarian Black Sea coast, *Ovidius University Annals of Chemistry* 23(1), 35-40. (WoS)

**Abstract** Lipids and fatty acids (FA) composition of three Black Sea macroalgae *Cladophora vagabunda*, *Ceramium rubrum* and *Cystoseira barbata* were studied. Fatty acids composition was analyzed by GC/MS. Total lipids content varied widely among the species and ranged between 0.66 and 0.98 g per 100 g fresh weight. Generally, saturated fatty acids were major components (62–71%), with 16:0 as the most abundant saturate (41–57%). Total polyunsaturated FAs and monounsaturated FAs ranged from 28% to 38%. The green alga *Cladophora vagabunda* showed higher C18 PUFAs contents than did C20 PUFAs while for red alga *Ceramium rubrum* the trend was opposite. *Cystoseira barbata* belonging to the group of brown algae showed similar amounts of C18 and C20 PUFAs contents. *Cladophora vagabunda* was rich in linoleic acid and *Ceramium rubrum* in arachidonic acid (AA) while *Cystoseira barbata* was rich in both linoleic acid and eicosopentaenoic acid. All of the studied species had a nutritionally beneficial n6/n3 ratio (1.24–2.84:1).

**Резюме** В настоящото проучване е изследвано съдържанието на общи липиди и мастнокиселинния състав на три вида черноморски макроводорасли *Cladophora vagabunda*, *Ceramium rubrum* и *Cystoseira barbata*. Мастнокиселинният състав е анализиран чрез GC/MS. Общото съдържание на липиди варира в широки граници между видовете (между 0,66 и 0,98 g на 100 g свежо тегло). Като цяло, наситените мастни киселини са основни компоненти (62–71%), като 16:0 е основната наситена мастна киселина (41–57%). Общото съдържание на полиненаситени FAs и мононенаситени FAs варира от 28% до 38%. Зеленото водорасло *Cladophora vagabunda* показва по-високо съдържание на C18 PUFAs, отколкото C20 PUFAs, докато за червено водорасло *Ceramium rubrum* тенденцията е обратна. *Cystoseira barbata*, принадлежаща към групата на кафявите водорасли и показва сходни количества на C18 и C20 PUFAs. *Cladophora vagabunda* е богата на линолова киселина, а *Ceramium rubrum* на арахидонова киселина (AA), докато *Cystoseira barbata* е богата както на линолова киселина, така и на ейкозопентаенова киселина. Всички изследвани видове имат хранително полезно съотношение n6/n3 (1,24–2,84:1).

II.2. Публикации и доклади, публикувани в нереферирани списания с научно рецензиране или публикувани в редактирани колективни томове

**№ 05.** D. Dimova, D. Dobreva, **V. Panayotova**, L. Makedonski. (2019). DPPH antiradical activity and total phenolic content of methanol and ethanol extracts from macroalgae (*Ulva rigida*) and microalgae (*Chlorella*). *Scripta Scientifica Pharmaceutica* 6(2), 37-41. <http://dx.doi.org/10.14748/ssp.v7i2.7369>

**Abstract** Introduction: Algae are widely popular as dietary supplement. Furthermore, they can be a great source of antioxidants (pigments, alkaloids, carotenoids, phenolic acids, sulfated polysaccharides and longchain polyunsaturated fatty acids etc.) and can be used instead of synthetic ones. The different nutrient compositions of algae depend on class, species, habitats, maturity, and environmental conditions.

Aim: The present study aims to investigate the differences in the antioxidant activity (AOA) and total phenolic content (TPC) of macroalgae *Ulva rigida* from the Black Sea and microalgae *Chlorella*. In addition, the obtained results will show their potential as natural sources of antioxidants.

Materials and Methods: The marine macroalgae *Ulva rigida* and the microalgae *Chlorella* were used to perform different solvent extracts, which were analyzed for antiradical activity and total phenol content.

Results and Discussion: All analyzed extracts (methanol and ethanol) showed positive results of the DPPH test and TPC. Both methanol extracts of microalgae *Chlorella* and macroalgae *Ulva rigida* had higher scavenging effect on used radicals for antioxidant activity compared to both ethanol extracts of the same plant material. The results show high potential as natural source of antioxidants of both algae species due perhaps to the phenolic content and other compounds having antioxidant activity.

Conclusion: Both *Ulva rigida* and *Chlorella* can be used as a source of antioxidants and phenolic acids, which can be added to new functional foods and supplements, as well as be the basis of pharmaceutical and cosmetic products.

