

природа

www.press.bas.bg

Палеонтологическо откритие – Гигантска панда от България



Екология на Черно море
Водните гъби – познати и непознати
Елементарните частици и Вселената
Нанотехнологиите – принципи и приложения
Токсичните метали от древността до днес
Човек и шимпанзе – какво ни свързва?
Микроводорасли от екстремни местообитания

Книжка 3
Юли-
септември
2022 г.

природа

Излиза от 1952 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

Интервю

Николай Спасов:

„Изкопаем и неизвестен до-
сега вид голяма панда е жи-
вял по нашите земи преди
6 милиона години“ 4

Хоризонти на науката

Пламен Савов

Нанотехнологиите – основ-
ни принципи и приложение 10
Стефан Плачков
Законите на физиката обе-
диняват елементарните
частици с огромната Вселе-
на 20

Зелена планета

Иван Илиев

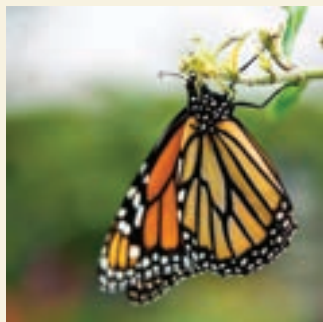
Микроводорасли от екс-
тремни местообитания 32

Образование и творчество

Мая Гайдарова,

Стефан Манев

Ученици оценяват предска-
занията на писателите фан-
тасти на „Националното
състезание за ключови ком-
петентности по природни
науки“ 42



Синя Планета

Нешо Чипев,

Албена Александрова

Екология на Черно море: от
молекулата до екосистема-
та 54

Васил Големански

Водните гъби – познати и
непознати? 64

Тайните на генома

Драгомира Николова

Човек и у шимпанзе – какво
ни свързва и разделя? 70

Рецензия

Васил Големански

Иван Иванов. Химическите
послания на живата приро-
да 76

Непознатата химия

Петър Остоич,

Михаела Белчева

Токсичните метали – един
нерешен проблем от древ-
ността до наши дни 80

Фосилна летопис

Златозар Боев

Брагатата улулица – дре-
вен гост в плейстоценските
гори на България 88

С бинокъл сред природата

Еберхард Унджиян

Посещение на Големия
Бръшленски остров 94

Отечество любезно

Апостол Апостолов

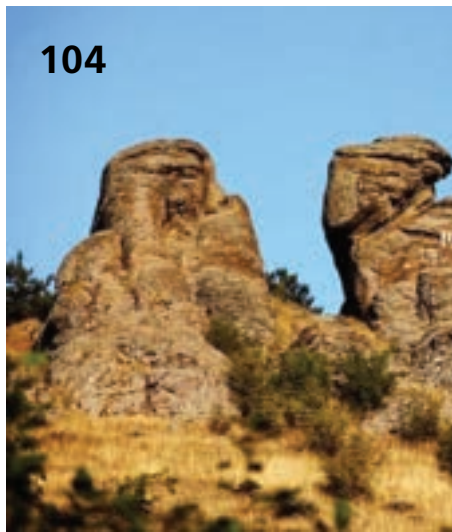
Скални феномени, легенди и
поверия в Източна Стара
планина 104



32



104



Николай Спасов:

„Изкопаем и неизвестен досега вид голяма панда е живял по нашите земи преди 6 милиона години“

През август 2022 година новоописаният фосилен вид *Agriarctos nikolovi* се превърна в лятна медийна сензация. Информационната лавина тръгна от статия в научното списание *Journal of Vertebrate Paleontology* (орган на американското дружество по гръбначна палеонтология), като заедно с нейното публикуване известното издателство Taylor&Francis се бе позрижило да задвижи медийния механизъм, с който не само специалистите, но и светът да научи за откритието. Новината бе обявена точно в полунощ на първи август, като готозава имаше строго ембарго, в което вестници, списания и сайтове са били подготвени. Седмицата преди това е била тежка за кореспондиращия автор, Николай Спасов. Имейлът му е бил претърпан с писма от медии от цял свят с молба за интервюта. И на 1 август световни медийни институции като New York Times, Washington Post, CNN, BBC, New Scientist и много други

писаха за едно научно откритие, което тръзва от нашата страна и по-точно – от Националния природонаучен музей към БАН. За дългия път към него разказва проф. Николай Спасов от Националния природонаучен музей при БАН

С вашия китайски колега Чигао Ян-зую вие описвате нов вид изкопаема панда. Кое от гледната точка на палеонтолога е най-интересното в това откритие?

Странно, но факт: днес голямата панда обитава относително малка планинска територия в Китай, но началото на еволюцията на тази специфична група мечки започва на Европейския континент преди около 12 милиона години. Описаният от нас вид е най-еволюиралата изкопаема панда от Европа. Откритието показва, че еволюцията на тази група мечки е много по-сложна, отколкото сме си представяли досега.



Проф. Николай Спасов е роден в София. Учи в Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, специалност „Зоология на гръбначните животни“. Директор на Националния природонаучен музей при БАН от 2011 до 2020 г. Работи в областта на зоологията, палеонтологията и еволюцията на гръбначната фауна, както и по проблемите на нейното опазване. Има над 250 научни публикации. От август 2021 г. е главен редактор на сп. Природа.

Вероятно се питате какво означава въпросителната преди научното латинско име? Поради оскъдната фосилна летопис ние не сме напълно сигурни, че видът принадлежи към рода, към който го отнасяме. Същевременно белезите на зъбите са уникални и те без съмнение принадлежат на неизвестен до момента вид панда.

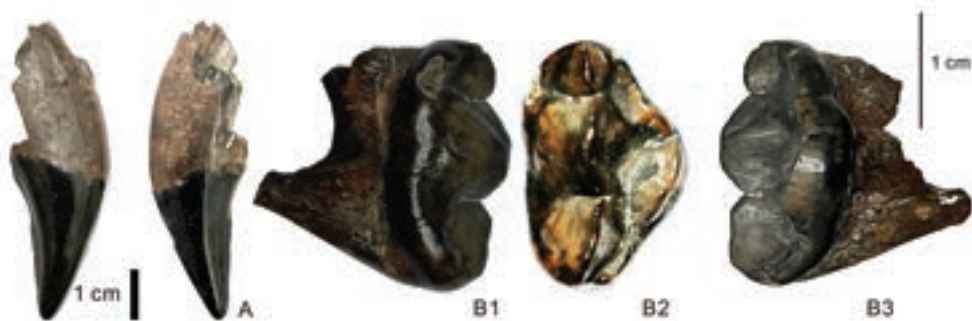
Какво представлява голямата панда и защо е толкова популярна, след като обитава една малка планинска територия в Китай?

В науката доскоро беше неясен въпросът дали големите панди са мечки. Днес генетичните и морфологични изследвания категорично ги поставят в едно семейство, но в своята еволюция голямата панда е пример за уникална специализация, която продължава да учудва учените. Голямата панда е вид, принадлежащ към отделен и силно специализиран към храната и условията на средата клон от семейството на мечките. Голямата панда днес е застрашена, именно заради тясната си специализация. Неслучайно пандата е и символ на Световния фонд за природата (*World Wide Fund for Nature; WWF*). И още нещо – пандата е любимо животно на децата, има го в безброй комикси, филмчета, играчки. Хо-

рата обичат това животно, смятано за симпатично и безобидно, каквото то всъщност не е – пандата все пак е мечка и може да достигне 160 килограма. Популярността на пандите и позитивният „имидж“, създаден около тях, безспорно са изиграли роля за успеха на медийната кампания, свързана с нашата статия.

Зъбите, определени от вас като принадлежащи на изкопаема голяма панда, са се съхранявали в колекциите на Националния природонаучен музей при БАН още от началото на 80-те или дори от 70-те години. Защо това откритие бива публикувано толкова късно? Каква е историята му?

Изследванията ми върху фосилите, довели до описването на новия вид *Agriarctos nikolovi* започнаха преди ...40 години! Като начинаещ палеонтолог в Националния природонаучен музей наследих колекция от фосилни находки, събрана от моя предшественик ст. н.с. Иван Николов. Като палеонтолог, какъвто аз мечтаех да стана, той бе мой кумир още от гимназиалните ми години. В негово чест кръстих вида на негово име. Той бе запазил два зъба, до които намерих ръкописна бележка с непонятен текст, написан набързо на ръка. Емайлът на зъбите беше лъскав



Снимка на зъбите от *Agriarctos nikolovi* в *Journal of Vertebrate Paleontology*, открити преди 40 години и публикувани на 1 август 2022 г.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02724634.2021.2054718>. Посетен 20 август 2022г.

и черен, явно поради фосилизация, преминала във въглищни наслаги. Кога точно ги е получил от геолозите (или ги е намерил лично) не бе ясно. Когато ги видях, веднага разбрах, че представляват фосилен хищник, но тогава все още нямах необходимите познания, за да се ориентирам. Периодично се връщах към тази бележка, но не успях да я разчета, пък и все потъвах в други изследвания. Така изминаха двадесетина години, когато на едно събиране на нашия випуск от университета попаднах на състудент, който бе станал графолог в МВР. Директно го попитах може ли да разчете непознатия текст, а той ме заведе при един негов колега, който погледна листчето и ми каза да изпия едно кафе и да се върна след 15 минути (!). За това време той успя да разчете листчето и ми съобщи, че там пише „Гюреджия“. Не се усъмних в компетентността му, аз вече бях разгадал буквите до „Гюре“, но това не ми напомняше нищо. Нагписът си остана загадка, минаха още години, в които си мислех, че Гюреджия вероятно е местност, но не знаех къде да я търся. По една случайност първият ми докторант, г-р Георги Марков, който вече е водещ палеонтолог, ми се обади и ми каза, че в интернет е попаднал на

текст за Елинпелинския район, в който се споменавало за село Гюреджия. Веднага го помолих да ми прати текста. Оказа се, че всъщност става дума за старо име на село, известно днес като Огняново. Кръстено е така през 1950 година в чест на партизанин от отряда Чавдар, преди това известно време е носело името Сзледници (от 1934 г.). Гюреджия е старо турско име, което се е използвало в битово общуване успоредно с официалните имена и така е стигнало до бележката при зъбите.

След като хванах тази следа, започнах да търся къде там е имало въглища, в какви пластове са и как са датирани. В последно време в това отношение много полезна за мен беше информацията, която получих от проф. Марлена Янева от Института по геология при БАН. Междувременно около фосилните панди имаше доста открития, бяха описани нови родове изкопаеми панди и аз вече не се съмнявах, че тези зъби са на голяма панда. Още през 1980 г. бях писал на големия учен Ерих Тениус (Erich Thenius) – палеонтологът, който бе написал една от най-важните статии за еволюцията на европейската фосилна панда, род *Agriarctos*. Към този род, макар и със съмнение, отнасях още тогава двата зъба,

останали от Иван Николов. Проф. Тениус (тогава 90-годишен) ми писа: „да, колега, прав сте, тези зъби трябва да принадлежат на *Agriarctos*“. Бях горд с попадението си, но още нямах представа нито за находището, нито за неговата възраст. Времето течеше, но днес си мисля, че закъснението в крайна сметка е било полезно – през това време знанията за пандите се увеличаваха. Родът *Ailurarctos* бе описан от Китай, а от Испания стана известен и друг примитивен род – *Kretzoiarctos* (на името на изтъкнатия унгарски палеонтолог Кретцой, описал *Agriarctos*). Но нашите зъби бяха много по-еволюирали от видовете, живели преди 12 – 7 милиона години в Европа и известни от Унгария, Испания, Германия и Франция. Българските зъби по степента на своята еволюция стояха по-близо до китайския род, но имаше и разлики. Бях вече сигурен, че българските фосили представляват нов вид голяма панда. Това, което беше изненадващо за мен, беше еволюиралата морфология на горния четвърти предкътник, може би най-важният зъб за идентифициране на вида в групата на пандите. По него българската панда приличаше в редица отношения на новоописания китайски род. Затова и предложих на колежата Чигао Янзую (Qigao Jiangzuo) от Института по палеонтология в Пекин, който има опит в изучаването на еволюцията на пандите, съвместно да анализираме и описваме тази находка. Сътрудничеството ни се окача много ползотворно.

При твърде малкото известни фосили затвърдихме предположението, че българската панда принадлежи по-скоро на род *Agriarctos*, макар и по много белези да е не по-малко развита от китайския *Aiurartstos lufengensis* – вероятният пряк предшественик на съвременната панда. Новоописаният вид от България е геологически връстник на китайския, освен това има големи размери, почти като съвременната панда и редица прогресивни черти на специализация в посока усложняване на зъбната структура като китайски форми. В общата ни статия правим предположението, че видът от България е вероятно продукт на паралелна еволюция, а не пряк прародител, не толкова поради географското разстояние, а главно въз основа на някои деликатни белези на горния предкътник.

Какво можете да ни кажете за начина на живот на българската панда?

Фосилите на *?Agriarctos nikolovi* са открити във възлищни пластове, което



Възстановка на външния вид на ?Agriarctos nikolovi от художника анималист Велизар Симеоновски



Пандата е популярно животно и заради миловидния си изглед. Но не трябва да се забравя, че все пак е мечка...

е индикация за живот във влажни гори. В края на миоцена такива гори са били ограничени по площ на Балканите, а основният пейзаж е бил доминиран от савани – гористи или по-открити. Очевидно при настъплението на саваните видът вече не е бил широко разпространен. Има някои индикации за това, че преди 6 млн. години климатът за кратко е станал малко по-влажен, преди поредното и драстично засушаване, месинската криза, която трябва да е довела до изчезването на вида. Дори и да е просъществувал още малко в подходящи горски местообитания, това явно не е било задълго. Големите кучешки зъби на българската панда, пропорционално по-големи от тези на съвременната панда, говорят може би за съперничество с други съжителстващи хищници в последните територии на обитание, а вероятно и за използването им във вътрешновидови конкурентни отношения.

Agriarctos nikolovi не би трябвало да се е хранил с бамбук като съвременната панда, не само защото бамбукът е рядкост в България и Европа по това време (в късния миоцен), но и защото му липсва дебелината на зъбния емайл и масивността на зъбните издатини на съвре-

менната панда, необходими, за да може да се справи с твърда растителна храна като бамбука. Тези зъби са адаптирани към по-мека растителна храна.

Как би трябвало да е изглеждала гревната български панда?

По моя молба големият художник анималист Велизар Симеоновски (*повече за него Вж Природа бр. 3/2021 г.*), сътрудник на чикагския музей, направи професионална научна илюстрация. Става дума не просто за рисунка, а за интерпретация от много компетентен в зоологично отношение автор. Познавам го добре, той завърши „Биология“ в СУ, после замина за САЩ, а рисуваният му талант го изведе като водещ художник реставратор на гревни животни в световен мащаб. С него обсъдихме принципите, по които



Пандата не случайно е избрана и за символ на Световния фонд за природата World Wide Fund for Nature; WWF

трябва да бъде подготвена реставрацията. Неговата картина е продукт не само на артистично вдъхновение и майсторство на ръката, а и на знания и на научни консултации. Тя има не само художествена, но и своята научна стойност.

В личен план, чувствате ли се горд с откритието?

За еволюцията на пандите по принцип все още знаем малко, а голямата

панда винаги е предизвиквала особен интерес – както за специалисти, така и за по-широк кръг хора. Ако в случая има повод за гордост, за мен той е най-вече в това, че нашата науката даде своя принос (който бе широко отразен) за разгадаването на еволюцията на голямата панда, един все още тайнствен със своите особености вид, макар и популярен и станал символ на природозащитата. ■

Изисквания към авторите на сп. „Природа“

Сп. „Природа“ е научнопопулярно списание, предназначено за широка читателска аудитория: специалисти от различни научни области, преподаватели във висши и общообразователни учебни заведения, студенти, ученици, любознателни читатели с разностранни интереси.

Характерът на списанието налага някои специфични изисквания към авторите: разглеждане на актуален и важен за науката проблем; достъпно изложение; понятен за широката публика език; избягване на чуждици в случаите, когато могат да се употребят съответните български думи; онагледяване на текста с илюстрации, таблици, фигури. Не е желателно обособяването на отделни глави и раздели, както и цитирането на ползваната литература в края на статията.

Обемът на статиите е 5–6 машинописни страници (стандартната машинописна страница е 30 реда, 60 знака на ред, като този обем не включва предлаганата илюстрация). Към ста-

тиите се прилагат кратки биографични данни за автора и негова снимка.

Кратките научни съобщения и любопитни факти се помещават в отделни рубрики, поради което е необходимо да се посочи научната област, към която се отнася съобщението.

Илюстрациите трябва да са годни за непосредствено полиграфическо възпроизвеждане.

За осъществяване на контакт с авторите е необходимо те да посочат на края на статията или съобщението трите си имена, телефон и имейл.

Ръкописите се представят на електронен носител или се изпращат по имейла.

Текстът трябва да е във формат .doc/.rtf за MS Office XP/97-2003 или .docx за MS Office за Win7.

Не се приемат за издаване или отпечатване произведения, в които илюстративният материал е вмъкнат в .doc/.docx/.rtf файл.

Снимките се предоставят на отделни файлове във формати .jpeg и .tif.

Нанотехнологиите – основни принципи и приложение

Пламен Савов

Да започнем с въпроса: „Защо нано-“?

В своето историческо развитие, за да улеснят живота си, хората първоначално са започнали да използват уреди и сечива, изработвани от кости, камъни и различни метали, чиито размери са били съизмерими с размерите на човека. Едва в средата на миналия век започва да се говори за миниатюризация на голяма част от електрическите модули, служещи като градивни елементи на много уреди и машини. Особено силно проце-

Напоследък все повече се говори за бурното развитие на нанотехнологиите и приложението на наноматериалите във всички области от човешкия живот. А какво всъщност представляват нанотехнологиите и с какво са толкова полезни? Целта на тази статия е да запознае любознателния читател с основните дефиниции и принципи на нанотехнологиите и приложението на наноматериалите в различните области на човешкото битие. Преди да започнем да говорим за спецификата в нанотехнологиите ние трябва да въведем яснота в някои от основните понятия и дефиниции.

съм на миниатюризация се развива след откриването на транзистора и интегралните схеми. Започва да се говори за „микроелектроника“. Това означава, че градивните елементи в схемите са с размери от порядъка на микрометър

(микрон). Това е една милионна от метъра или записано със степен на десетката 10^{-6} m.

Но учените и инженерите не спират дотук. Търсенето на все по-бързи и малки електронни уреди и най-вече широкото

разпространение на персоналните компютри доведе до още по-висока степен на миниатюризация. Така в началото на XXI век основните градивни елементи в схемите, наречени вече „чипове“, достигат размери милиардна част от метъра (10^{-9} m), наречен още *нанометър*. Благодарение на тази миниатюризация, която позволи честотата на работа на процесорите да надхвърли 3 GHz, компютрите достигнаха огромна изчислителна скорост. Десетилетие по-късно се появиха и смартфоните – телефони с възможности на компютър, но събрани в обем колкото човешка длан.

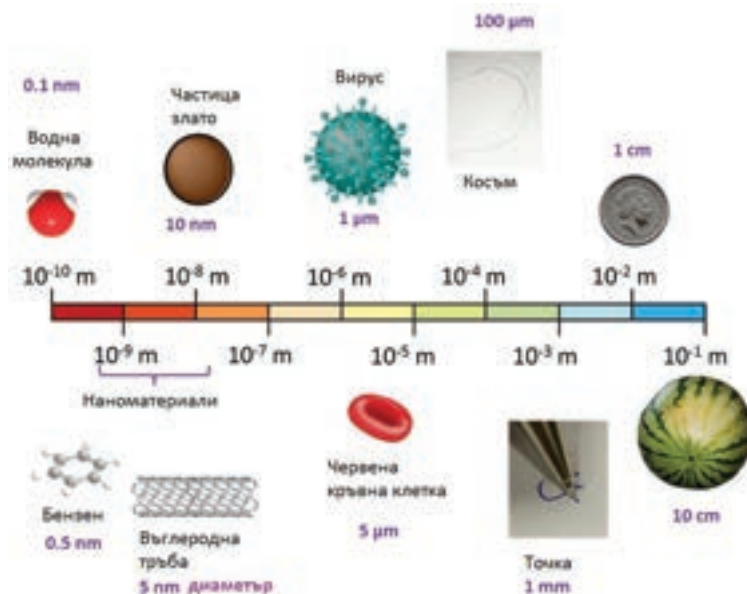
Така започна интензивното развитие на човешката дейност в нанообластта, която бе наречена „нанотехнология“. Наноелектрониката, която е фундамент на дискутираните по-горе процесори е част от огромния океан на нанотехнологиите. Малка част от хората са запознати с останалата, не по-малко

важна част от света на нанотехнологиите, свързана с конструирането и прилагането на различни наноматериали в различните области на живота – като се започне от козметиката, медицината, транспорта, строителството, хранителната промишленост и се завърши с военното дело.

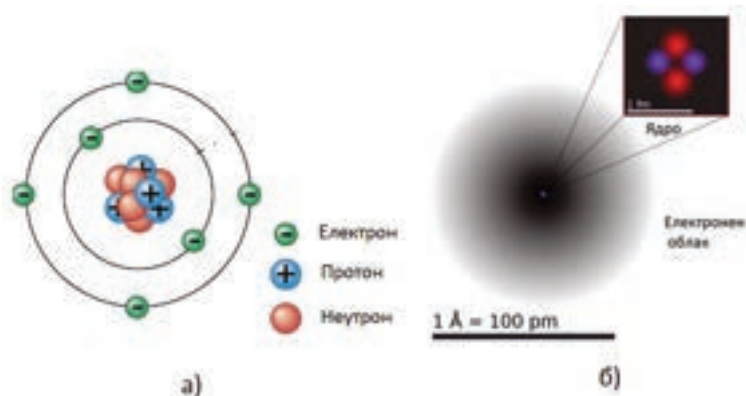
За да има изграждане на някакви материали, трябва да има и градивни елементи. „Тухличките“ при нанотехнологията са самите елементарни частици (протони, електрони и неутрони). От тях се изграждат по-големи структури като молекули, конгломерати от молекули и накрая – изграждане на макрообект.

Нека накратко да си припомним някои основни моменти от историята на откриването и свойствата на елементарните частици.

През 1897 г. Дж. Дж. Томпсън (J. J. Thomson) открива отрицателно заредени частици при своите опити да пропу-



Обекти от различни мащаби



Модел на атома: а) планетарен модел; б) съвременна представа

ска ток в стъклена тръба от която е изтеглен въздухът. По-късно тази тръба е наречена електроннолъчева тръба. Томпсън установява, че всички химични елементи съдържат тези миниатюрни частички, наречени *електрони*. По-късно се установява, че електронът има заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ С и маса $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. През 1906 г. Дж. Дж. Томпсън получава Нобелова награда по физика „В знак на признателност за заслугите в областта на теоретичните и експериментални изследвания на електропроводимостта в газове“.

През 1911 г. Ърнест Ръдърфорд (Ernest Rutherford), ученик на Дж. Дж. Томпсън, открива структурата на атома. По време на своите експерименти Ръдърфорд облъчва тънка златна пластинка с алфа частици (това са частици, състоящи се от два протона и два неутрона – хелиево ядро), излъчени от уранова руда. При този експеримент, той заедно със своя ученик Ханс Гайгер (Hans Geiger, получил световна известност за откритието на брояча на Гайгер), откриват, че почти 99% от частиците преминават през златната пластинка и само около 1 на 8000 частици се отклонява, сякаш

се блъска в тежко ядро, заредено положително.

През 1908 г. Ръдърфорд получава Нобелова награда по химия „За проведените изследвания в областта на разпада на елементите в химията на радиоактивните вещества“.

На схемата е представен т. нар. *планетарен модел на атома* – така, както си го е представял и Ръдърфорд. В центъра се намира тежко положително ядро, а около него електроните обикалят по орбити, както планетите в слънчевата система обикалят около Слънцето.

По-късно се е установило, че електроните не обикалят по орбити, а са размазани в пространството около ядрото. Тази конфигурация учените нарекли *електронен облак*.

Когато сравнили масата на ядрото със сумата от масите на изграждащите го протони, учените установили съществен недостиг – ядрото било около 2 пъти по-тежко. Така те открили и следващата елементарна частица – *неутрона*. Тази частица е с маса приблизително с масата на протона, но няма електричен заряд.

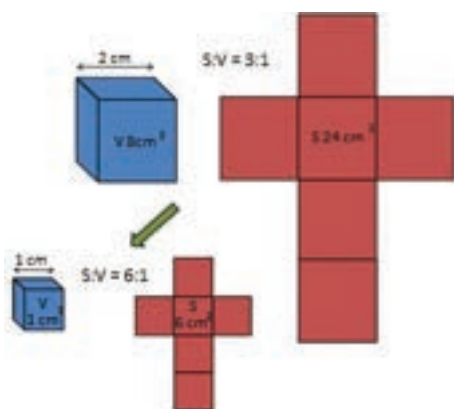
Това са основните градивни тухлички в микросвета – протони и неутрони, наречени *нуклони* и електрони. Следващата структура, за която често ще се говори по-долу е молекулата. Това е комбинация от два или повече атома, свързана с химическа връзка.

Молекулата е най-простата структурна единица, от която се изграждат елементите или веществата. Една от най-простите, но жизнено важна е молекулата на водата, състояща се от два водородни и един кислороден атом H_2O . Тази молекула е толкова малка (размер около 0,3 nm), че ако всички молекули от една капка вода се подредят една до друга, ще стигнат 2 пъти от Земята до Слънцето!

На какво се дължат изключителните предимства на наноматериалите? Нека разгледаме въпроса за отношението на обема спрямо площта на две еднакви тела, но с различни размери. Като най-прост пример да вземем два куба – единият с дължина на ръба 1 cm, а другият – 2 cm. Техните площи са 6 cm^2 и



Проф. д-р Пламен Савов е роден през 1969 г. в гр. Свищов. Завършва Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“ със специалност „Метеорология“. През 2000 г. успешно защитава докторска степен. От 2001 г. е асистент, а от 2003 г. – главен асистент в катедра „Физика“ на Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“. През 2010 г. е избран за доцент, а през 2020 г. – за професор. От 2014 е и ръководител на катедрата.



Отношение на площта към обема при различни размери на телата

24 cm^2 , съответно. Отношението на лицето на кубовете към техния обем е 6:1 и 3:1, съответно. От този пример ясно се вижда, че с намаляване на размерите отношението площ към обем бързо нараства (в дадения пример – два пъти). С какво е ценно за практиката това свойство? За да се филтрира по-добре едно вещество (обикновено газ или течност) е необходима колкото се може по-голяма контактна повърхност с филтриращия материал. Ето защо филтрите на противогазите, на колите и на заводските комини се изработват от материали с много голяма активна площ. Доскоро



Основни типове наноматериали

като филтри и абсорбатори се използва класически вещества като въглероден прах (активен въглен), минерали от групата на зеолитите и др. С развитието на нанотехнологиите и наноматериалите са получени вещества с много по-голяма активна повърхност за единица обем и маса.

Друго важно предимство на наноматериалите е че те са много здрави и леки. Установено е, че тръбата има якост на огъване и усукване близка до тази на пътен прът от същия материал, но е много по-лека от него. Ето защо природата е избрала костите да са кухи – печели се тегло за сметка на малко намаляване на здравината.

Нанотехнологиите позволяват изработването на т. нар. въглеродни нанотръби, изградени от подходящо свързани въглеродни атоми. Тези нанотръби се отличават с голяма здравина и много малко тегло, което позволява изработване на леки самолети, кораби, автомобили и велосипеди. Освен това те лесно проникват през клетъчната мембрана, което позволява по-лесното третиране на раковите клетки. Електрическото съпротивление на тръбите силно се променя, когато други молекули се докоснат до тръбата. Това дава

възможност за изработване на химични детектори.

Изброените свойства на въглеродните нанотръби определят и тяхното широко приложение при изработването на леки материали и машини, на чипове с висока честота на работа, на оптични кабели със слабо затихване и широка честотна лента, на слънчеви панели с висок КПД и дълъг живот. Върхово постижение при олекотяването на материалите имаме при т. нар. *аерогелове* – материали с много малка плътност (1 g/m^3). Те се състоят от около 98% въздух, което ги прави изключително добри термоизолатори.

Други основни наноеlementи с широко приложение са т. нар. *нанопръти*. Това са нанообекти с размери в диапазона 1 – 100 nm. Те могат да бъдат синтезирани от метали или полупроводници. Тези пръти намират приложение в мониторите и дисплеите на електронните устройства. Там се използва тяхното свойство, че интензитетът и цветът на отразената светлина зависи от ориентацията на нанопрътите, а тя от своя страна – от интензитета на електрично поле. Намират широко приложение и в микромеханичните устройства (като наноботите).



Приложения на нанотехнологиите в човешката дейност

Друг широкоизползван наноматериал е графенът. Той представлява структура, изградена от въглеродни атоми с дебелина на стените един атомен слой. Поради тази причина той е едновременно и изключително здрав (около 100 пъти по-здрав от стоманата) и много лек и прозрачен. Освен това графенът провежда топлината и електрическия ток с много висока ефективност.

прави се диференциация на въздействието, което е голям проблем при прилагането на съвременната химиотерапия.

Напоследък все по-усилено се разработват прототипи на нанороботи, наречени *наноботи*. Тяхната задача е да се използват като монтажници – за поправка на повредени нанообекти в човешкото тяло и дори за реконструкция на ДНК-веригата в клетките. Освен това те мо-

гат да служат и като страж на човешкия организъм при атака от различни

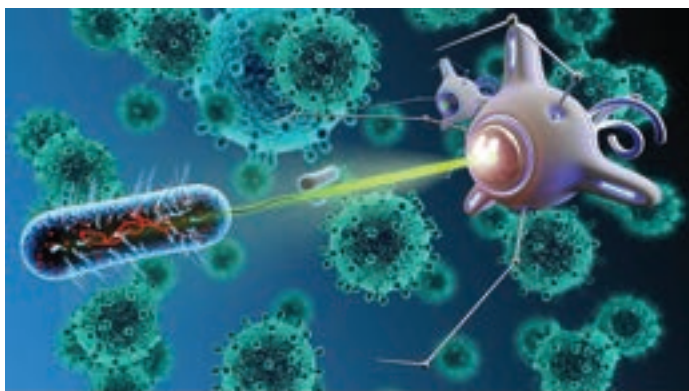


Наноробот, реконструиращ повреден участък от ДНК

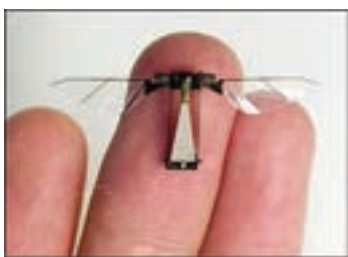
Приложения на нанотехнологиите:

В медицината

Учените разработват наночастици способни да проникват през клетъчните мембрани само на болните и заразени клетки в човешкия организъм без да засягат здравите клетки, т. е.



Наноробот унищожава чужда за организма биоструктура



Дрон с размерите на насекомо

вируси и бактерии и заедно с имунната система да създадат един по-сигурен и сигурен щит срещу микровраговете на човешкото тяло.

В електрониката

Разработването на наноматериали за електрониката позволява да се повиши плътността на разположение на електронните елементи на единица площ, като при това се намали енергоконсумацията. Тези два ефекта ще позволят от една старна да се повиши бързодействието на чиповете и от друга – да се намали загарването при работа на процесора. Разработват се свръхтънки (от порядъка на няколко десетки атомни слоя) транзистори и сензори, бързи и малки по обем памети.

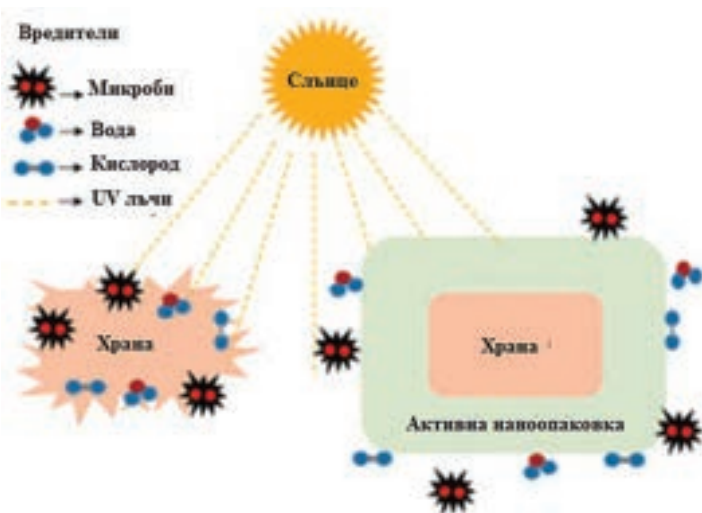
В машиностроението

От наноматериалите се изработват леки и тънки детайли и елементи за маши-

ните. Разработват се и технологии за защита от корозия и износване на машините и за термозащита на турбините и двигателите. Създават се самопочистващи се стъкла и покрития с висока пропускателна способност и висока механична и термична издръжливост, които се използват за покритие на фотоволтаичните панели.

В хранителната промишленост

Нанотехнологиите и наноматериалите се внедряват в целия процес на отглеждане, преработка и съхранение на продуктите. Това става благодарение на съответните биосензори за следене на растежа на зеленчуците и плодовете, подобряване на технологиите за обработка на суровините и изработване на по-добри материали за опаковане и съхраняване на продуктите, позволяващи едновременно по-продължително и качествено съхранение и по-малко замърсяване на околната среда.



Опаковане на храните с активни покрития

В слънчевите панели

Компаниите, използващи нанотехнологии за изработка на слънчеви панели, са постигнали по-висока ефективност на трансформация на слънчевата енергия, като същевременно са понижили и цената на единица площ от панела.

В горивните клетки

Учените разработват по-ефикасни нанопилтри за отделяне на водородните молекули от другите съставни газове, което позволява повишаване на качеството на работа на горивните клетки и намаляване на техните размери и тегло.

В батериите и акумулаторите

Внедряването на наноматериали в конструкцията на батериите се очаква да увеличи техния живот (по-голям брой цикли на разреждане и заряд), да осигури по-висок заряден ток, което означава по-малко време за зареждане, по-висока плътност на енергията на единица маса и обем и не на последно място – по-малко замърсяване на околната среда при производство и рециклиране.