**Резюме** Въведение: Водораслите са широко популярни като хранителни добавки. Освен това те могат да бъдат богат източник на антиоксиданти (пигменти, алкалоиди, каротеноиди, фенолни киселини, сулфатирани полизахариди, дълговерижни полиненаситени мастни киселини и др.) и могат да се използват като заместител на синтетичните източници. Химичният състав на водораслите зависи силно от вида, местообитанията, периода на растеж и условията на околната среда.

Цел: Настоящото изследване има за цел да изследва разликите в антиоксидантната активност (АОА) и общото фенолно съдържание (ТПС) на макроводораслите *Ulva rigida* от Черно море и микроводораслите *Chlorella*. Освен това получените резултати ще покажат техния потенциал като естествени източници на антиоксиданти.

Материали и методи: Морските макроводорасли *Ulva rigida* и микроводораслите *Chlorella* са екстрахирани с различни разтворители екстракти, които са анализирани за антиоксидантната активност (АОА) и общото фенолно съдържание (ТПС)

Резултати: Всички анализирани екстракти (метанолов и етанолов) показват положителни резултати от DPPH теста и ТПС. Метаноловите екстракти от микроводорасли *Chlorella* и макроводорасли *Ulva rigida* показват по-висока антиоксидантна активност спрямо етаноловите екстракти. Резултатите показват висок потенциал като естествен източник на антиоксиданти и на двата вида водорасли, вероятно поради съдържанието на фенол и други съединения с антиоксидантна активност.

Заключение: Както *Ulva rigida*, така и *Chlorella* могат да се използват като източник на антиоксиданти и фенолни киселини, които могат да се добавят към нови функционални храни и добавки, както и да бъдат в основата на фармацевтични и козметични продукти.

**№ 06.** A. Merdzhanova, **V. Panayotova**, D.A. Dobрева, K. Peycheva. (2018) Proximate composition, lipid quality and heavy metals content in the muscle of two carp species. *Agricultural Science and Technology* 10(4), 1313-8820.

**Abstract** The aim of the presented study was to characterize the quality of edible tissue of freshwater common carp (*Cyprinus carpio*) and bighead carp (*Aristichthys nobilis*), based on their proximate and lipid composition (lipid classes, fatty acid profile, fat soluble vitamins, carotenoids and cholesterol). Health risk assessment was evaluated based on the analysis of some toxic elements (As, Cd, Ni, Pb and total Hg). Proximate composition (moisture, crude protein and total lipid) was determined using standard procedures. Lipids were subsequently separated into neutral (NL) and polar lipids: Phospho- (PL) and Glycolipids (GL) by means of column and thin-layer chromatography. Lipid classes were derivatized into fatty acid methyl esters (FAMES) which were analysed by gas chromatography–mass spectrometry (GC-MS). Vitamins A, D<sub>3</sub> and E, beta-carotene, astaxanthin and cholesterol were analysed simultaneously using high performance liquid chromatography (HPLC). Heavy metals (As, Pb, Cd, Hg and Ni) were determined by optical emission spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-OES) following a microwave digestion procedure. Protein content was higher in bighead carp (18.5%) and lower for common carp (15.5%), whereas lipid content showed opposite trend. Similarities in lipid classes distribution were observed for both species: NL>GL>PL. Neutral lipids constituted approximately 70% of TL in both species, as FAs profile was dominated by monounsaturated fatty acids (MUFA), whereas polyunsaturated FAs (PUFA) prevailed in polar fractions. Omega-3 PUFAs were higher in all lipid classes compared to omega-6 PUFAs. Cholesterol content was low (17-24 mg.100g<sup>-1</sup> ww). Astaxanthin was detected only in bighead carp, whereas beta-carotene, vitamin D<sub>3</sub> and vitamin A showed similar concentrations in both



samples. Vitamin E content was higher in bighead carp ( $10.4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{ ww}$ ). Trace elements content was higher in bighead carp showing a maximum value of As ( $0.312 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ ww}$ ). All determined toxic elements were found below the recommended value in carp muscle. The results of the present study confirmed the high quality and safety of common carp and bighead carp meat. These freshwater species are valuable sources of essential nutrients such as proteins, vitamin D<sub>3</sub> and long chain omega-3 PUFAs. Together with the nutrients, the information for low concentrations of toxic elements makes them valuable components of a healthy human diet.