В космоса

Едно от основните свойства на наноматериалите е, че те са значително по-леки при еднакви и дори по-добри други показатели. Това е

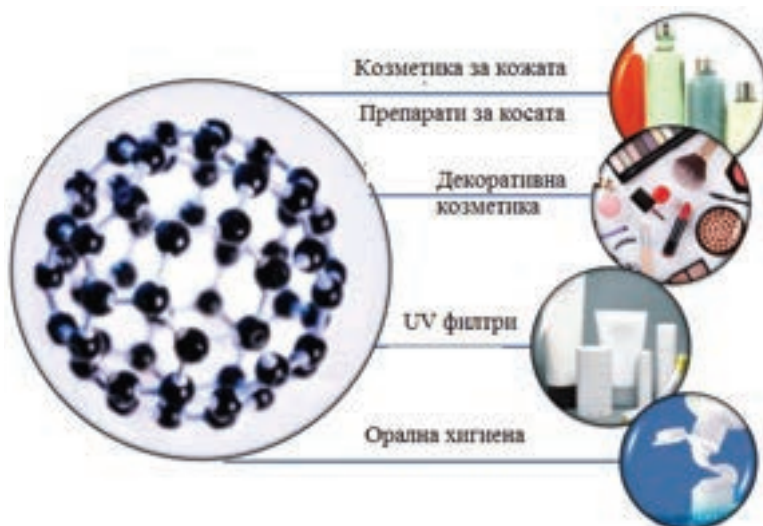
от особена важност за изработването на елементи и инсталации за работа в космоса, понеже теглото е от решаващо значение. Обсъждат се и варианти за построяване на космически асансьор, които би бил възможен единствено с изграждане от наноматериали – леки и здрави конструкции.

В сензорите

Изработват се малки, здрави и чувствителни сензорни елементи, които могат да се инсталират в агресивни среди, като детектират много малки концентрации на веществата в средата и имат много ниска инертност при реакция.

В козметичната промишленост

Изработват се нови видове подхранващи и регенериращи кремове. Нови и по-добри слънцезащитни гелове и подхранващи млека.



Приложение на нанотехнологиите в козметичната промишленост



Приложение на нанотехнологиите и наоматериали в текстилната промишленост

В текстилната промишленост

Обработката на текстила с нанотехнологии позволява да се създават изделия с повишени механични, термични и биологични свойства. Облеклата стават по-издръжливи на износване, водонепромокаеми, трудно се мачкат,

запазват цветовете и са по-комфортни за носене и почистване.

При опазване на околната среда

Свойството, че наноматериалите имат много голяма повърхност на единица обем намира най-широко приложение при опазване на околната среда. Както беше споменато по-горе, наличието на голяма активна повърхност е много важно при създаването на различни видове филтри и системи за пречистване на замърсен въздух, води и почви. Използват се различни химични реакции и различни активни вещества, за да се постигне оптимален ефект

на пречистване при минимални загуби на суровини и материали.

Във Военната промишленост

Наноматериалите позволяват изработването на леки и здрави бронези-



Приложение на нанотехнологиите при опазване на околната среда



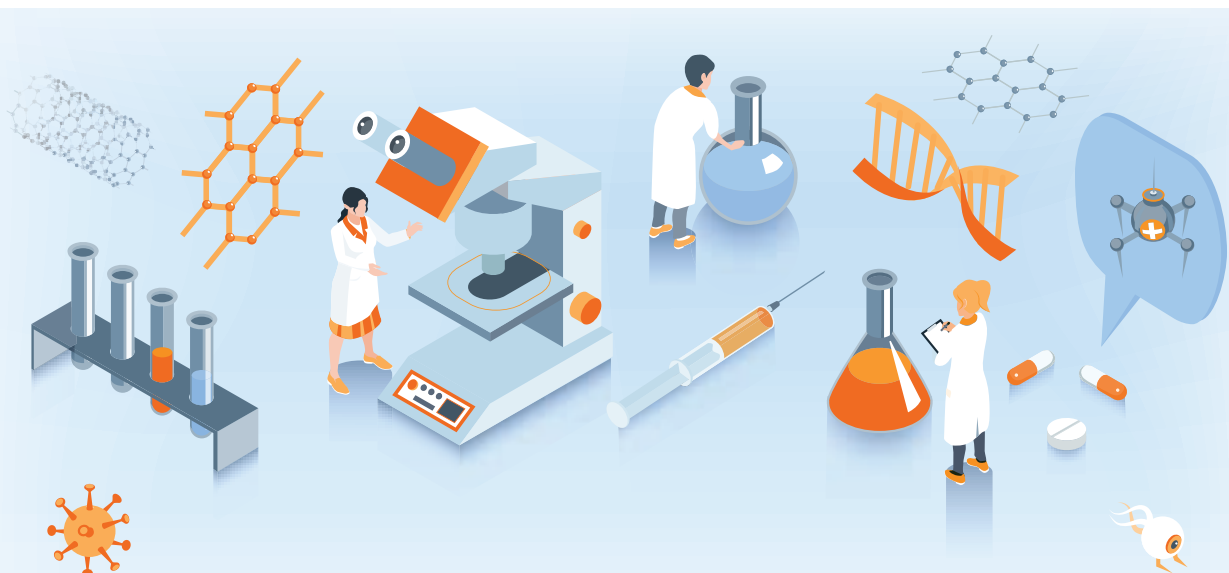
Използване на въглеродни слоеве за изработване на все по-здрави бронезилетки

летки и каски. Униформите се правят с много високи термо- и влагоизолиращи качества. Оръжията се правят по-леки, по-точни и с по-добро охлаждане при продължителна стрелба.

Както всяко изобретение и откритие, така и нанотехнологиите имат както положителни качества, така и немалко отрицателни. Тяхното все по-широко приложение създава материали и уреди, които струват по-малко и са по-издръжливи. Това неминуемо ще до-

веде до съкращаване на работни места. Освен това не е ясно в дългосрочен план как би се отразило тяхното приложение в областта на козметиката, хранителната промишленост и най-вече в медицината. Не е ясно как би реагирал човешкият организъм на новите вещества и лекарства. И вече в по-далечно бъдеще, все още в областта на научната фантастика, не е ясно доколко армията от наноботи ще ни бъде вярна и сигурна.

Разбира се, в крайна сметка всичко е в ръцете на човека, създава тези нови технологии с основна цел да подобри начина си на живот, но в ръцете на човека, те могат да станат и опасни. Ако хората не са достатъчно благоразумни и мъдри, то всяко тяхно откритие може да отприщи лавина от нещастия, които ще се стоварят върху тях самите. Както вече се е случвало с някои епохални научни открития и технически изобретения. ■



Стефан Плачков:

Законите на физиката обединяват елементарните частици с огромната Вселена

Проф. Стефан Плачков следва физика и математика в Париж, където защитава докторска дисертация по ядрена физика. Работи към ускорителя на електрони във Френския център по ядрени изследвания. Участва в експерименти, проведени на ускорителя на частици към Масачузетския технологичен институт, на протонния суперсинхротрон в ЦЕРН и на новопостроения ускорител на електрони към Националната лаборатория Джеферсън, в САЩ. В последните 15 години работи по теми, свързани със свойствата на композитните нуклони и интерпретацията им с елементарните кварки. Автор е на 190 научни публикации.



Проф. Плачков, Вие сте българин по произход. Как станахте френски учен?

След като завърших 21-ва гимназия в София, заминах за Франция. Записах се във факултет по физика в Париж. Последната година се ориентирах към ядрена физика. След успешна защита на докторска дисертация започнах работа

към един от най-добрите в света по това време ускорители на електрони. Задълбоченото изследване на един специфичен проблем поражда интерес към съседните тематики, а новите идеи идват с работата по старите. И за някои идеи са необходими мощни ускорители. Затова и участвах в експерименти в ЦЕРН.

Кое ви „запали“ да станете физик?

Бих казал няколко неща, първо – някои книги от юношеските ми години за приключенията и живота на известни учени и изследователи, като например за гениалния Джеймс Кларк Максуел (James Clerk Maxwell), обединител на електричеството и магнетизма през XIX век. Освен това, в университета попаднах на добри преподаватели, които с перфектно подготвени лекции създават допълнителен интерес. И накрая – някои от мистериозните въпроси, които си поставях за света като цяло.

Има ли разлика между ядрената физика и физиката, която наричат „физика на елементарните частици“?

Ако става дума за физиката от първата половина на XX век, отговорът би бил съвсем ясен: не. Дотогава елементарните частици се наричаха електрон, протон, неутрон. И учениците знаеха, че това са основните градивни елементи на атома и на неговото ядро. Тук искам да направя малко уточнение за разликата между атом и ядро. Всеки атом се състои от електрони, които обикалят около атомното ядро, но те са доста далече от него. Ако ядрото е с размери на футболна топка, поставена пред Народното събрание в София, електроните би трябвало, при спазени пропорции, да обикалят по Околовръстното шосе! Протоните и неутроните (за по-кратко специалистите ги наричат общо нуклони) са част от ядрото, затова ядрената физика е физиката, която изучава свойствата и характеристиките на атомното ядро, както и взаимодействията между нуклоните в него.

Разликата между ядрена физика и физиката на елементарните частици се на-

лага постепенно в 50-те и 60-те години на миналия век. Това разделяне започва с откриването на нови частици – повечето от които съвсем неочаквано – в потока от лъчи, достигащи Земята от космоса. Някои от тях са толкова различни, че учените ги наричат „странни“. В този период започва и изучаването на частици с първите ускорители. Близо две десетилетия по-късно се установи, че протоните и неутроните в атомното ядро не са елементарни. Стигна се до разделяне (но не и развод) между тези два клона на физиката.

Какво точно означава „елементарна“ частица. Защо някои са елементарни, а други не?

Когато става дума за частица, качествено прилагателно „елементарна“ означава, че частицата е фундаментална, тоест не е комбинация от частици, още по-елементарни от нея. Електронът остава елементарна частица, докато протонът – не. Преди вече 5 десетилетия се разбра, че всеки протон (както и всеки неутрон) се състои от три кварки, които са елементарни. По същата научна логика, или по-точно теория, нито една от „странните“ частици, открити през миналия век, не е елементарна. Елементарността обаче не е променливо с времето понятие. Тя е резултат на няколко десетилетия постепенно изграждане на съвременната теоретична конструкция на физиката на елементарните частици, наричаща се „Стандартен модел“. Според тази теория, съществуват 12 елементарни частици (материя) още толкова античастици (антиматерия), общо 24.

Към тях трябва да прибавим и частиците, чрез които стават взаимодействията между първите 24. Носителите

на взаимодействия, или както физиците ги наричат „силови носители“ или „калибровъчни бозони“, са още 12.

Колко взаимодействия съществуват? Каква е разликата между тях?

Светът около нас е обясним с помощта на четири взаимодействия. Най-познато от тях е гравитационното. Всички предмети, оставени свободно, падат надолу, привлечени от земното претегляне. Благодарение на Исаак Нютон знаем, че Слънцето привлича Земята и затова тя обикаля около него. Гравитацията е универсална, или както всички физически закони – валидна навсякъде из Вселената.

Добре познато е и електромагнитното взаимодействие – между предмети или частици, които притежават електрически товар. Нарича се електромагнитно, а не просто електрическо, откакто през XIX век Джеймс Максвел доказва, че електричеството и магнетизмът са два различни аспекта на едно и също явление. Познатият на всички

фотон е носител на електромагнитното взаимодействие между елементарните частици.

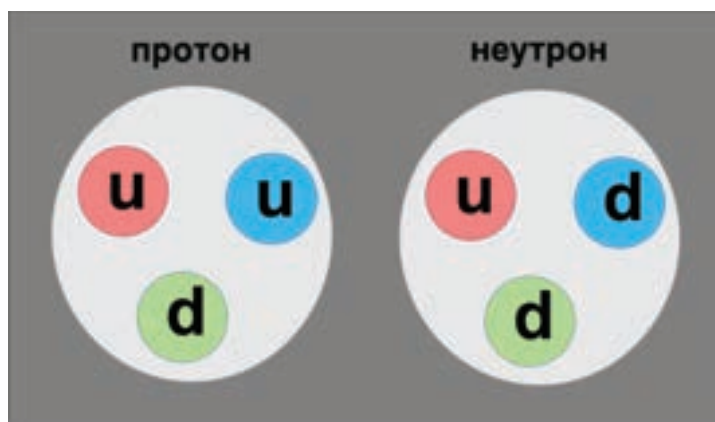
Третото е така нареченото „слабо“ взаимодействие, отговорно за радиоактивния разпад и познато от самото начало на XX век. Теоретичната база е предложена за пръв път от италианския физик Енрико Ферми (Enrico Fermi) през 30-те години. Теорията за слабото взаимодействие, обединена с електромагнитното на обща математическа база е завършена няколко десетилетия по-късно от Стивън Уайнберг (Steven Weinberg), Абдус Салам (Abdus Salam) и Шелдън Глаشو (Sheldon Lee Glashow). Слабото взаимодействие има три силови носителя, тоест частици, които се разменят като топци по време на игра.

Четвъртото и последно взаимодействие е „силното“ или ядрено. То свързва неутроните и протоните в атомните ядра. Първите признаци за това извънредно силно взаимодействие се откриват в 20-те години от миналия век. Необходими са обаче около 5 десетилетия, докато теорията на това

взаимодействие напълно се оформи през 70-те години на миналия век.

Споменахте, че има и частици, наречени кварки. Какви са те?

С постоянния прогрес във физиката броят на новооткрити частици нараства. В края на 50-те години техният брой необяснимо се увеличава. Има известна прилика



Протон, неутрон и съставните им кварки. Електрическият заряд на кварк u е $+2/3$, а този на кварк d $-1/3$. Замяната на един кварк u с кварк d превръща протона в неутрон и променя електрическия му заряд от 1 на 0. Схема: Стефан Плачков

с периода, в който Дмитрий Менделеев работи върху познатите през XIX век химически елементи и стига до всеизвестната таблица. След подобни класификации и използвайки добре познатата от математиците теория на групите, американците Мъри Гел-Ман (Murray Gell-Mann) и Джордж Цвайг (George Zweig) доказват, че с малки изключения десетките частици, открити до 1963 г., са съставени от три елементарни кварки и техните античастици, наречени, разбира се, антикварки. Така например един протон съдържа два „горни“ кварка (*up* или *u*) и един „долен“ кварк (*down* или *d*). Необходимо е да сменим само един от горните кварки с долен, за да превърнем протона в неутрон. Тази минимална промяна е резултат от фундаментална симетрия, в основата на която лежат кварките. Носителите на взаимодействие между кварките се наричат глюони, те са осем на брой.

Какви са размерите на тези елементарни частици, има ли между тях частица, по малка от всички групи?

Размерите на футболните топки за състезания (гуаметър, тегло) са определени с правилник, съставен през 1937 год. Размерите на елементарните частици не идват от правилник, а от законите на физиката, описани в Стандартния модел. За разлика от топките, при елементарните частици не можем и да говорим за гуаметър. Всички те са точкови, тоест без никакъв пространствен размер. Липсата на гуаметър остава непонятна за класическата физика, но е напълно разбираема за квантовата теория на полето. За разлика от елементарните, композитните частици, както и атомните ядра, имат гуаметър. Диаметърът на един протон е малко пове-

че от една хилядна от една милиардна част на един милиметър, или както се казва по математически, 1.6×10^{-13} см.

Частичите нямат гуаметър, но всички имат тегло или по-точно маса, с изключение на фотона. Някои са много леки, с почти нулева маса, като например частичката, наречена неутрино, докато други са изключително тежки. Най-тежката елементарна частица е кваркът „топ“; той е близо двеста пъти по-тежък от композитния протон. Освен маса, елементарните частици имат, разбира се и електрически заряд – положителен, отрицателен или нулев. Електрическият заряд на кварките е грубо число със знаменател 3: $2/3$, $1/3$, $-1/3$ или $-2/3$.

Все още работите в ЦЕРН, където е построен най-мощният ускорител на частици в света. Какво представлява той?

Да, най-мощният ускорител в света, Large Hadron Collider (LHC) или Големият андронен колайдер (ГАК) е построен от Европейския център за ядрени изследвания, ЦЕРН (от CERN, *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*). Ускорителят е уникално технологическо съоръжение, настанено в тунел под швейцарска и френска територия, окръжност с дължина 27 км. В тунела са разположени близо 10 000 свръхпроводящи електромагнити, чиито силни магнитни полета постоянно коригират траекториите на два снопа от протони, движещи се в насрещни посоки. Работната температура на ускорителя е -271.3°C , само два градуса по-висока от абсолютната нула. След като двата снопа придобият максималната енергия (6.8 тераелектронволта или 6800 милиарда еВ), те се пресичат на четири места, около



Част от тунела на Големия адронен колайдер.
Снимка ЦЕРН, <https://home.cern/>

които са построени четирите основни детектори на частици. Интересно е да се отбележи, че в момента на пресичането им диаметърът на всеки сноп е само 16 микрона, стойност, която е около 4 пъти по-ниска от диаметъра на човешки косъм. Близо 200 милиарда протони се пресичат почти едновременно в това малко пространство. Само няколко десетки от тях се сблъскват и пораждаат най-различни други елементарни частици.

Елементарни частици са безкрайно малки. Защо е необходимо да се строят големи и мощни ускорители с толкова високи енергии?

Причините са няколко. Ще се спра на две от тях, които лично аз считам за основни. Първата е, че почти всички елементарни частици са нестабилни. Няма ги във всекидневния живот. Те могат да бъдат създадени само изкуствено, ако им се достави необходимата енергия. Тук се използва прочутото уравнение на Айнщайн от 1905 година $E=mc^2$, което уравнива енергията E и масата m , умножена със скоростта на светлината c на квадрат. Това означава, че за да се образува нова частица с маса m , задължително е да ѝ се достави поне енергията E . Тази стойност трябва да се умножи по две поради законите за запазване, например на електрическия заряд, който изисква всяка частица да

бъде съпроводена от нейната античастица. Високата енергия на двата снопа е необходима за образуване на всички частици от Стандартния модел, както и на хипотетични по-тежки частици, непознати досега. Втората причина е свързана с температурата по време на сблъскването на двата снопа. При фронтално сблъскване на йони от олово (ядрото на оловото е особено полезно за изследвания, защото съдържа не само един протон, а 208 нуклона) температурата между съставните им кварки и глюони става невероятно висока, близо 100 000 пъти по-висока от температурата в центъра на Слънцето. Достигат се условията, в които се е намирала материята веднага след Големия взрив. Изучаването на взаимодействията при тези екстремни условия е прозорец към историята на Вселената – законите на физиката свързват безкрайно голямото пространство и безкрайно малките частици.

Какво донесоха изследванията в ЦЕРН?

Изследванията в ЦЕРН са дело на хора от десетки страни в света. Ако посетите ЦЕРН – ще видите хора и ще чуете езици от всички континенти. В лабораториите на ЦЕРН се разработват много и различни технологии, някои от които успешно преминават в индустрията. Глобалната интернет мрежа е до голяма степен рожба на компютърни инженери от ЦЕРН, с цел мигновено споделяне на голямо количество информация между лабораториите по физика в света.

Но да се върнем на науката. Целта на експериментите в ЦЕРН е изучаването на свойствата на елементарните частици и начина, по който те взау-



*Айнщайн през 1905 г. За него тази година се нарича „чудотворна“, защото на 25-годишна възраст, тогава начинаещ чиновник трета класа в Швейцарското патентно ведомство, той публикува четири различни революционни идеи за физиката, всяка една от които заслужава Нобелова награда.
Снимка Wikipedia*

модействат. Получените данни се интерпретират според теоретичната база, с която разполагаме днес – Стандартния модел. Особено забележително в тази насока беше откритието на бозона на Хигс в 2012 година, почти половин век след теоретичното му предсказване. Една година след това Питър Хигс (Peter Ware Higgs) и Франсоа Англер (François Englert) получиха Нобелова награда за откритието на механизъм, който допринася за разбирането на произхода на масата на елементарните частици.



*Питър Хигс (вдясно) и Франсоа Англер в ЦЕРН, на празника по-случай откриването на бозона на Хигс, на 4-ти юли 2012 г.
Снимка ЦЕРН, <https://home.cern/>*

Какви групи изследвания се правят в ЦЕРН?

Експериментите в ЦЕРН издирват и непознати досега частици и взаимодействия. Няколко от тях търсят следи или доказателства за така наречената „тъмна материя“. Открита преди повече от 80 години от родения във Варна швейцарско-американски астроном Фриц Цвики (Fritz Zwicky), тъмната материя остава все още загадка за науката. Тя е абсолютно необходима, за да обясни структурата и разпределението на материята във Вселената. Масата на тъмната материя във Вселената е около пет пъти повече от тази на обикновената материя, тази, в която живе-

ем всички ние. Нарича се тъмна, тъй като не излъчва никакви лъчи. По-точно казано, нейното влияние върху обикновената материя се измерва само чрез гравитационно взаимодействие.

Още по-загадъчна и съвсем различна от тъмната материя е „тъмната енергия“. Нейното съществуване се предлага като единствено обяснение на изненадващото откритие от 1998 г., според което разширяването на Вселената, познато от близо вече век, не е равномерно, както се смяташе дотогава, а постоянно се ускорява. Това обяснение означава, че тъмната енергия е разпространена навсякъде във Вселената. Тя е вечният мотор на това ускоряващо се разширение.

Защо това откритие, бозона на Хигс, е интересно? Не е ли една елементарна частица, както всички останали?

Откритието не е само интересно, бих го нарекъл капитално. То коронясва Стандартния модел като теоретична база на заобикалящия ни свят и отговаря на един съществен въпрос: откъде идват масите на елементарните частици. Бозонът на Хигс е неоспорвано доказателство за отговор, предложен близо пет десетилетия по-рано. Любопитна е историята на този бозон. Всичко започва през петдесетте години на миналия век, с първите опити за обобщаване на теорията за новооткритите частици и на взаимодействията между тях. За малко повече от

десетилетие се появяват теории, които обясняват, че частиците на материята, както и носителите на взаимодействия между тях са последици от фундаментални симетрии. Въпреки потенциалната им привлекателност, тези теории (специалистите ги наричат „калибровъчни теории“) нямаха веднага успех. Масите на всички предсказвани от тях частици оставаха с нулева стойност. А колкото и да изглежда привлекателна, една теория не може да бъде приета, ако не отговоря на реалността. За да обяснят масата, Питър Хигс, както и няколко групи физици, предложиха през 1964 г. допълнителен ефект, наречен „спонтанно нарушение на симетрията“ с ново квантово поле, „полето на Хигс“.



*Къщата във Варна, на кръстовището на „Иван Драсов“ и „Братя Маладинови“, където през 1898 г. е роден Фриц Цвики. Баща му е швейцарски предприемач, а майка му е чехкиня. Той работи в (САЩ) и е автор на важни космологични теории, които оформят представите ни за Вселената и днес. Участвал е и в разработването на първите реактивни двигатели.
Снимка Wikipedia*

Приблизително казано, някои частици реагират силно с полето на Хигс и получават големи маси. Други реагират слабо и получават малка маса. Откриването на бозона на Хигс така доказва хипотезата за ново квантово поле и блестящо потвърждава, близо половин век по-късно, теориите, заложили в Стандартния модел. Противно на интуицията ни, масата губи качеството си на присъща величина. Частиците се раждат безкрайно леки, придобивайки теглото си след взаимодействие с полето на Хигс.

От къде идва това поле на Хигс ?

Според теорията за развитието на Вселената, полето на Хигс се появява в първите частички от секундата след Големия взрив (Big Bang). В този период (или космическа „ера“) електромагнитното, лекото и силното взаимодействие са напълно обединени. Температурата е изключително висока и елементарни частици не съществуват. По-късно (по наши разбирания), но все още преди първата секунда, температурата намалява, трите взаимодействия възприемат различни характеристики, появяват се и частиците на Стандартния модел. Сблъскват се с полето на Хигс и възприемат познатите им маси.

Каква е връзката между елементарните частици и безкрайно огромната Вселена?

Може да се отговори бързо и лаконично с две думи – законите на физиката. Основен принцип, според който светът съществува, е че тези закони са едни и същи и в квартал Лозенец и в звездите на галактиката Андромеда. Те са валидни както днес, така и преди или след

милиарди години. Казано на научен език, законите са инвариантни в пространството и във времето. Затова четирите фундаментални взаимодействия, познати на Земята, определят състоянието на всички видими масивни тела във Вселената, както и на празното пространство между тях.

Всичко останало идва от съзнанието на човека и постоянното му желание да разбере света, в който живее. Дълбоко вписано във всички култури, това търсене е в основата както на религиите, така и на науката. Неслучайно Библията не пропуска да разкаже за създаването на света. Археологията и антропологията ни пренасят хиляди, десетки и стотици хиляди години назад, разкривайки удивителни факти за началото на човешкия род. Познаването на законите, които управляват света, ни пренася не с милиони, а с милиарди години назад, в периода на ранното развитие на Вселената.

Може ли да се каже, че във Вселената материя и енергия се сливат?

Слънчевите лъчи, които достигат до Земята, пренасят всеки ден енергията, необходима на всичко живо. Нямайки маса, слънчевите лъчи са енергия, но не са материя. Излъчвайки енергия чрез постоянните ядрените процеси, които се осъществяват в него, слънцето губи част от материята си. Изключително малка част, разбира се. Затова материята и енергията са свързани. С подобна логика в статията от само три страници, публикувана през 1905 година, Айнщайн стига до равенството $E=mc^2$, което вече споменахме. Това равенство не би съществувало, ако скоростта на светлината зависеше от мястото на измерение. Айнщайн пръв доказва, че

скоростта на светлината е константна величина, която не зависи от отправната система на наблюдателя. Тя е една и съща независимо кой и къде я измерва, от прозореца в къщи, от реактивен самолет или от Халеевата комета. Оттогава, когато се говори за Вселената, материя и енергия остават едно и също.

Ако е така, какво следва от това?

Последиците от еквивалентността на масата и на енергията са огромни. Равенството се използва всекидневно във всички клонове на физиката. В Големия андронен колайдер на ЦЕРН, например, се сблъскват насрещно два протона като всеки един от тях има висока енергия, но сравнително малка маса. След сблъсъка им се появяват най-различни частици, като някои от тях са стотици пъти по масивни. Можем да направим малко сравнение с всекидневния живот – все едно сблъскване на два мотоциклета с много висока скорост да води до поява на две леки коли. Първоначалната енергия се запазва, но се превръща в маса.

Равенството енергия-маса има и базово значение за Вселената. След дългогодишен и изтощителен труд през 1915 г. Айнщайн обобщава гравитацията и така нареченото пространство-време в общата теория на относителността. За първи път тази теория дава възможност да се състави уравнение, което свързва пространство-времето във Вселената с масата и енергията в нея. Това уравнение е базата на съвременната космология и води до открития на фундаментални за нея явления, като например черни дупки или неутронни звезди. През 2016 г., един век след предсказването им, гравитационните вълни, които са последици от Общата теория на относителността, бяха измерени за първи път и доведоха до нобелова премия по физика за Райнер Уайс (Rainer Weiss), Бари Бариш (Barry Barish) и Кип Торн (Kip Thorne) само една година след това. Гравитационните вълни са последното доказателство за валидността на теорията на относителността, както и за недостижимия досега гений на Айнщайн. ■

Интервюто взе: Николай Спасов

ЛЮБОПИТНО

Гигантски охлюв нашественик отново атакува САЩ



Achatina fullica – тотален изглед на активен екземпляр

В началото на 2022 година американски научнопопулярни списания съобщиха тревожната новина, че един африкански силно инвазивен вид охлюв отново се е появил и е нападал земеделски култури в южния щат Флорида. Става дума за вида *Achatina fullica*, който е познат и като Гигантски африкански сухоземен охлюв и е включен от Международния съюз за защита на природата (IUCN) в списъка на „100-те най-инвазивни видове в света“. Родина на този гигант между съвременните сухоземни охлюви е Източна Африка, където е открит и описан за първи

път през галечната 1822 г. Неговите размери наистина са впечатляващи – достига обща дължина на черупката и тялото до 20 см, а теглото му често надминава 250 гр! Крие месестото си тяло в голяма кафеникава черупка със 7 – 8 спирални извивки и няколко по-тъмни надлъжни ивици. Активен е главно през нощта, а през деня се укрива в дупки в почвата, под камъни, в горската шума.

Това е третият опит на този упорит нашественик да проникне на територията на южния американски щат. Първият успешен опит е бил

още през 1969 г. когато той е внесен с търговски стоки в САЩ и скоро се проявява като ненаситен вредител на земеделските култури в щата Флорида, където условията за съществуването му са най-благоприятни. След почти 10-годишна борба и успешни ограничителни мерки популацията му е силно намалена и той се счита за премахнат от 1975 г. През 2011 г. обаче той отново прониква неизвестно по какви пътища във Флорида и бързо се размножава. И отново бързи мерки за премахването му довеждат до унищожаването на последния жив екземпляр, уловен в Маями през 2017 г. Успехът и този път е кратък и от началото на 2022 г. той отново атакува американския континент и отново от Флорида!

Гигантската *Ахатина фулика* се оказва един ненаситен и почти всеяден растителнояден вредител, който използва за храна не само листата, но и стъблата и плодовете на широк кръг диви и културни тревисти растения и зеленчуци. Изследванията показали още, че той е изключително плодовит хермафродит, който достига полава зрялост само след 6 – 10 месеца

след излюпването си и снася до 4 – 5 пъти годишно по 200 – 300 яйца! Като се има предвид, че възрастните живеят до 10 години, може да се изчисли, че поколението само на един охлюв за тези 10 години теоретично може да надмине над 20 000 екземпляра! Оказало се още, че при възможност за допир и контакти с човек и животни *Ахатина фулика* може да поеме и ролята на гостоприемник и източник за заразяването им с такива опасни паразити като тении, ангиостронгилиди – причинители на менингити, шистозоматоза и др.

Борбата срещу „новия стар“ нашественик в щата Флорида за окончателното му ликвидиране вече се води активно, включително и чрез използването на химически пестициди, които по принцип са забранени в страната. За целта е било получено и специално разрешение от Американската агенция за защита на околната среда (US EPA), защото наистина в случая се касае за изключително опасен нашественик, един от „100-те най-инвазивни видове в света“ (IUCN).

По Treehugger



Микроводорасли от екстремни местообитания

Иван Илиев

Екстремни местообитания и организмите в тях. Все още няма официално прието определение на „екстремно местообитание“, но най-общо така се наричат географските области, при които съвкупност

от фактори на околната среда потиска растежа и развитието на голям брой организми от различни таксономични рангове.

Факторите, определящи екстремните местообитания, могат да бъдат разнообразни по характер: висока/ниска температура, висока/ниска светлинна интензивност, различна солева концентрация, йонизиращи лъчения, антропогенна намеса (тежки метали и други

Планетата Земя представлява една изключително динамична система, където всяка секунда се осъществяват неизмерим брой физикохимични и биологични процеси, чиято периодичност води до различни изменения в биосферните, хидросферни и литосферни компоненти. В резултат на тези промени непрекъснато се реорганизируют съществуващите местообитания, което води и до промяна във видовото разнообразие на всеки район.

отпадъчни продукти, получени в резултат на човешката дейност), инвазивни биологични видове (бактерии, вируси). Тези фактори обикновено не въздействат самостоятелно, а в съвкупност, като в зависимост от

преобладаващите условия на средата могат да се наблюдават следните екологични групи от т. нар. екстремофилни организми: термофили, психрофили, ацидофили, алкалофили и халофили, всичките наричани с общото наименование екстремофили.

Терминът екстремофил, в смисъла на организъм, живеещ сред екстремни условия, за първи път е публикуван в научен труд през 80-те години на миналия век.



Гл. ас. д-р Иван Илиев е ръководител на Лаборатория „Експериментална алгология“ към ИФРГ-БАН. Той изучава екофизиологичните и биохимични особености на микроводорасли от екстремни местообитания. Специалист е по биотехнологии и е участвал в проектирането на предприятия за промишлено отглеждане на микроводорасли в България

Според съвременните възгледи тези организми живеят при извънредни обстоятелства и силно забавят или дори преустановяват жизнените си функции, когато „неблагоприятните“ за тях условия на средата бъдат променени.

Освен екстремофилни обаче, в екстремните местообитания се срещат и т. нар. екстремотолерантни организми. Те растат при сравнително по-нормални условия на средата, но понасят и крайно неблагоприятните такива, при които обаче растежът им се ограничава. Въпреки че са откривани сред екстремни местообитания, това не са типични екстремофили, а организми с по-широк спектър на поносимост към определени фактори на средата.

Да разгледаме по-подробно микроводораслите и тяхната роля в екстремните местообитания. Голяма част от растителните видове, обитаващи екстремни местообитания, принадлежат към невидимите с просто око организми, които набавят нужната за собственото си развитие енергия чрез усвояване на светлината, с помощта на сложно устроени пигмент-белтъчни структури. Тези микроорганизми са познати под общото наименование микроводорасли (фитопланктон). Те са повсеместно разпространени и съставляват повече от половината първични производители в хранителните вериги на всяка екосистема, от солените или сладководни водоеми, през пустинните пясъци, до повърхността на вечно обвитите в лед земи на Антарктика.

Промените в условията на средата пряко въздействат върху отделните видове, оказвайки влияние върху техния метаболизъм, като всеки отделен организъм се характеризира с определен фенотип, изявен в рамките на собствената му генетична програма, под въздействието на факторите на средата. Микроводорасловите физиологични особености предполагат сериозни механизми на приспособяване, които обезпечават оцеляването на тези организми сред множество екстремни местообитания. Немалка част от представителите на фитопланктона притежават способността да преживяват крайно неблагоприятни условия, като някои от тях дори изискват такива условия, за да се развиват.

Различните региони с тежки условия на средата предопределят и наличието на различни микроводораслови видове. В следващите редове ще бъдат най-общо разгледани основните екстремни местообитания, микроводораслите в тях, както и някои от най-често използва-



Микроводораслови колонии върху снежна повърхност

(Снимка: Jakub Dobias; Източник: Linda Nedbalova, Lenka Procházková. 2019 <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2019/cislo-1/nedopsany-pribeh-cerveneho-snehu.html>)

ните от тях физиологични механизми за преодоляване на тежките условия на средата.

Най-често срещаните екстремни местообитания на тази планета са районите, където средната годишна температура е близка до тази на замръзване на водата. Според обобщени данни от научната литература, тези екосистеми представляват около 70% от Земята, като в техните територии влизат: световният океан, високите алпийски райони, полярните шапки, ледниците, където предимно ниските температури играят роля на ограничаващ растежа и развитието фактор. Както беше споменато обаче, в екстремните местообитания почти винаги действат по няколко фактора едновременно, като в

случая се наблюдават и висока светлинна интензивност (засилена от отражателните свойства на снега), оскъдни концентрации на соли, силно UV-лъчение. В тези местообитания се срещат както психрофилни, така и психротолерантни микроводорасли, като тези от първия тип растат в температурния диапазон 0°C – 10°C, а вторите – при температура от 10 до 15°C.

Много автори наричат микроводораслите, които се срещат сред местообитания, покрити с лед и с температури близки до точката на замръзване – криосестон, название въведено от унгарската ботаничка Ержбет Кол (Erzset Kol) през 1968 година. Характерно за криосестонните сообщества е оранжево-червеното или зелено оцветяване върху

снежната повърхност, дължащо се на естествения червено-оранжев цвят, поради засиления синтез на помощни пигменти, в резултат на светлинния стрес.

Микроводораслите от снежните екстремни местообитания реагират към ниските температури чрез увеличаване ненаситеността на мастните киселини, изграждащи техните клетъчни мембрани. Тъй като температурата на топене на монокарбоновите мастни киселини нараства с повишаване броя на въглеродните атоми (като при равен брой въглеродни атоми ненаситените мастни киселини имат по-ниска температура на топене), се наблюдава значително увеличаване в общото съдържание на полиненаситени мастни киселини в биомасата на микроводорасли, изложени на ниски температури.