**Резюме** Целта на представеното изследване е да се характеризира качеството на месото от сладководен шаран (*Cyprinus carpio*) и толстолоб (*Aristichthys nobilis*), въз основа на техния химичен и липиден състав (липидни класове, мастнокиселинин профил, мастноразтворими витамини, каротеноиди и холестерол). Оценката на риска за здравето е направена въз основа на анализа на някои токсични елементи (As, Cd, Ni, Pb и Hg). Химичният състав (влажност, общ протеин и общи липиди) е определен чрез стандартизирани процедури. Общите липиди са разделени на неутрални (NL) и полярни липиди: фосфо- (PL) и гликолипиди (GL) чрез колонна и тънкослойна хроматография. Липидните класове са дериватизирани в метилови естери на мастни киселини (FAMES), които са анализирани чрез газова хроматография-маспектрометрия (GC-MS). Витамини А, D<sub>3</sub> и Е, бета-каротен, астаксантин и холестерол са анализирани едновременно чрез високоефективна течна хроматография (HPLC). Тежките метали (As, Pb, Cd, Hg и Ni) са определени чрез оптико-емисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма (ICP-OES) след процедура на микровълново разграждане. Установено е по-високо съдържание на протеини при толстолоб (18,5%) и по-ниско при обикновения шаран (15,5%), докато съдържанието на липиди показва обратна тенденция. Прилики в разпределението на липидните класове са наблюдавани и за двата вида: NL>GL>PL. Неутралните липиди съставляват приблизително 70% от общите липиди и при двата вида, а профилът на FAs е доминиран от мононенаситени мастни киселини (MUFA), докато полиненаситените FAs (PUFA) преобладават в полярните фракции. Омега-3 PUFAs са в по-високи количества от омега-6 PUFAs във всички липидни класове липиди. Съдържанието на холестерол е сравнително ниско ( $17\text{-}24 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{ ww}$ ). Астаксантин е открит само при толстолоб, докато бета-каротенът, витамин D<sub>3</sub> и витамин А показват сходни концентрации и в двата вида. Съдържанието на витамин Е е по-високо при толстолоб ( $10,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1} \text{ ww}$ ). Съдържанието на микроелементи е по-високо при толстолоб, показвайки максимални стойности за As ( $0,312 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ ww}$ ). Всички определени токсични елементи са открити под препоръчителната стойност в месото на рибата. Резултатите от настоящото проучване потвърждават високото качество и безопасност на месото от обикновен шаран и толстолоб. Тези сладководни видове са ценни източници на основни хранителни вещества като протеини, витамин D<sub>3</sub> и дълговерижни омега-3 PUFAs. Заедно с хранителните вещества, информацията за ниски концентрации на токсични елементи ги прави ценни компоненти на здравословната човешка диета.

№ 07. D.A. Dobрева, A. Merdzhanova, M. Stancheva, D. Terziyski, **V. Panayotova**. (2018) Black Sea fish and shellfish as essential source of vitamin B<sub>12</sub>. International Journal of Scientific Reports 4 (8), 199-203.

**Abstract** Background: Vitamins are very important for the human body because they are necessary for many biological absorption processes of other nutrients, for cells and tissues growth and repair. Because of this, there are many recommendations on daily vitamins intake, approved by the different country and world food organizations. Usually under the term "vitamin B<sub>12</sub>" is understood only cyanocobalamin, but actually this name is general and covers all potentially biologically active "cobalamins"- a group of cobalt-containing compounds. Animal foods, as different meat, milk, eggs, fish and shellfish are considered as the main dietary sources of this vitamin. They contain different forms (methylcobalamin and deoxyadenosylcobalamin) of vitamin B<sub>12</sub> in different amounts. There is limited information in the scientific literature about the vitamin B<sub>12</sub> content in black sea fish and shellfish. The aims of the present work were to determine and compare vitamin B<sub>12</sub> contents as well as relative daily intake of vitamins in different fish and shellfish species from Black Sea waters. Methods: Vitamin B<sub>12</sub> was analysed spectrophotometrically. The method for quantitative analysis includes extraction from the edible tissue and enzymatic hydrolysis to release the cobalt ions. Results: The quantities of vitamin B<sub>12</sub> found in the edible tissue of the analysed samples ranged from 0.63 µg.100 g<sup>-1</sup> ww to 21.5 µg.100 g<sup>-1</sup> ww. Conclusions: The observed results confirm that all fish and molluscs samples deliver significant quantities of the water-soluble vitamin B<sub>12</sub>.

**Резюме** Въведение: Витамините са много важни за човешкото тяло, защото са необходими за много биологични процеси на усвояване на други хранителни вещества, за растежа и възстановяването на клетките и тъканите. Поради това има много препоръки за дневен прием на витамини, одобрени от различните национални и световни организации по храните. Обикновено под термина "витамин B<sub>12</sub>" се разбира само цианокобаламин, но всъщност това име е общо и обхваща всички потенциално биологично активни "кобаламини" - група от кобалт-съдържащи съединения. Животинските храни, като различни видове месо, мляко, яйца, риба и миди, се считат за основни хранителни източници на този витамин. Те съдържат различни форми (метилкобаламин и дезоксиаденозилкобаламин) на витамин B<sub>12</sub> в различни количества. В научната литература има ограничена информация за съдържанието на витамин B<sub>12</sub> в черноморските риби и ракообразни. Целите на настоящата работа са да се определи и сравни съдържанието на витамин B<sub>12</sub>, както и относителния дневен прием на витамини в различни видове риби и миди от черноморските води. Методи: Съдържанието на витамин B<sub>12</sub> е определено спектрофотометрично. Методът за количествен анализ включва извличане от ядлива тъкан и ензимна хидролиза за освобождаване на кобалтовите йони. Резултати: Количествата на витамин B<sub>12</sub>, открити в ядливата тъкан на анализиранияте проби, варират от 0,63 µg.100 g<sup>-1</sup> ww до 21,5 µg.100 g<sup>-1</sup> ww. Заключение: Наблюдаваните резултати потвърждават, че всички проби от риби и мекотели доставят значителни количества от водоразтворимия витамин B<sub>12</sub>.

- № 08. A. Merdzhanova, D.A. Dobрева, **V. Panayotova**. (2018) The comparison of proximate composition, fatty acids and fat-soluble vitamins content of the Black Sea sprat (*Sprattus Sprattus* L.) during catching seasons. *Annals. Food Science and Technology* 19(2), 191-198.

**Abstract** The aim of the present study was to determine and compare the seasonal changes in proximate composition, fatty acid profile and fat soluble vitamins content in spring and autumn sprat (*Sprattus sprattus*) from the Bulgarian Black Sea waters. Crude protein was in the range 16.10 – 17.15%, fat content was from 4.20 to 6.65g/100g wet weight (ww). The fatty acid (FA) and vitamin's contents showed significant seasonal changes. The spring sprat was showed lower saturated fatty acid (SFA, 31.7%), higher mono unsaturated fatty acids (MUFA, 34.7%) and insignificantly lower polyunsaturated fatty acids (PUFA, 33.6%) compared to the autumn samples. In both seasons omega-3 (n-3) PUFA levels were higher than omega-6 (n-6) PUFA and presented over than 50% of total PUFAs. Higher amounts of alpha-tocopherol were found in spring season – 701.2 µg/100g ww. The higher amounts of all-trans retinol (142.3 µg/100 g ww) and cholecalciferol (11.9 µg/100 g ww) were found in spring samples. Regardless of the observed seasonal changes in proximate and FA composition, fat soluble vitamins and n-3 PUFA contents sprat species caught from the Bulgarian part of Black Sea are excellent sources of the analysed components and can be recommended for healthy human diet.

**Резюме** Целта на настоящото изследване е да се определят и сравнят сезонните промени в химичния състав, мастнокиселинния профил и съдържанието на мастноразтворими витамини в пролетната и есенна *Sprattus sprattus* от българските черноморски води. Суровият протеин е в диапазона 16,10 – 17,15%, съдържанието на мазнини е от 4,20 до 6,65 g/100 g свежо тегло (ww). Съдържанието на мастни киселини (FA) и витамини показва значителни сезонни промени. Пролетните проби *Sprattus sprattus* е показала по-ниско съдържание на наситени мастни киселини (SFA, 31,7%), по-високи мононенаситени мастни киселини (MUFA, 34,7%) и незначително по-ниско съдържание на полиненаситени мастни киселини (PUFA, 33,6%) в сравнение с есенните проби. И в двата сезона нивата на омега-3 (n-3) PUFA са по-високи от омега-6 (n-6) PUFA и представляват над 50% от общите PUFA. Открити са по-високи количества алфа-токоферол и през пролетта – 701,2 µg/100g ww. По-високите количества all-транс ретинол (142,3 µg/100 g ww) и холекалциферол (11,9 µg/100 g ww) са открити в пролетни проби. Независимо от наблюдаваните сезонни промени в близкия и FA състава, мастноразтворимите витамини и съдържанието на n-3 PUFA в *Sprattus sprattus*, уловена от българската част на Черно море, са отлични източници на анализирани компоненти и могат да се препоръчат за здравословно хранене на човека.

- № 09. G. Georgieva, D.A. Dobрева, **V. Panayotova**, A. Merdzhanova. (2017) Phenolic compounds in edible plants, Варненски медицински форум (Varna Medical Forum) 6, 509-517.