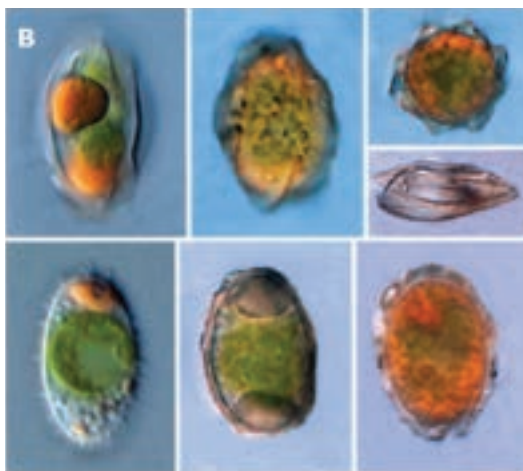
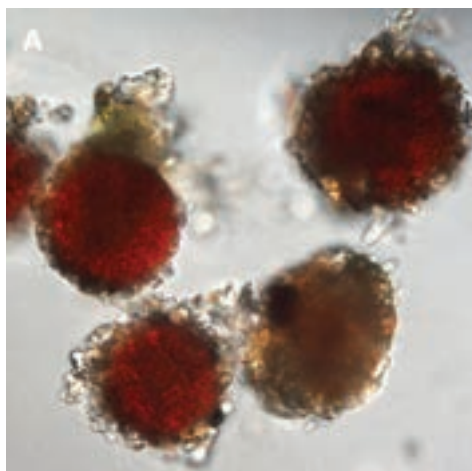
Едни от най-често срещаните микроводораслови родове в тези местообитания са *Chlamydomonas*, *Chloromonas*,

Chlainomonas, *Cylindrocystis*, *Choricystis*, *Ko-liella*, *Stichococcus*, *Prasiola*, *Hormidiospora*, *Xanthonema*.

България е страна с изключително разнообразие от снежни местообитания и микроводорасли сред тях. Микроклиматичните особености на българските планини, предопределят наличието на покрити със сняг области, където голям брой микроводораслови сообщества живеят върху снежната повърхност от късна есен до ранна пролет.

Други често срещани екстремни местообитания са горещите извори. Тук се развиват предимно термофилните синьо-зелени микроводорасли, които могат да растат при температури, достигащи стойности от порядъка на 80°C.

Синьо-зелените микроводорасли са специфичен тип прокариотни организми (със сравнително по-проста организация на клетъчните структури). Названието им идва от цвета на техните колонии,



Микроскопски снимки на микроводорасли, изолирани от снежната повърхност на планини в България:

А – *Chlamydomonas nivalis* от Родопи (Снимка/източник: <https://www.butbn.cas.cz/applied-phycology/>);

В – микроводорасли от Витоша (Снимка/източник: Lukavsky J, Furnadzhieva S, Nedbalova L. 2009. First record of cryoseston in the Vitosha Mountains (Bulgaria). *Nova Hedwigia* 88 (1-2): 97 – 109)



A – термален извор в местността Панчарево, София (Снимка: И. Илиев, ИФРГ-БАН);
B – микроскопска снимка на микроводораслото *Mastigocladus laminosus*, изолирано от термален извор в местността Панчарево, София (Снимка: J. Lukavsky – IBot-CAZ; Източник: Lukavsky J, Furnadzhieva S, Pilarski P. 2011. Cyanobacteria of the thermal spring at Pancharevo, Sofia, Bulgaria. *Acta Botanica Croatica* 70(2):191-208)

гължащ се на белтъчно-пигментни образувания, наречени фикобилипротеини, служещи като помощни структури при улавяне на светлината.

Основната екологична група микроводорасли, които се развиват в подобен тип местообитания са термофилните и термотолерантни микроводорасли, които функционират в температурния диапазон 45 – 70°C. Едни от най-често срещаните тук синьо-зелени микроводорасли принадлежат към родовете *Mastigocladus*, *Chroococcidiopsis*, *Calothrix*, *Chroococcus*, *Gleocapsa*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Synechococcus*.

Интересен факт е, че България е богата на топли минерални извори. Техният брой е около 850, като предварително извършената литературна справка показва наличието на богата микроводораслова флора сред българските горещи извори – около 200 вида синьо-зелени, както и някои зелени, жълто-зелени, червени и цианомови микроводорасли.

Високите температури са ограничаващ фактор и в друг тип екстремни

местообитания – областите на засушаване (пустините райони), които също представляват ниша за развиване на екстремофилни и екстремотолерантни микроводораслови видове. В резултат на засушаване тези райони са заселени предимно с халофилни и халотолерантни микроводорасли.

Изследванията показват, че халофилите могат да живеят в среда с висока солева концентрация, близка до степента на насищане. Тези микроорганизми преживяват стресовите условия на висока солева концентрация чрез натрупване на осмолити или чрез поддържане на цитоплазмена солева концентрация, близка до тази на заобикалящата ги среда. Сред най-често използваните от тези микроводорасли осмолити са: глицерол, манитол, захароза, маноза, пролин, глицин бетаин, глутамат бетаин, сорбитол, гликозилглицерол.

Безспорно най-халофилното микроводорасло, способно да се развива при крайно високи концентрации на соли, е *Dunaliella*. Това е силно изявен халофит,

чиито видове показват сериозна поносимост по отношение концентрацията на NaCl в средата, в границите от 60 до 230 g.dm⁻³.

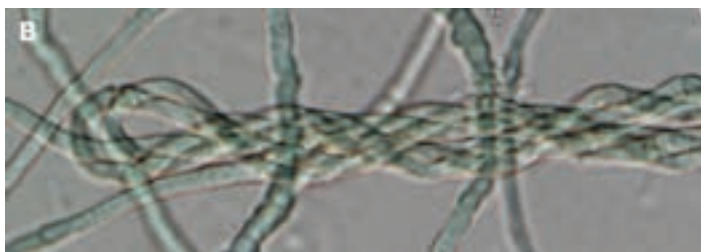
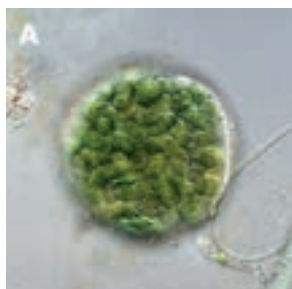
Когато стане въпрос за пустинни местообитания, няма как да не се спомене и добре познатото синьо-зелено нишковино водорасло *Nostoc*. То е откривано предимно в пустинни местности, отличаващи се с условията на продължително засушаване. Това синьо-зелено микроводорасло е типичен представител на свободно живеещите азотфиксиращи организми, засвидетелстващи независимост от хранителния субстрат по отношение на азотния източник.

Други микроводорасли, които имат способността да преодоляват условията на засушаване в пустинните райони са: *Arthronema*, *Chroococcidiopsis*, *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Anabaena*, *Nostochopsis*, *Trichocoleus*.

Освен светлинната интензивност, температурата и солева концентрация, pH на средата също оказва значение за разпространението и развитието на микроводорасловите видове, като според този показател те се разделят на алкалофилни и ацидофилни.

Ацидофилните микроводорасли се развиват в среди с pH-стойности по-ниски от 7, като най-често срещани са еукариотните червени микроводорасли *Cyanidium caldarium* и *Galdiera sulfuraria*. Освен ацидофилни, те са и термофилни организми, като представляват единствените фотосинтезиращи микроорганизми в местообитания, където на практика няма междувидова конкуренция. Срещат се предимно в геотермални извори (с ниски pH стойности на водата), изоставени мини за добив на пирит и възлища или вулканични райони, където киселинността на почвите може да достигне до pH 0.05.

За да се развиват микроводораслите в силно кисели среди е необходимо запазване целостта на метаболити като хлорофил, ДНК, АТФ, които са неустойчиви при по-ниски pH стойности. Ацидофилите подържат своята вътреклетъчна среда близка до неутралния пункт. Техните мембрани са крайно непроницаеми за протони от средата в допълнение на изградени механизми, негopusкащи понижаването на pH от вътрешната страна. Установено е, че включването на стероли, някои белтъци и наситени



Микроскопски снимки на микроводорасли, изолирани от области на засушаване:

А – *Nostoc* sp.: засъхващи почви, замърсени с нефтопродукти – София

(Снимка: J. Lukavsky – Ibot-CAZ);

В – *Arthronema africanum* – пресъхващи блатата в Кувейт (Снимка: J. Lukavsky – Ibot-CAZ)

мастни киселини в мембраните намалява тяхната пропускливост. С помощта на протонни помпи допълнително се поддържа неутралното ниво. Това от своя страна е свързано с изразходване на АТФ и създаване на допълнителна енергийна необходимост на клетките.

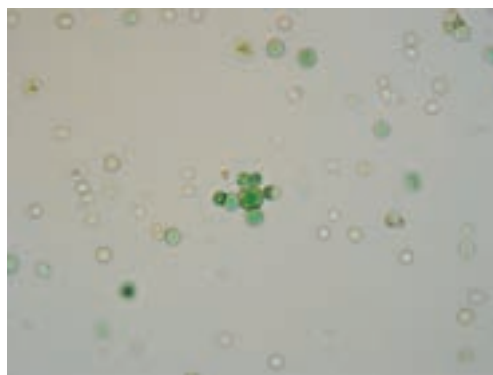
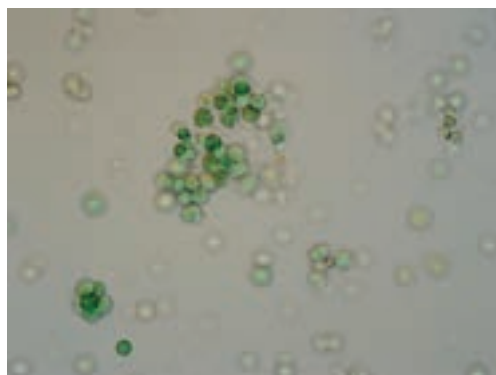
Следващата група екстремофилни организми е тази на алкалофилите. Оптимални за растежа на тези организми са рН стойности над 10. Силно изявено прокариотно алкалофилно микроводорасло е *Plectonema nostocorum*, растящо при рН 13. Сред еукариотните микроорганизми се среща диатомовото водорасло *Nitzschia frustulum*.

Добре познатото синьо-зелено микроводорасло *Spirulina* е също едно от най-срещаните и изучени алкалофилни микроорганизми. Оптималните му рН стойности за растеж са в границите 9.5 – 11. Природно, то се развива в няколко африкански езера, където алкалността на водите е крайно висока (езерата, намиращи се в централна Африка, около езерото Чаг, както и в Източна Африка, по протежението на Източна-африканската рифтова долина (Great

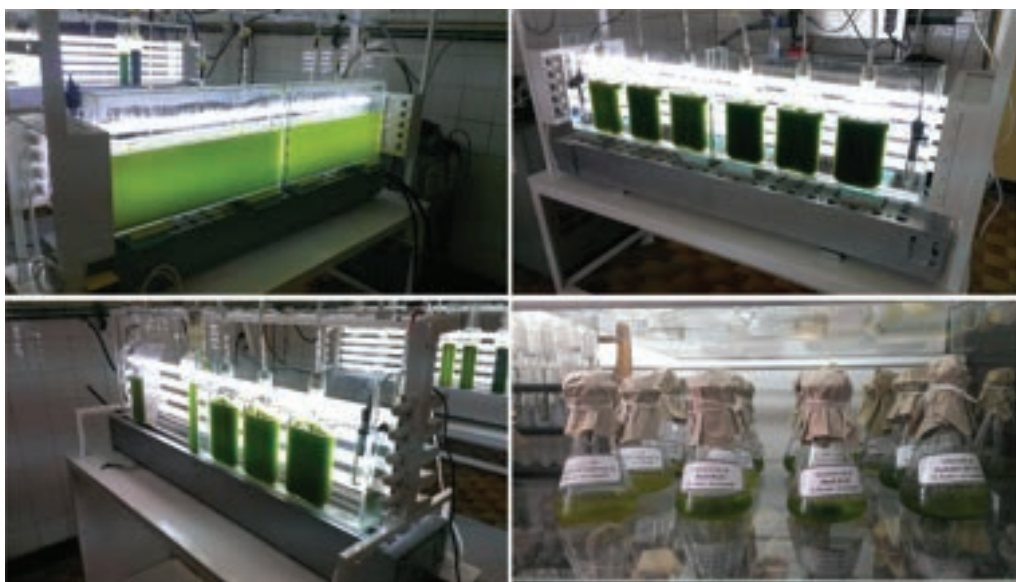
Riff). Силно алкалните и солени води на тези езера са превърнали мястото в твърде негостоприемно за други форми на живот, позволявайки на *Spirulina* да вирее като единичен вид.

Поради засиления интерес към получаване на полезна водораслова биомаса, през 80-те години на XX век са извършени ключови изследвания, свързани с възможността *Spirulina* да бъде производствено отглеждана при естествено осветление, като в момента това микроводорасло е едно от най-често използваните за масово култивиране в световен мащаб.

Микроводораслите от екстремни местообитания са обект на ред научни изследвания и приложения. Поради сравнително бързия растеж на микроводораслите, както и относително високо съдържание на ценни за хранителната и фармацевтична промишлености вещества (високо белтъчно съдържание, фикобилипротеини, омега-3 мастни киселини, антиоксигантни пигменти и др.), тези микроорганизми будят сериозен интерес повече от 60 години. Тяхното „опитомяване“ и производствено отглеждане са



Микроскопски снимки на ацидофилното микроводорасло *Galdieria cf. sulphuraria* (Снимки: Culture collection of Autotrophic Organisms (CCALA) – Trebon, Czech Republic, <http://ccala.butbn.cas.cz/en/galdieria-cf-sulphuraria-galdieri-merola>)



Специализирана апаратура за изследване физикохимичните и биохимични показатели на водорасли от екстремни местообитания, към лаборатория Експериментална алгология (ИФРГ-БАН)

обект на множество научни разработки през последните десетилетия.

В резултат на подробното изучаване на физиологичните и биохимични особености на всеки микроводораслов вид от екстремни местообитания, учените могат да определят неговите граници на устойчивост, както и да изучат механизмите му на приспособяване, като тези изследвания водят до полезни биотехнологични и практически решения, а оттам и до пряка научно-техническа помощ, насочена предимно към малки и средни предприятия за промишлено отглеждане на качествена микроводораслова биомаса, в полза на обществото.

Днес производственото отглеждане на микроводорасли все още не е достигнало съществена икономическа значимост. Ето защо научните изследвания продължават с търсене на опти-

мални условия за отглеждане на различни видове и създаване на подходящи съоръжения.

Лаборатория „Експериментална алгология“ към Институт по физиология на растенията и генетика – БАН е едно от водещите изследователски звена в България, което се занимава основно с изучаване на процеси от физиологията, биохимията и биотехнологиите на микроводорасли (в частност от екстремни местообитания).

Извършваните в лаборатория „Експериментална алгология“ фундаментални изследвания са основа за създаване и непрекъснато усъвършенстване на биотехнологични разработки, които част от екипа използва при проектирането на ферми за промишлено отглеждане на микроводорасли, при заинтересовани страни от бизнес сектора в България. ■

ЛЮБОПИТНО

Най-горещата вода на света

От училище знаем, че водата участва в непрекъснат кръговрат: изпарява се, след това пада обратно като дъжд или сняг, после пак се изпарява... Оказва се обаче, че има вода на Земята, която е била течна в продължение на милиарди години.

През 2016 г. дълбоко в канадска мина изследователи направиха смайващо откритие: най-старият воден басейн в света. На дълбочина от приблизително 3 километра (1,8 мили) водата е била определена като възраст на впечатляващите 2 милиарда години. Откритието отмести „рождената дата“ за най-старата известна вода с най-малко 500 милиона години. Прекият рекорд се държеше от вода, открита в същата мина от същия

екип през 2013 г., от дълбочина около 2,5 километра. Мината всъщност е най-дълбоката мина за метални руди в света – търсенето на мед, цинк и сребро отвежда миньорите все по-дълбоко и по-дълбоко в земната кора. Канадските изследователи от Университета в Торонто се възползват от възможността, предоставена от мината, да проучват водите все по-навътре в земната кора. Те анализирали водата, открита на около 3 км дълбочина, като изследвали газовете, уловени в нея. Инертни газове като хелий и ксенон могат да бъдат уловени във вода, заседнала в скални пукнатини и измърването им може да покаже колко е стара тази вода.



Така изглежда водата, който е била течна в продължение на милиарди години (Снимка BBC News)



„Когато хората мислят за такава вода, те предположат, че това трябва да е малко количество, хванато в скалата“, казва г-р Барбара Шерууд Лолар (Barbara Sherwood Lollar), професор в катедрата по науки за Земята в Университета в Торонто. „А всъщност тя блъбука направо към вас, тече със скорост от литри в минута – обемът на тази древна вода е много по-голям от очакваното“, пише тя. Нещо повече, огромната възраст на водата не е единственото важно откритие. Когато изследователите анализирали течността, те открили следи от живот в нея. Все пак не са открити истински живи бактерии, а всъщност са намерили „пръстовия отпечатък“ на живота – сулфати, които няма как да са дошли от скалите наоколо. Това позволява да се заключи, че във водата е съществувала някаква форма на микробиален живот за много дълъг период от време.

От факта, че нещо е успяло да живее и да оцелява във вода, която е толкова стара и толкова дълбоко под земята, следват важни изводи. Тези данни могат да ни разкажат не само за живота на Земята преди милиарди години, но могат също да помогнат в търсенето на живот извън нашата планета. По повърхността на Марс отдавна не текат реки, но там все още има джобове с вода и лед под повърхността. Те далеч не са толкова дълбоки, колкото водата, открита в Канада, и е възможно да са в състояние да осигурят необходимите условия за живот на микроорганизми. Изследователите смятат, че изучаването на тези места с древна течна вода на Земята може да им даде указания за това къде другаде може да се намери живот в Слънчевата система, например океаните на ледените луни на Сатурн и Юпитер.