**Abstract** In recent years, the scientific interest about chemical composition of edible plants, especially their content of biologically active compounds with health protection potential, has grown considerably. Such plants are traditionally used in both European and Asian cultures - to improve flavor and taste and to enrich the nutritional value of the dishes. Edible plants are consumed in both states – raw (e.g. in salads), additives (e.g. spices, seasoning), and after

thermal treatment. An important characteristic of the edible plants is the wide variety of natural biologically active ingredients - including flavonoids and phenolic acids, anthocyanin, etc. contained in the leaves or other parts. Polyphenols are a large group of secondary plant metabolites. The most common phenolic compounds in plant food are phenolic acids and flavonoids. It is known that the phenolic compounds uptake affects human health positively. This substance group is characterized by proven anti-inflammatory, anti-allergic and antiviral properties, as well as potential for the certain cardiovascular diseases prevention, hypertension, diabetes and others. These properties are due to the phenolic compounds' dual role - as antioxidants and as substrates. In Bulgaria there is limited information on the polyphenolic acids' and flavonoids' composition of the edible plants. Expanding the range of such information would provide consumers with an informed choice for healthy life. This would give the opportunity for plant uses in pharmacy (phytotherapy, medicinal cosmetics), inclusion in balanced and healthy diet, as nutritional supplements and functional foods, etc.

**Резюме** През последните години значително нараства интересът към изследването на химичния състав на ядливи растения, особено на съдържанието им на биологично активни съединения с лечебно-протективен потенциал. Такива растения традиционно се използват както в европейската, така и в азиатската култура за подобряване на аромата и вкуса, както и за обогатяване на хранителната стойност на ястията. Ядливите растения се консумират както в сурово състояние като салати, добавки, подправки, гарнитюри, така и след термична обработка. Важна характеристика на ядивните растения е голямото разнообразие на естествени биологично активни вещества - включително флавоноиди и фенолни киселини, антоцианини и др., които се съдържат в листата или други техни части. Полифенолите са голяма група вторични растителни метаболити. Най-често срещаните фенолни съединения в растителната храна са фенолните киселини и флавоноидите. Известно е, че приемът на фенолни съединения влияе позитивно върху човешкото здраве. Тази група вещества се характеризира с доказани противовъзпалителни, противоалергични и противовирусни свойства, както и с потенциал за превенция на някои сърдечно-съдови заболявания, хипертония, диабет и др. Тези свойства се дължат на двойната роля на фенолните съединения - като антиоксиданти и като субстрати. В България има сравнително малко и ограничена информация за състава на полифенолни киселини и флавоноиди в ядливи растения. Разширяване обхвата на подобна информация би предоставило възможност за информиран избор на храна от страна на консуматора, както и употребата им във фармацията (фитотерапия, лечебна козметика), включване в лечебни хранителни режими – като хранителни добавки и компоненти на функционални храни и др.

**№ 10.** V. Panayotova, D.A. Dobрева, A. Merzdhanova, M. Stancheva, L. Makedonski. (2017) Seasonal changes in fatty acid composition and alpha-tocopherol content in *Cystoseira barbata*, Proceedings of the Institute of Fishing Resources, 28, 73-79.

**Abstract** The aim of the present study was to investigate seasonal changes in total lipid content, fatty acid composition and tocopherol content in brown algae *Cystosera barbata*. The fatty acid composition and the vitamin E content show significant changes during the studied seasons.

Spring samples are characterized by higher amounts of saturated fatty acids (SFA - from 62% to 70%) and monounsaturated fatty acids (MUFA - 8% to 13%) and lower content of polyunsaturated fatty acids (PUFA of 29% of 16% of total fatty acids). Lower content of PUFAs are mainly due to the significant reduction of linoleic (C18:2n-6) and arachidonic acids (C20:4n-6) in spring. The tocopherol content decreased significantly in the spring season, from 7.2 to 4.7 mg.g<sup>-1</sup> lipid, respectively.

**Резюме** Целта на настоящото проучване е да се проучат сезонните промени в съдържанието на общи липиди, мастнокиселинния състав и съдържанието на токоферол в кафявите водорасли *Cystosera barbata*. Мастнокиселинният състав и съдържанието на витамин Е показват значителни промени в изследваните сезони. Пролетните проби се характеризират с по-високи количества наситени мастни киселини (НМК – от 62% на 70%) и мононенаситени мастни киселини (МНМК – 8% до 13%) и по-ниско съдържание на полиненаситени мастни киселини (ПНМК от 29% на 16% от общите мастни киселини). По-ниските количества ПНМК се дължат главно на значителното намаляване на линоловата (C18:2n-6) и арахионовата киселини (C20:4n-6) през пролетта. Съдържанието на токоферол намалява значително в пролетния сезон, съответно от 7.2 до 4.7 mg.g<sup>-1</sup> липид.