По материали на IFL Science

Ученици оценяват предсказанията на писателите фантасти на „Националното състезание за ключови компетентности по природни науки“

Мая Гайдарова, Стефан Манев

В началото на юни в Ловеч се проведе Национално състезание за ученици от пети до девети клас за прилагане на ключови компетентности по природни науки при решаване на проблеми. То се различава от „класическите“ ученически олимпиади по това, че се решават реални проблеми от теоретичен и експериментален характер по предварително обявена тема, като се прилагат знанията на учениците по физика, химия, биология, математика, но те са в нестандартни и непознати ситуации, които не са изучавани в училище. Работи се в екипи, съставени от неравностойни по възраст и знания ученици, определени в началото на състезанието на произволен принцип, които трябва да защитават собствена позиция по актуални проблеми, да демонстрират оригинално мислене, да представят авторски идеи и да ги проверяват по експериментален или логически път.

Това състезание вече има своя традиция у нас, но не е особено добре популяризирано. За това може би ще са нужни и малко пояснения. Става дума за нов, съвсем различен от традиционния, подход към образованието. През 2006 г. Европейската комисия постави като основни цели в образованието в Европейския

съюз постигането на т.н. „ключови компетентности“ от учениците, които в началото бяха 8:

- Грамотност – Роген език
- Многоезичие – Чужди езици
- Математическа, природонаучна и инженерна компетентност
- Цифрови и технологични умения

– Междучичностни умения и способност за усвояване на нови компетентности

– Активно гражданско участие

– Предприемачество

– Културна осведоменост и изява

През 2018 г. бяха допълнени с деветата – **умения за здравословен начин на живот и устойчиво развитие**. Под „компетентност“ се разбира такова придобито комплексно умение, което позволява на хората да се справят с нерешавани дотогава от тях проблеми в реален контекст. Те, разбира се, се основават на знанията и уменията, придобити по различни предмети в училище, но могат да се проявят само когато човек решава проблем в непознат за него

контекст. В САЩ също действа програма с подобни цели, но там ги наричат „умения за живот в XXI век“.

МОН вече 13 години организира на национално равнище състезание между ученици от цялата страна, разделени в екипи (които се наричат „научни колективи“). В рамките на два дни те решават теоретични и експериментални задачи, като използват знания по различни предмети и от различни класове. Научната комисия подготвя за тях по 5 варианта на 4 теоретични и 2 експериментални задачи и изготвя критерии (ръководства) за оценяване на решенията, които понякога са нееднозначни и оспорими. Вече има и публикувана книжка (изд. Просвета) с няколко разсекрете-



Националната комисия изслушва представянето на резултатите



Доц. g-р Стефан Манев е завършил Химическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“. Бил е зам.-декан на Химическия факултет на СУ и на Природоматематическия факултет на ЮЗУ „Неофит Рилски“.

география, математика и чужди езици, затова комисията от физици, химици и биолози работи заедно дълго време преди състезанието, но темата се знае предварително от учителите. Много от децата, които участват в това състезание, после стават олимпийски състезатели и ние се гордеем, че сме част от техния път.

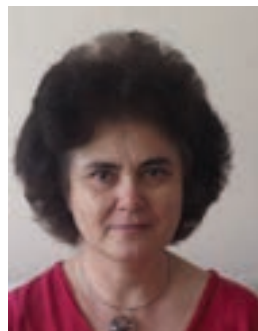
Всеки регион (област) може да участва с двама състезатели – ученици, избрани от експертите в РУО по ред и критерии, определени от тях, като се оформят 10 отбора, съставени от 6-ма състезатели. Целта е да се даде възможност за изява и на по-малките ученици според техните възможности и засилване на интереса им към природните науки.

ни теми, които могат да се използват от учителите в училище. Състезанието дава и примери как трябва да се обучават учениците по природните науки, за да придобиват не само знания, но и желаните от нас компетентности. По време на състезанието се решават проблеми, които не се изучават в училище, а такива, с каквито животът ни среща. Ето една от темите, която бе дадена преди години – „Оцеляване в природата“. Как например да гобиеш вода, да се ориентираш, да се предпазиш от студа или жегата, да си запалиш огън, да минимизираш разходите си по време на загубване в планина или пустиня и гр. Опитът показва, че учениците са изключително мотивирани, ентусиазирани и дават всичко от себе си, защото намират смисъл в работата си, в това да правят избори, учат се да мислят и споделят решения. Задачите се изготвят така, че решенията им да изискват знания по физика, химия, биология,



Представяна на резултатите от теоретичния кръг

Състезанието се провежда в два кръга за два дни. В I кръг всеки отбор за един час решава колективно четири задачи, подготвя резултатите и представя публично решенията на задачите за не повече от 5 минути за всяка задача. Решението на всяка от задачите се представя от различен състезател от отбора. Във II кръг всеки отбор за час и половина решава две експериментални задачи и подготвя представянето на резултатите. Двамата състезатели от отбора, които не са представяли резултати в първия кръг, представят публично решенията на задачите като имат по 5 минути за всяка задача. Те избират и начина за представяне на резултатите – може да се изиграе сценка, да се направи презентация или дори интервю. Класирането е отборно, но се дава награда за най-добре представил се млад участник.



Доц. г-р Мая Гайдарова е завършила Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Била е ръководител на катедра „Методика на обучението по физика“ във Физическия факултет. Интересите ѝ са свързани с проблемите на обучението по природни науки, методология и философия на познанието, образователни стандарти и оценяване в средното училище.



Работа по задачите от практическия кръг



Така изглежда моделът на златното яйце

А ето и изискванията на регламента. Темите се определят от предишното състезание и трябва да бъдат актуални, както и свързани с научни изследвания по важни за обществото проблеми. Досега състезания бяха посветени на климатичните промени и устойчивото развитие (Коприщица, 2019 година), на разследванията на криминални престъпления с помощта на науката (Велико Търново, 2018 година), на постижения, вдъхновени от природата (Плевен, 2017 година), на развитието на науката (Ловеч, 2016 година), на светлинните и енергийни източници (Ямбол, 2015 година) и др.

Тази година темата бе „Науката в научната фантастика“. За основа на задачите Националната комисия (проф. Агриана Тафрова, доц. Мая Гайдарова, доц. Стефан Манев, доц. Снежана Томова, доц. Камелия Йотовска и Клавдий Тю-



Учителите присъстваха при представяне на резултатите



Отборът победител бе награден от кмета на Ловеч г-жа Корнелия Маринова, учителка по биология

тълков) избра следните научно фантастични произведения:

Задача 1. Айзък Азимов, по разказа „Пастет от гъши гроб“. Задача „Гъската, която снасяше златни яйца“.

Задача 2. Жул Верн, варианти на задачата по романите „От Земята до Луната“, „500-те милиона на Безюм“, „Пътешествие до центъра на Земята“, „Двадесет хиляди левги под водата“, „Робер завоевателя“, „Властелинът на света“ и „Пет седмици с балон“.

Задача 3. Жул Верн, по романа „Пет седмици с балон“, задача „Продължаваме да летим с балони“.

Задача 4. Александър Беляев, по романа „Човекът амфибия“, задача „Ихтиангър – момчето с хриле, което живее в океана“.

Задача 5. Айзък Азимов, разказ „Пастет от гъши гроб“, Задача „Яйцето на Гъската“.

Задача 6. „Невидимия“ на Хърбърт Уелс, задача „Невидимият човек“.

Отборите решаваха проблеми, свързани с възможностите за реализиране на научните идеи в избраните произведения, оценяваха доколко предложените решения на идеите са реализирани в практиката, както и приложението на научните достижения, описани в произведенията в днешно време. Учениците свързаха знанията си от училище с материалите от задачите и направиха изчисления, свързани с количественото проверяване на тези идеи и сравняването им със съвременните данни.

В резултат на извършената работа отборите достигнаха и до някои интересни изводи, например, че при съвременните балони се използват значително по-прости конструкции в сравнение с балона, предложен от Жул Верн. При изследване на невидимия човек се оказа, че най-невидими са материалите, обработени с олио. Коментар на един от участниците беше, че за да стане невидим, човек трябва да се потопи във ва-



Най-младият участник в състезанието е Дилиана Валентинова Видева от V клас на ОУ „Александър Георгиев-Коджакафалията“ – Бургас

рел с олио. Те експериментираха с прозрачността на материали, обработени с различни течности и осветени с лазерна и обикновена дневна светлина.

Резултатите от решенията на задачите показаха, че някои от писателските идеи не се основават на реални научни данни и по принцип е невъзможно да бъдат реализирани – невидим човек, яйце със златно покритие, снасяно от гъска, изстрелване на спътници с оръдие. Други, описани в научната фантастика, открития са реализирани с различни приближения – подводници, работещи с електрически двигатели, получаване на водород, летене с балони, достигане на повърхността на Луната. Участниците обогатиха своите знания, умения и

компетентности в различни области на природните науки и се справиха успешно с поставените задачи.

Класирането показва, че златните медали заслужено извоюва отбор, съставен от шестима ученици от различни части на България. Това са:

1. Ивелина Черкезова, VI кл. от СУ „Д-р Петър Берон“ в Тополовград.
2. Стефания Тошкова, VIII клас от Профилираната природо-математическа гимназия „Акаг. Иван Ценов“, Враца.
3. Васил Кременаров, IX кл. от ППМГ „Васил Левски“ в Смолян.
4. Стоян Добрев, IX кл. от столичната Национална природо-математическа гимназия „Акаг. Л. Чакалов“.
5. Арга Ашимов, IX кл. от ПГ „Христо Ботев“ в Попово.
6. Кристиан Петров, IX кл. от ППМГ „Никола Обрешков“, Казанлък.

Освен медали победителите получиха като награда и научно-фантастични романи от известни автори.

Анализът на резултатите от състезанието показва, че състезателите са успели до голяма степен да създадат сплотен отбор, в който има добро разпределение на задачите, подпомагат се един друг при получаване на резултатите, като използват ефективно възможностите на всеки един от участниците в отбора.

Домакин на състезанието беше Профилираната природо-математическа гимназия в град Ловеч с директор Венцислав Георгиев. Агминистрацията на града, както и домакините от гимназията създадоха прекрасни условия за провеждането на състезанието, както и осигуриха възможности за запознаване със забележителностите на този прекрасен град.

Темата за следващата година ще бъде „История на науката“.

**XIII НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ЗА КЛЮЧОВИ КОМПЕТЕНТНОСТИ
ПО ПРИРОДНИ НАУКИ
Ловеч, 11-12 юни 2022 г.
ТЕОРЕТИЧЕН КРЪГ**

ВАРИАНТ 3

Задача 1. ГЪСКАТА, КОЯТО СНАСЯШЕ ЗЛАТНИ ЯЙЦА
(по разказа „Пастет от гъши гроб“ от Айзък Азимов)

Кратко съдържание на разказа:

В Министерството на селското стопанство на САЩ се получава информация за гъска, която снася златни яйца във ферма в Тексас. Американски изследователи се опитват да разрешат загадката за странната гъска. Въпреки, че златните гъши яйца са ценни заради чистото злато, по-важно е да се открие какъв е произходът на златото – дали се образува в птицата или идва от околната среда.

1. Служител на Министерството на селското стопанство показва яйце от гъската на своя шеф:

„– Това е жълт метал – казах аз, – би могло да бъде месинг, но не е, защото е инертен към концентрирана солна киселина.

– Това е някаква измама – каза Бронщайн. – Така трябва да бъде.

– Измама, в която се използва истинско злато? Не забравяй, че първият път, когато видях това нещо, то беше покрито с напълно автентична и цяла черупка. Беше лесно да се изследва част от нея. Калциев карбонат.

Така беше сложено началото на проекта „Гъската“. Това стана на 12 юли 1955 г.“

1.1. Ако металът беше месинг – сплав от мед и цинк, с кои от изброените киселини биха протекли реакции?

А) концентрирани солна, азотна и сярна киселина?

Б) разредена солна, азотна и сярна киселина?

Подкрепете отговорите си с изравнени химични уравнения, като използвате информацията от табл. 1. В кой/кои случай/случаи месингът би се разтворил напълно? (Запишете отговорите си на лист и го предайте на Комисията.)

1.2. Златото се разтваря в така наречената „царска вода“ – смес от концентрирана азотна и концентрирана солна киселина. Получава се златна киселина, която съдържа сложния (комплексния) анион AuCl_4^- . Този йон в текста на разказа се нарича **хлориден йон**.

А) Запишете на същия лист взаимодействието на злато с царска вода с изравнено химично уравнение с помощта на табл. 1.

Б) Като имате предвид взаимодействията от т. 1.1. и 1.2. на трите метала, направете извод за тяхната химическа активност (подредете ги според химическата им активност).

1.3. Представете начин за изследване състава на черупката, като имате предвид текста. Опишете необходимите реактиви, действия и процесите, които протичат, за да се докаже съставът на яйчната черупка.

2. „Откъде е дошло златото?

Досега нямаше отговор на това, освен няколко негативни факта. Видимо нямаше злато в храната на Гъската, нито пък никакви съдържащи злато камъни наоколо, които можеше да е погълнала. Нямаше и следа от злато в почвата в района, а претърсването на къщата и земята не даде никакъв резултат. Нямаше златни накити, златни монети, златни чинии, златни часовници, нищо златно.

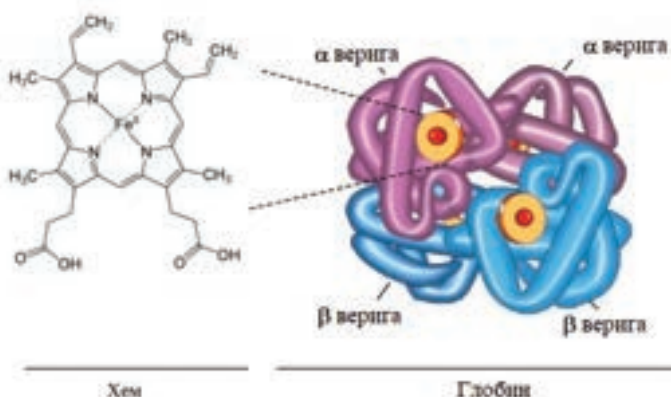
Злато беше открито, но само следи, и имаше пълно основание да се предполага, че тези следи са придружавали храносмилателните секрети и следователно бяха ендогенни (с произход от организма).

Появиха се и последните спектروграфски изследвания на златото на черупката. На практика чисто. Единственият забележим примес беше желязо, което представляваше около 0,23% от целия златен слой. Съдържанието на желязо в жълтъка на яйцето беше два пъти над нормалното.”

Наличието на желязо над нормата насочва Изследователя към изследване на червените кръвни клетки (еритроцитите).

2.1. Изследователят насочва вниманието си към еритроцитите, защото хемоглобинът в цитоплазмата им съдържа желязо (Fe^{2+}), свързано с органично съединение – **хем**. Белтъчната част на хемоглобина (т.нар. **глобин**) се състои от четири полипептидни вериги (две α -вериги и две β -вериги). Всяка от веригите е свързана с хем-група (порфирин), носеща Fe^{2+} .

Порфириновият е син пигмент, който се оцветява в кафеникаво или зеленикаво, в зависимост от следващите химични промени и се отделя в жлъчката под формата на жлъчни пигменти. Жлъчните пигменти са ненужни за организма и се изхвърлят чрез изпражненията.



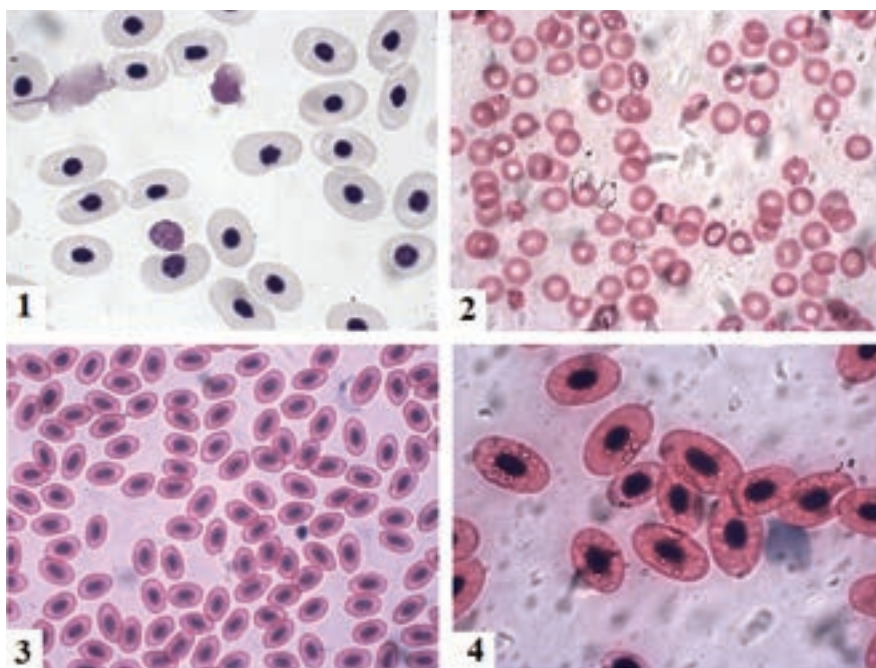
Отговорете на въпросите, като запишете отговорите на лист (след приключване на състезанието трябва да предадете листа на Комисията):

А) Каква е функцията на еритроцитите в организма на Гъската?

Б) Как се наричат съединенията, които образуват хемоглобинът при изпълнение на своята функция?

2.2. На фиг. 1 са представени изображения на четири микроскопски препарата (всеки с увеличение 1000 $\times$) с натривка на кръв от човек, костенурка, жаба и гъска. Анализирайте формата, големината и структурните особености на червените кръвни клетки от четирите препарата и определете на коя от снимките (1, 2, 3 или 4) е представена кръв от гъска. Аргументирайте отговора си.

Запишете отговорите на лист (след приключване на състезанието трябва да предадете листа на Комисията.)



Фиг.1. Червени кръвни клетки (еритроцити) при различни гръбначни животни.

3. „Борис У. Финли от Биохимичния факултет на университета в Темнъл – асистент във факултета – ръководеше изследванията. Кръвта на Гъската беше подложена на всички възможни тестове. Тя съдържаеше 0,002% хлоридни йони. Кръвта, взета от чернодробен кръвоносен съд беше по-наситена от останалата, почти 0,004%. Финли изсумтя. – Черният дроб – каза той. Направихме рентгенови снимки. На негативите черният дроб представляваше светлосиво, подобно на облак петно, по-светло от заобикалящите го вътрешности, защото спираше повече от рентгеновите лъчи поради съдържанието си на злато. Кръвоносните съдове бяха по-светли от самия черен дроб, а яйчиците – чисто бели. През тях не бяха преминали абсолютно никакви рентгенови лъчи.“

„Функцията на черния дроб на Гъската най-вероятно е затруднена от концентрацията на злато в него. И най-вероятно изобщо не отделя жлъчен пигмент – каза Финли.

Жлъчните киселини присъстват в нормално количество. Почти в нормално, общо взето. – отговори Невис. – Липсва само жлъчният пигмент. Направих изследвания на изпражненията и това беше потвърдено. Никакви жлъчни пигменти.“

3. Помислете и отговорете на въпроса:

Защо Изследователят свързва желязото, натрупало се в черния дроб, с еритроцитите?

4. „Жлъткът беше изследван за неорганични съставки и бяха открити големи количества хлоридни йони, които влизат в състава на по-сложни йони, съдържащи един йон злато, свързан с четири хлоридни йона. Сложният йон се изписва AuCl_4^- . (Символът

Аи за злато идва от латинската дума за злато „аурум“). Отбелязвайки, че количеството хлоридни йони е голямо, имах предвид, че е 3,2 хилядни или 0,32%. Това количество е достатъчно голямо, за да образува неразрушим комплекс от „златен протеин“, който лесно се съгъстява.

– Очевидно е, че това яйце не може да бъде измътено – каза Финли. Нито което и да било друго такова яйце. То е отровено с тежки метали. Златото може и да е по-блестящо от оловото, но то е също толкова отровно за протеините.”

Отговорете на въпросите, като запишете отговорите на лист (след приключване на състезанието трябва да предадете листа на Комисията):

А. Какво е предположението ви за въздействието на тежките метали върху протеините?

Б. С какъв реактив може да се докаже наличието на хлоридни йони в яйцето?

Продължение на задача „Гъската, която снасяше златни яйца“, което ще представите на Експерименталния кръг на състезанието

Разпределете роли между трима съотборници: фермер, служител на Министерството на селското стопанство и изследовател.

- **Фермерът** е притежател на гъската, която снася златни яйца, но от тях не могат да се измътят малки.

- **Служителят на Министерството на селското стопанство**, като представител на държавата, е заинтересован да се разкрие причината за образуването на златен слой в яйцата, но така че да се запази животът на Гъската.

- **Изследователят** взема проби от различни органи в тялото на Гъската, анализира ги с помощта на своя изследователски екип и апаратура и предлага хипотези, изводи и заключения.

Дайте воля на фантазията си, подкрепете я със знания и създайте кратък научно-фантастичен сценарий по темата. По време на Експерименталния кръг очакваме да видим реализацията на вашия сценарий пред публика.

Продължителност на представлението – до 5 минути.

Таблица 1.

Метал	Продукти на взаимодействие с					
	конц. HCl	конц. HNO ₃	конц. HCl + конц. HNO ₃ (царска вода)	конц. H ₂ SO ₄	разр. HCl	разр. HNO ₃
Мед	—	медна сол + 2NO ₂ + 2Y*	разтваря се	медна сол + SO ₂ + 2Y*	—	3медна сол + 2NO + 4Y*
Цинк	цинкова сол + X*	цинкова сол + 2NO ₂ + 2Y*	разтваря се	цинкова сол + SO ₂ + 2Y*	цинкова сол + X*	4цинкова сол + N ₂ O + 5Y*
Злато	—	—	разтваря се: H[AuCl ₄] _(p-p) + NO _(z) + 2Y* _(m)	—	—	—

* В уравненията заместете с химични формули буквите X, Y и наименованията на солите, изписани с думи.

Екология на Черно море: от молекулата до екосистемата

Нешо Чупев, Албена Александрова

Развитието на човечеството винаги е било свързано с необходимостта да се търсят и използват нови или неизползвани досега ресурси. Океаните и крайбрежните морета покриват 71% от земната повърхност (приблизително 360 милиона квадратни километра) и винаги са осигурявали на хората храна, жизненоважни ресурси и услуги. Това обаче неизменно е било съпътствано от въздействието на различни антропогенни и природни фактори като замърсяване, свръхексплоатация на живи ресурси, климатични промени и т.н. Според някои учени последиствията от тези въздействия вече са на път да доведат до сериозни нарушения и дори до деградация на екосистемите на регионалните морета.

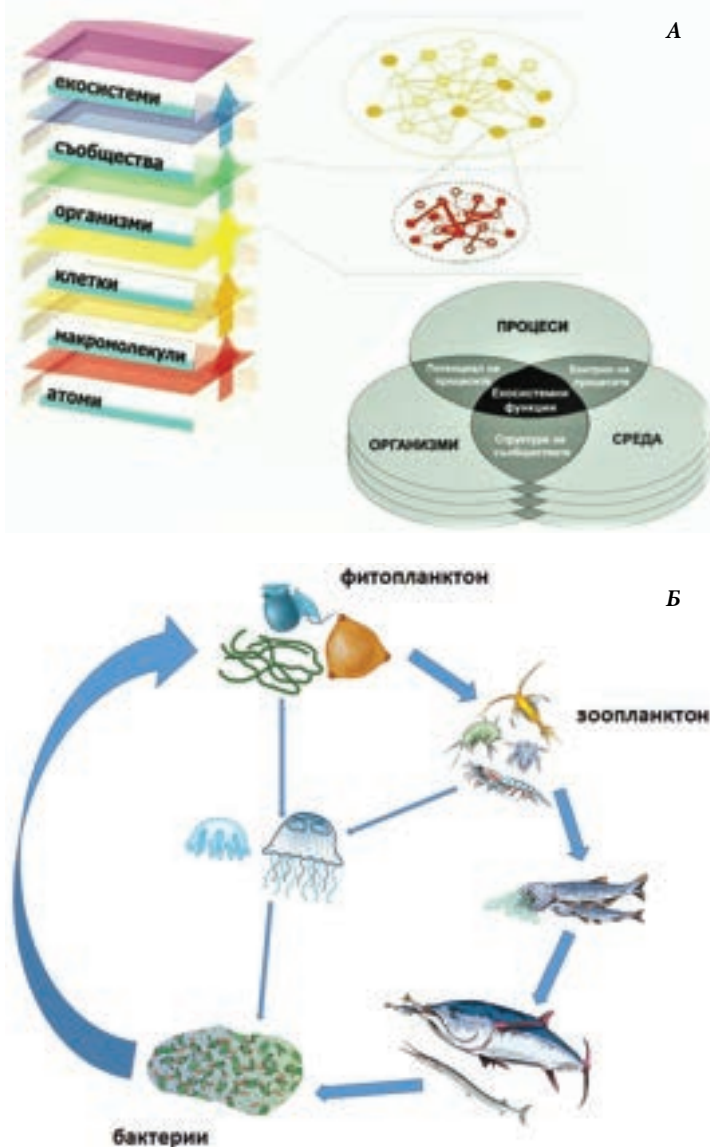
Черно море не е изключение. Антропогенните въздействия все по-силно засягат състоянието и функционалността на черноморската екосистема, нейния потенциал да доставя екосистемни услуги от жизненоважно значение. Едни от най-големите екологични проблеми са химическото замърсяване и тежката евтрофикация (органично замърсяване) на северозападния шelf, както и все по-осезателните климатични промени. Черно море приема големи количества речни води, носещи най-различни замърсители от територията на повече от 20 страни от Европа и Мала

Азия, които се прибавят към немалките местни източници на замърсяване на българското крайбрежие. Особено актуално напоследък става замърсяването с пластмаси. Големите реки (Дунав и Днестър) носят в морето от 6 до 50 броя пластмасови отпазъци на час. Оценката на екологичния риск от замърсяването и промените в черноморската екосистема са основен приоритет на научните изследвания и управлението на българската част на Черно море.

Изследвания на състоянието на черноморската среда. Оценките на със-

тоянието на морската среда традиционно са се основавали на изследвания на физикохимичния състав на проби от вода и седименти. Едва по-късно започва да се оценява съдържанието на замърсители и в организмите. Относително неотдавна започват да навлизат и специфични подходи за оценка на въздействието на замърсителите върху самите организми и техните реакции. Резултатите от тези изследвания в световен мащаб показаха, че никак не е просто да се изучават множествените въздействия върху морските организми и еднозначно да се определя поведението на морските екосистеми с цел управление и опазване. Екосистемите имат сложна йерархична структура и функциониране и изследването им, както и въздействието на множеството фактори (природни и антропогенни) върху тях изисква съществена промяна в подхода – от фокусиране върху средата и отделни организми към холистичен (екосистемен) подход. Екосистемният подход към изследването и управлението на моретата и океаните получава все по-голямо международно внимание (напр. международния проект

Оценка на екосистемите на хилядолетието, 2003 г.). Крайно време е екосистемният подход да стане водещ в изследванията, мониторинга и управлението и на екосистемите в българската част на Черно море.



Структурно-функционална организация на екосистема (А) и основни компоненти и връзки в екосистемата на Черно море (Б)



Обхват и отношения с други направления на токсикологията (А) и екотоксикологията (Б)

Токсикология и екотоксикология. Оценката на замърсяването на морската среда, видовете замърсители и последствията от тях традиционно се е фокусирала главно върху анализирането на така наречените приоритетни замърсители в проби от вода или седимент (инертни матрици), както и в лабораторни експерименти за влияние върху организмите, т.е. оценка на т.нар. „зависимости доза – ефект“. Тези

токсикологични изследвания имат дълга история и са имали отношение към някои други научни дисциплини. Подобни изследвания са били провеждани отдавна и в Черно море. Този консервативен токсикологичен подход се оказва ограничен поради невъзможността експериментално да се изучи огромния и все по-нарастващ брой на отделните видове химични замърсители. От друга страна, става крайно необходимо да се свърже замърсяването с екологичните му ефекти и да се разработят по-адекватни критерии за оценка.

През 1970-те години нарастващият интерес към състоянието на околната среда води до формирането на едно ново научно направление – екотоксикологията. Първоначално основните подходи на това направление са били, в общи линии, същите като тези на токсикологията. По-съществена интеграция на токсикологията и

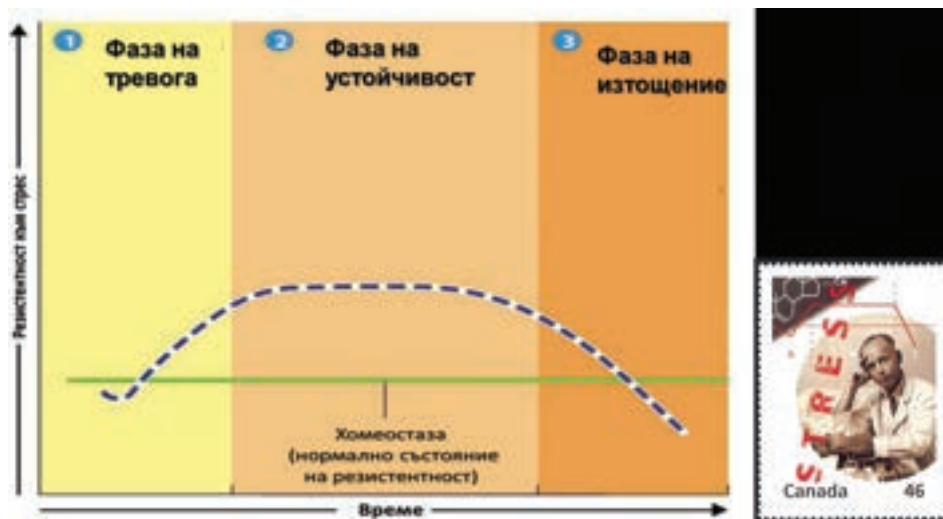
екологията е постигната в началото на 1990-те години. В резултат на това екотоксикологията е интердисциплинарна по характер и има отношение към различни научни области.

При съвременното развитие на изследванията на морската среда важна роля започва да придобива използването на различни подходящи показатели (индикатори), които могат да предоставят обективна информация за изследвания

проблем. Такива индикатори е прието да се определят по следния начин: **„биомаркер“** е всеки биологичен отговор по отношение на някое химическо съединение в околната среда, измерен вътре в даден организъм или в неговите продукти (урина, фекалии, косми, пера и др.), показващ отклонение от нормалното състояние; **„биоиндикатор“** се определя като организъм, даващ информация за условията на околната среда на неговото местообитание, чрез присъствието или отсъствието на този организъм, или чрез неговото поведение; **„екологичен индикатор“** е екосистемен параметър, описващ структурата и функционирането на екосистемата. Търсенето и прилагането на такива индикатори започва да се превръща във важна и неразделна част от изследванията и оценката на морските екосистеми. Такъв интегративен подход вече официално се прероръчва и от европейски документи като Рамковата директива за морска стратегия (MSFD, 2008/56/EC).

Как теорията на стреса навлезе в екологията? Понастоящем понятието „стрес“ добива все по-широка популярност. Всъщност стресът е общ адаптационен синдром, теоретичната основа на който е разработена от унгарско-канадския ендокринолог Х. Селие (**János Hugo Bruno „Hans“ Selye**). Той предлага добре познатата класическа форма на стрес модела (1936 г.).

Х. Селие доказва, че реакцията на стрес като отговор на въздействието на различни фактори всъщност е универсална, т.е. не зависи от това какво е въздействието и включва три фази: фаза на тревога, фаза на устойчивост и фаза на изтощение. Фазата на тревога съответства на модификации на биохимични и генетични параметри на организма, но без последствия върху растежа и жизнената му дейност. Във фазата на устойчивост се активират защитни механизми като например антиоксигантна защита, възстановяване на протеини и ДНК, и се проявяват първите



Класическата форма на стрес модела на Х. Селие



Типове биомаркери на стрес за различни нива на биологичната йерархия

признаци на намалена жизнена активност. Фазата на изтощение се характеризира със сериозна витална клетъчна дисфункция, водеща до хронично увреждане и накрая до смърт. Обикновено се приема, че стресът има само неблагоприятни въздействия, но се оказва, че това невинаги е вярно. Стресът може да доведе и до положителни екологични адаптации и вероятно това е изиграло важна роля в еволюцията. В екологията най-подходящото определение на стрес все още се обсъжда, но вече е доказано, че стресът е универсален интегративен отговор на организмите спрямо натиск на околната среда. Днес е общоприето, че има разграничение между стресор (външен фактор), стрес (вътрешно състояние, предизвикано от стресор) и реакция на стрес (каскада от промени, предизвикани от стреса). Стресът от околната среда може да засегне индивиди, популации и съобщества, пряко и непряко. В този смисъл стресорите (и стресът) са предизвикателство за

целостта на екосистемите и за качеството на околната среда. Виговите организми (а също и самите екосистеми) имат известна способност да понесат промени в интензивността на стресорите от околната среда, което е известно като резистентност, и да се възстановяват след прекратяване на натиска (известно като еластичност). Тази способност обаче си има граници, което формира определени прагове на поносимост (толерантност). При по-нататъшното

нарастване на интензивността на натиска се стига до стрес, надвишаващ праговете и резултатът е значителни екологични промени. В днешно време изследванията на стреса се фокусират върху две отделни нива: изследване на молекулярния, биологичен и биохимичен стрес и изследване на стреса на по-високи екологични нива (популации, съобщества). В крайна сметка обаче, и едните и другите изследвания изискват нови, интегративни научни подходи, придружени с разработването и използването на нови маркери на стрес.

Изследванията на въздействието на големия и непрекъснато нарастващ брой на замърсителите в морската среда поотделно вече е непосилно предизвикателство. Освен това, те имат не само индивидуални, но и наслагващи се (кумулятивни), и взаимозависими (синергични) ефекти. Общият извод е, че става крайно необходимо да се премине към един цялостен (интегративен) подход, който да комбинира химичните

измервания с биологични инструменти, за да се получи важна допълнителна и по-точна информация за разнопосочните въздействия на множеството стресори върху морските организми и съответно, техните специфични биологични отговори (реакции). Само така би могло обективно да се оценява и предвижда състоянието на черноморската екосистема, както и да се постигат поставените нови управленски цели, свързани с устойчивост.