**№ 11.** К. Peycheva, **V. Panayotova**, М. Stancheva. (2017) Trace Elements Concentrations in Black Sea Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and Rapa Whelks (*Rapana venosa*) from Bulgarian Black Sea Coast and Evaluation of Possible Health Risks to Consumers, *Chemistry Research Journal* 2(6):236-250.

**Abstract** Wild and farmed Black Sea mussel (*M. galloprovincialis*) and rapa whelks (*R. venosa*) were collected during 2016 from six sites on the northern coast of Bulgarian Black Sea. The mussels and rapa whelks soft tissue was analyzed for ten elements (Cd, Cr, Cu, total Hg, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe). Concentrations of these metals, in mg/kg dry weight, ranged from 0.73-3.45 for As, 0.005-0.640 for Cd, 0.040-0.382 for Cr, 0.86-7.70 for Cu, 4.2-112.9 for Fe, 0-0.121 for total Hg, 0.260-3.190 for Mn, 0.023-0.642 for Ni, 0-0.332 for Pb and 7.5-38.2 for Zn. The concentration of these elements does not exceed the maximum residual levels prescribed by different local and international regulation for seafood. The estimated daily intake (EDI) for average level molluscs (ALM) and high level molluscs (HLM) consumers was found to be lower than the ORD guidelines for Cd, Cr, Cu, total Hg, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe. Furthermore, the target hazard quotient (THQ) and hazard index (HI) was found to be less than 1 for ALM and HLM consumers. Target risk due to Pb, As and Ni exposure through consumption of mussels and rapa whelks may not have the probability of contracting cancer over a long lifetime in future. Therefore, there were no potential human health risks to the ALM and HLM consumers of the mussels.

**Резюме** Целта на настоящото проучване е да се определи съдържанието на десет елемента (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Pb, Mn, Fe) в диви и култивирани миди (*M. galloprovincialis*) и рапани (*R. venosa*) от северното крайбрежие на българското Черно море. Концентрациите на елементите в mg/kg сухо тегло, варират в следните граници 0,73-3,45 за As; 0.005-0.640 за Cd; 0.040-0.382 за Cr; 0.86-7.70 за Cu; 4.2-112.9 за Fe; 0-0.121 за Hg; 0.260-3.190 за Mn; 0.023-0.642 за Ni; 0-0.332 за Pb и 7.5-38.2 за Zn. Концентрацията на тези елементи не надвишава максималните допустими нива за

токсични елементи в морски храни, установени от различни местни и международни организации. Изчисленият дневен прием (EDI) за потребителите на средно количество мекотели (ALM) и онези с високо такова (HLM) е по-нисък от установените норми за Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Zn, Pb, Mn и Fe. Установено е, че коефициентът на неканцерогенен риск (THQ) и индексът на опасност (HI) са по-малки от единица за потребителите ALM и HLM. Коефициентът на канцерогенен риск (TR) за Pb, As и Ni за изследваните миди и рапани и се асоциира с липса на канцерогенен риск причинен от консумацията на диви и култивирани миди (*M. galloprovincialis*) както и рапани (*R. venosa*) северното крайбрежие на българското Черно море.

№ 12. К. Peycheva, **V. Panayotova**, M. Stancheva. (2016) Assessment of human health risk for copper, arsenic, zinc, nickel, and mercury in marine fish species collected from Bulgarian black sea coast, International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 4 (5), 41-46.

**Abstract** The aim of this study is to measure the levels of Cu, As, Zn, Ni and Hg found in muscle of three common fish species collected from the coast of Black Sea, Bulgaria and to determine their potential effects via calculation of the daily intake of metals and estimated weekly intake of metals. To estimate the human health risk, the target hazard quotients (THQ), was calculated. THQs for individual metals were lower than the guideline value of 1. Hazard Index of each trace element were lower than one suggesting that these pollutants perhaps pose no hazard to local residents. Target risk due to As ( $3.63 \times 10^{-5} - 5.47 \times 10^{-5}$ ) and Ni ( $2.65 \times 10^{-7} - 5.07 \times 10^{-7}$ ) exposure through fish consumption may not have the probability of contracting cancer over a long lifetime in future. More intensive studies are necessary in order to determine the toxic metals in fishes from this area of Black Sea.

**Резюме** Целта на това изследване е да се измери концентрацията на Cu, As, Zn, Ni и Hg в мускулната тъкан на три често консумирани вида риби пробовзети от българското крайбрежие на Черно море, България, както и да се определят потенциалните им ефекти чрез изчисляване на дневния и седмичен прием. За оценка на здравният риск е изчислен коефициент на неканцерогенен риск (THQ), като за отделните елементи той е по-нисък от единица. Индексът на опасност (HI) за всеки микроелемент е по-нисък от едно, което предполага, че тези замърсители вероятно не представляват опасност за консуматорите. Коефициент на канцерогенен риск (TR) за As ( $3.63 \times 10^{-5} - 5.47 \times 10^{-5}$ ) и Ni ( $2.65 \times 10^{-7} - 5.07 \times 10^{-7}$ ) под допустимите стойности и се асоциира с липса на канцерогенен риск причинен от консумацията на този рибен вид.

№ 13. К. Peycheva, **V. Panayotova**, L. Makedonski, M. Stancheva (2014) Toxic and essential metal concentration of freshwater fishes from Pyasachnik Dam, Bulgaria. Agricultural Science and Technology 6 (3), 364-369.

**Abstract** The aim of the present study is to evaluate the concentration of some toxic (As, Hg, Pb, Cd and Ni) and essential elements (Zn, Cu, Fe, Cr and Mn) in edible part of three fresh water fish species collected from Pyasachnik Dam during 2010. The species analyzed were silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*), grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) and European carp (*Cyprinus Carpio*). The results were expressed as mg/kg wet weight. Common carp species were differentiated from the other three species by high concentration of Zn (11 mg/kg wet

weight), Fe (7 mg/kg wet weight) and As (0.58 mg/kg wet weight) in muscle tissues. Concentrations of the analyzed elements were within the limits set from various health organization (FAO/WHO, EU and Bulgarian Food Codes) and are at acceptable levels for human consumption. Additionally the results obtained in this study were compared with those reported in other studies and they clearly demonstrated that the analyzed fish samples from Pyasachnik dam do not faced metal pollution in particular areas for toxic (As, Hg, Pb, Cd and Ni) and essential elements (Zn, Cu, Fe, Cr and Mn).

**Резюме** Целта на настоящето изследване е да се оцени концентрацията на токсичните (As, Hg, Pb, Cd и Ni) и есенциални елементи (Zn, Cu, Fe, Cr и Mn) в мускулната част на три сладководни риби уловени от язовир Пясъчник през 2010г. Тези рибни видове са бял толстолоб (*Hypophthalmichthys molitrix*), бял амур (*Stenopharyngodon idella*) и шаран *Cyprinus Carpio*). Резултатите са изразени в mg/kg мокро тегло. Концентрацията в мускулната тъкан на рибният вид шаран е с високи стойности за химичните елементи Zn (11 mg/kg w.w), Fe ( 7 mg/kg w.w) и As (0.58 mg/kg w.w). Концентрациите на анализирани елементи са в границите определени от различни здравни организации (FAO/WHO, EU и Български здравни организации) и са в допустимите нива за консумация от човека. В допълнение, резултатите от това изследване са сравнени с тези публикувани в научната литература и показват, че анализирани рибни проби от язовир Пясъчник са годни за консумация по отношение на токсичните (As, Hg, Pb, Cd и Ni) и есенциални (Zn, Cu, Fe, Cr и Mn) елементи.

**№ 14.** **V. Panayotova,** M. Stancheva (2013) Mineral composition of marine macroalgae from the Bulgarian Black Sea Coast, *Scripta Scientifica Medica* 45(1), 42-45.

**Abstract** The present study focuses on the trace metal and mineral composition analysis of various seaweeds such as Chlorophyceae (*Ulva rigida* and *Chaetomorpha linum*), Phaeophyceae (*Cystoseira barbata* and *Cystoseira crinita*) and Rhodophyceae (*Gelidium crinale*) collected from the Bulgarian Black Sea Coast. The concentration ranges found for each sample, were as follows: Na, 2.59–5.90; K, 0.28–10.9, Ca, 5.52–21.4; Mg, 2.31–4.22; Sr, 0.05–1.18 (in mg/g dw); Pb, 0.02–0.12; Cr, 0.02–0.33; Co, 0.02–0.15; Fe, 6.1–105; Zn, 1.30–3.80; Mn, 1.60–29.4; Cu, 0.24–0.91; As, 0.18–1.54; Ni, 0.04–0.11; Ba, 0.01–1.95; Se, 0.004–0.12 (in mg/100 g dw); Hg, 0.01–0.03 and Cd, 0.03–0.34 expressed in µg/g dw. Among species analyzed, green algae *Chaetomorpha linum* and *Ulva rigida* showed the maximum contents of mineral elements such as Mg, Na, Cr, Co, Fe, Mn, As, Pb and Hg, red alga *Gelidium crinale* – Cu, Zn and Se, while brown algae *Cystoseira barbata* and *Cystoseira crinita* – Ni, Cd, Ca, K, Sr and Ba. Mineral composition of different Black Sea macroalgae species was found relatively higher as compared to the land vegetables as well as to other edible seaweeds. They could therefore be used as food supplement or as a spice to improve the nutritive value in animal or human diet.

**Резюме** Настоящото изследване е фокусирано върху анализа на елементния състав на различни видове морски водорасли като Chlorophyceae (*Ulva rigida* и *Chaetomorpha linum*), Phaeophyceae (*Cystoseira barbata* и *Cystoseira crinita*) и Rhodophyceae (*Gelidium crinale*), събрани от българското крайбрежие на Черно море. Резултатите за анализирани елементи варират в следните диапазони: Na, 2,59–5,90; K, 0,28–10,9, Ca,

5,52–21,4; Mg, 2,31–4,22; Sr, 0,05–1,18 (в mg/g dw); Pb, 0,02–0,12; Cr, 0,02–0,33; Co, 0,02–0,15; Fe, 6,1–105; Zn, 1,30–3,80; Mn, 1,60–29,4; Cu, 0,24–0,91; As, 0,18–1,54; Ni, 0,04–0,11; Ba, 0,01–1,95; Se, 0,004–0,12 (в mg/100 g dw); Hg, 0,01–0,03 и Cd, 0,03–0,34, изразено в µg/g dw. Сред анализиранияте видове зелените водорасли *Chaetomorpha linum* и *Ulva rigida* показват максимално съдържание на елементи като Mg, Na, Cr, Co, Fe, Mn, As, Pb и Hg, червените водорасли *Gelidium crinale* – Cu, Zn и Se, докато кафяви водорасли *Cystoseira barbata* и *Cystoseira crinita* – Ni, Cd, Ca, K, Sr и Ba. Съдържанието на елементи в различните видове черноморски макроводорасли е по-високо в сравнение с този на сухоземните растения, както и с други ядливи водорасли. Следователно те могат да се използват като хранителна добавка или като подправка за подобряване на хранителната стойност в храната на животните или хората.

№ 15. М. Stancheva, **V. Ivanova**, К. Peycheva. (2012) Determination of heavy metals in Black Sea *Mytilus galloprovincialis* and *Rapana venosa*, *Scripta Scientifica Medica* 44 (2), 27-30.

**Abstract** Shellfish living in seas can accumulate heavy metals, and may serve as excellent passive biomonitors. Concentrations of arsenic, cadmium, mercury, lead and manganese in two kinds of shellfish – *Rapana venosa* and *Mytilus galloprovincialis* were determined. Samples were collected at three coastal sites along the Bulgarian Black Sea, including one mussel farm. Shellfish tissues were subjected to microwave assisted acid digestion followed by appropriate atomic absorption spectrometry, AAS (Flame AAS for Mn, Electrothermal AAS for Cd, Pb, As). Concentration of total mercury was determined by Direct Mercury Analyzer. Levels of metals varied within species. The results clearly indicated that the concentrations of As exceeded the maximum permissible levels (MLPs) of 2.0 mg/kg according to the Bulgarian Food Codex (2004).

**Резюме** Мекотелите, обитаващи морета, могат да акумулират тежки метали от заобикалящата ги водна среда и да бъдат използвани като пасивни биоиндикатори за замърсяването ѝ. В изследването е определена общата концентрация на арсен (As), кадмий (Cd), живак (Hg), олово (Pb) и манган (Mn) в два вида морски мекотели, *Rapana Venosa* и *Mytilus Galloprovincialis*. Пробите са взети от три крайбрежни места по крайбрежието на Черно море (България), включително и от една мидена ферма. Мускулната тъкани на ракообразните са обработени с подходящи киселини и са подложени на микровълново разтваряне и атомно-абсорбционно определяне (AAS) (пламъчно йонизационна АА за Mn и електротермична ААС за Cd, Pb и As). Концентрацията на общия живак е определена чрез директен анализатор на живак. Нивата на тежките метали варират в рамките на анализиранияте видове мекотели. Резултатите показват, че концентрацията на As превишава максимално допустимото ниво (MPL) от 2.0 mg/kg определена от българските здравни власти (2004).