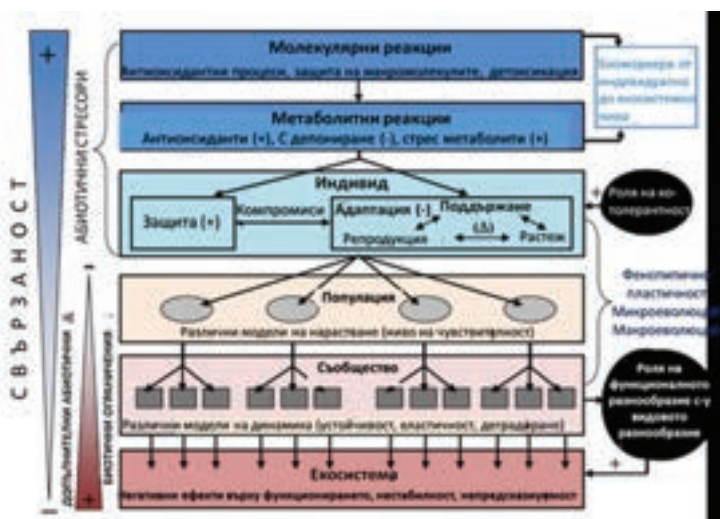
Оксидативен стрес. Общите реакции на организмите към въздействията на стресорите от околната среда могат да бъдат изразени чрез промени в клетъчния баланс между прооксидантните (предизвикани окислителни процеси) и антиоксидантните (компенсиране на окислителните процеси) процеси. Във всички аеробни организми, включително и морските, се генерират реактивни форми на кислород (РФК), които предизвикват верига от окислителни реакции, способни да увреждат всички биомолекули в клетките. До голяма степен това е цената, която аеробите плащат за осигуряването на енергия, която се получава чрез окислението на високоергични (богати на енергия) вещества. За своя защита клетките са развили в еволюцията универсална антиоксидантна система, която може да неутрализира РФК. Въздействието на цялото множество стресори на

морската среда (абиотични, биотични и антропогенни) предизвиква генериране на РФК, които в умерени концентрации изграят ролята на сигнални молекули за стартиране на адаптационни реакции в организма. Обаче, една продължителна или остра експозиция на стресор (стресори), води до свръхгенериране на РФК в клетката, които вече не могат да бъдат неутрализирани от антиоксидантната система. Резултатът е оксидативен стрес (ОС), който предизвиква различни увреждания на клетките, вкл. и върху генома и в крайна сметка може да доведе до смърт на организма.

Всичко изложено по-горе е доказателство, че ефектите на ОС могат да достигнат от клетката до най-високите екологични нива – отделния органи-



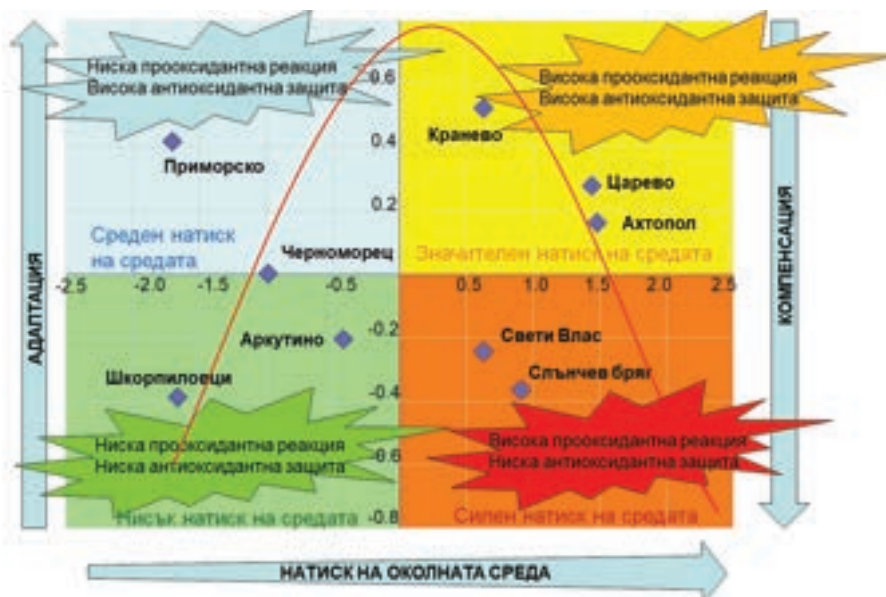
Баланс на прооксидантните и антиоксидантните процеси в клетката (А) и ефекти на оксидативния стрес върху ДНК (Б)



Пътища на разпространение на ефектите на оксидативния стрес от клетката до екосистемата

зъм, популацията, съобществото и екосистемата. На практика изследванията на ОС, заедно с други подходи, хвърлят мост между двете нива на изследване на стрес ефектите – молекулярно-биохимичното и екологичното.

На тази основа се формира едно ново перспективно, мултидисциплинарно и интегративно научно направление „стрес екология“, което надгражда екомтоксикологията.



Различното съотношение на прооксидантните реакции и антиоксидантните реакции (СОС индекс) в бели миди показва състоянието на средата (нейната стресогенност)

Нашият опит. В нашето Черно море вече са правени отделни изследвания на биоиндикатори на ОС, напр. в някои риби. За първи път обаче задълбочени изследвания на стрес екологията на ключови биоиндикатори (миди и риби) в българската част на Черно море се провеждат от учениците от Лаборатория „Свободно радикални процеси“ (Институт по невробиология на БАН) и Института по океанология на БАН в рамките на 4 научни проекта. За по-точна и сравнима оценка на ефектите на околната среда върху оксигативния баланс в организмите е въведен индекс на Специфичен Оксигативен Стрес (СОС). Получените резултати недвусмислено доказват, че изследваните биоиндикатори (видове миди и риби) по различен начин се справят с ОС, предизвикан от множеството стресори на морската среда.

На схемата е представен СОС на бели миди от различни райони. Вижда се, че в относително по-чистите крайбрежни райони белите пясъчни миди нямат повишени нива на прооксигантните процеси (зелен и син квадрант). В други, по-замърсени райони, те активират антиоксигантната си защита за компенсиране на въздействието на замърсителите (жълт квадрант), но в районите, където има голямо замърсяване, защитните им антиоксигантни системи се изтощават (червен квадрант) и това е индикатор за намаляване на компенсаторните възможности на организмите. Практическото приложение на резултатите от това първо изследване у нас могат да се видят от данните на стр. 62.

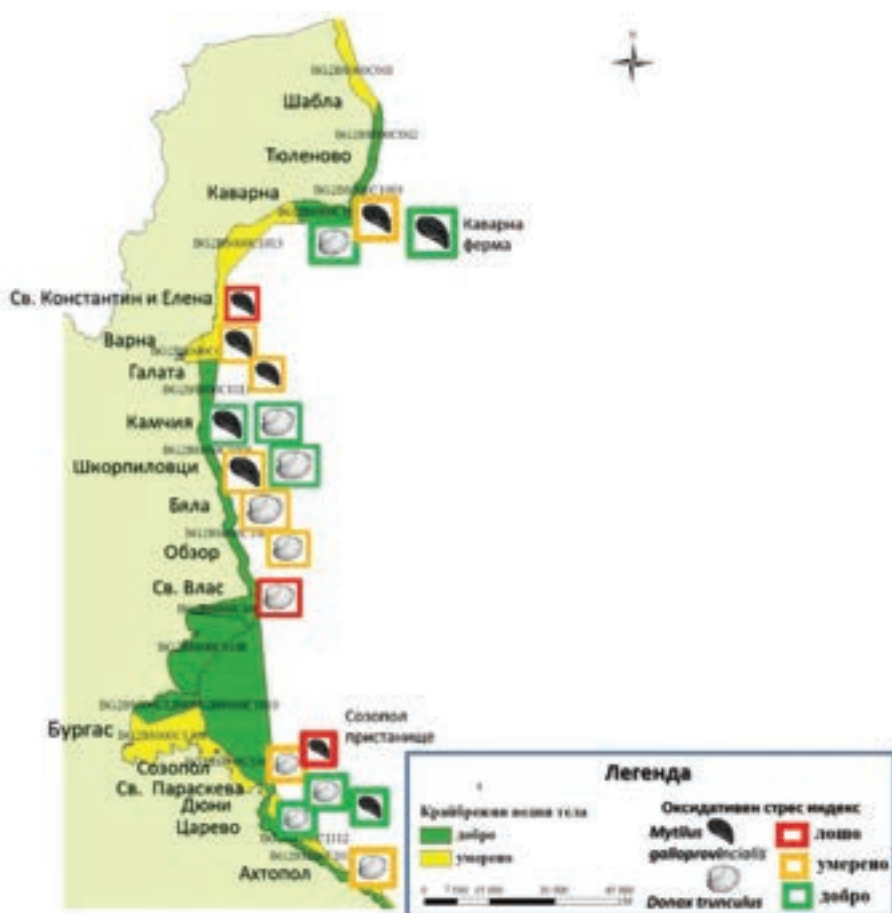
Схемата ясно показва наличието на разлики в категориите за екологично състояние на черноморските крайбрежни водни тела, присвоени от официалните отговорни органи у нас (Басейнова Дирекция за Черноморски район – Вар-



Проф. д-р Нешо Чипев е бил Директор на Централната лаборатория по обща екология на БАН, а след това е бил ръководител на Секция „Екосистемни изследвания“ в Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания на БАН. През последните пет години има четири научни проекта в областта на стрес екологията на черноморската биота, заедно с проф. Александрова.



Проф. д-р Албена Александрова завежда Лаборатория „Свободно радикални процеси“ към Научно направление „Биологични ефекти на природни и синтетични вещества“ към Института по невробиология – БАН и е ръководител на Център за научна и приложна дейност на Национална спортна академия „Васил Левски“.



Екологично състояние на крайбрежните водни тела по БДЧР (2019 г.) и екологично състояние по СОС индекса на местообитанията на черни и бели миди

на), и нашата оценка на екологичното състояние според СОС индекса на двата индикатора (черни и бели пясъчни миди). Логичният извод от тези провеждани за първи път у нас научни изследвания е, че въвеждането на СОС индекса на инди-

каторни видове (и сходни измерители) в мониторинговите програми на българската част на Черно море би направило оценката на екологичното състояние на морската среда по-обективна и по-прецизна. ■

Морски звезди – „санитари“ в океана?



„Рояк“ морски звезди, нападнали трупа на мъртъв Калифорнийски морски лъв

Морските звезди са клас древни безгръбначни от типа на Бодлокожите животни (*Echinodermata*), които обитават моретата и океаните с нормална соленост. Поради това те отсъстват от Черно море, чиято соленост е едва 15‰ – 18‰. В различните райони на Световния океан са открити и описани около 1500 вида, които живеят от крайбрежните зони на водоемите до около 7000 м дълбочина, където пълзят и търсят храната си по морското дъно. Всички морски звезди са хищници, а тяхната храна е твърде разнообразна – червеи, ларви и възрастни на ракообразни, дребни миги и охлюви и даже дребни риби. Поради това, че понякога навлизат в морските ферми и се хранят с изкуствено развъжданите миги, морските звезди са считани в много тихоокеански страни за вредни животни. Поради предпочитанията им към кораловите рифове те са обвинявани като вредители и на младите коралови образувания по морските крайбрежия.

През пролетта на 2022 г. в популярни американски списания се появиха съобщения и документални снимки показващи морските звезди и в ролата на „санитари“ за моретата и океаните, които участват в разграждането и усвояването на труповете на

по-едри морски животни, вкл. бозайници. Сътрудници на Калифорнийската академия на науките наблюдавали и заснели десетки морски звезди, които са се покатерили върху трупа на умрял (или убит от браконieri?) Калифорнийски морски лъв (*Zalophus californianus*) и започнали да разкъсват и поглъщат части от тялото му. Това се случило във водите на големия залив Монтерей бей, а морските звезди в случая се оказали от вида *Patiria minuate*, познати и с популярното име „морски прилепи“.

Морските звезди от този вид са сравнително дребни на големина, обикновено с 5 лъча и относително широк централен диск, който е дал основание да ги наричат и „морски прилепи“. Не са редки случаите когато броят на лъчите им е по-голям и достига до 9. Средните им размери са около 20 см в диаметър, но са добре забележими в морската среда поради ярките им цветове в широка гама – от зелено, синьо, оранжево до ярко червено. Обитават дъното на крайбрежния шелф от 0 до около 300 м дълбочина, но предпочитат зоната около 80 м дълбочина. Разпространени са по западното крайбрежие на американския континент от Аляска до Калифорнийския залив.

Досега бе известно, че морските звезди са хищници, които се хранят основно с живи дребни бентосни морски обитатели, главно морски червеи. Новите наблюдения обаче разкриват, че този вид морски звезди могат да участват също и в разграждането и очистването на морската среда от труповете на по-едри животни. А това вече се оценява положително и с надежда от екологично и природозащитно гледище.

По Live Science

Водните гъби – познати и непознати?

Васил Големански

Водните гъби са едни от най-древните и странни обитатели както на морските, така и на сладководните басейни на нашата планета. Поради неподвижния си начин на живот върху различни подводни субстрати, те векове са считани за водни растения.

Бащата на съвременната научна класификация на организмите – Карл Линей, в началото на създаването ѝ през XVIII в., също поставил водните гъби в растителното царство – Plantae. След това оба-

че учените доказали, че водните гъби са част от животинското царство и са едни от най-примитивните неговии представители. Появили са се вероятно преди около 890 милиона години и са останали почти неизменни в процеса на дългата си еволюция досега.

И днес, в началото на XXI в., водните гъби остават все още недостатъчно познати на науката. Въпреки че имат широко разпространение в световния океан и често образуват огромни площи по дъното на топлите морета, водните гъби са едни от най-слабо изучените съвременни животни по отношение на тяхното видово разнообразие и разпространение. И досега в различни енциклопедии, ръководства, в Интернет и др., съществуват различни све-

дения за техния видов състав. Посочват се данни, че броят на водните гъби на Земята варира между 5000 и 15 000 вида, а това е достатъчно указание колко много още трябва да се направи от

учените за изясняване на тяхното биологично разнообразие и екологична роля в съвременния животински свят!

Въпреки голямото разнообразие на формата и размерите на тялото при различните видове водни гъби, те имат няколко общи характеристики, които ги обединяват и показват, че са и едни от най-просто устроените съвременни многоклетъчни животни. Най-често тялото им има форма на ваза или чаша, закрепена с основната си част за дъното на водните басейни или за различни подводни предмети и върхна част, на която се намира отворът на тяхната телесна празнина. Тялото на гъбите е изградено само от 2 пласта клетки – ектодермален, който обвива и защитава тялото от външната страна и вътре-

шен – ендодермален, който е образуван от специализирани клетки, осигуряващи храненето и отделянето. Вътрешната празнина на тялото се нарича оскуларна или парагастрална празнина, а отворът, с който тя се отваря към външната среда, се означава като оскулум. Между двата пласта се намира пихтиесто безструктурно вещество, което се нарича мезоглея и в което се откриват различни по форма и функция клетки, известни като мезенхимни клетки. Някои от тях, известни като амебоцити, имат наистина променлива амебовидна форма, могат да се движат в мезоглеята и да фагоцитират (поглъщат) бактерии, водорасли или органични частици, с които животните се хранят. Други клетки, наречени миоцити, имат удължена, вретеновидна форма и могат бавно да се свиват и разпускат и даже да променят формата на гъбите. Трети вид клетки са т.н. склеробласти, които имат способност да изграждат вътрешен опорен скелет на водните гъби. Учудващо е, че тези тези и други мезенхимни клетки могат, при необходимост, да се превръщат лесно в хранителни амебоцити, склеробласти, миоцити или даже в раз-

множителни клетки? Опорният скелет на водните гъби е образуван от специфично органично вещество, наречено спонгин, което съдържа и множество минерални изгли или спикули с различна форма, големина и химически състав. Тук ще отворим една скоба, за да поясним, че при някои по-едри морски гъби, този вътрешен скелет от спонгин е добре познат от недалечното минало и у нас като „Сюнгер“, които са продавани и са използвани като хигиенни средства в банята, кухнята и на други места., подобно на съвременните пластмасови гъби.

Вътрешният или ендодермалният пласт на животните, който покрива вътрешната или оскуларната празнина, е изграден от плътно разположени специализирани клетки, снабдени с къси цитоплазмени якички и с по едно дълго камшиче, поради което са наречени хоаноцити или хоанофлагелатни клетки. Техните камшичета трептят непрекъснато и с тяхна помощ клетките улавят попагналите с водата в оскуларната празнина бактерии, микроскопични водорасли и животни (червеи, ракообразни и др.), с които се хранят.



По багри и форми морските гъби съперничат на красивите корали в топлите морета и океани

А ектодермалният пласт на животните, който има главно формообразуваща и защитна функция, е изграден от специални плоски покривни клетки, наречени пинакоцити. Някои от тях имат и пори (отвори), които въвеждат в каналчета, свързващи външната среда с голямата телесна (оскуларна) празнина. Стените на тези каналчета също са покрити с хоанофлагелатни (камшичести) клетки, които чрез движението на своите камшичета насочват водата от външната среда към оскуларната празнина и оттам – през големия външен отвор (оскулума) отново във външната среда. Така, чрез непрекъснатата функция на хоанофлагелатните клетки (хоаноцитите), водните гъби непрекъснато филтрират голямо количество вода от обитаемия воден басейн с необходимите им хранителни вещества (бактерии, микроводорасли, микроскопични планктонни животни, органични частици и

гр.). А това ги прави и един от най-активните и полезни водни филтратори, които участват в очистването на водните басейни от патогенни или вредни микроорганизми. Този факт, който безспорно определя и голямото екологично значение на водните гъби, е дал основание на известния австралийски морски биолог Джон Хупър (John Hooper) да напише, че *„Водните гъби са най-добрите прахосмукачки на морето“*.

Поради примитивния двупластен строеж на тялото, водните гъби са отделени от учените в отделен раздел в зоологията, наречен Parazoa, който е поставен в основата на зоологическата класификация. На български език представката пара- (от гръцки Para-) означава извън, отвън, почти, около и др., което в случая показва, че водните гъби не са същински животни, а „почти или около животни“. Не само двупластният строеж на тялото показва техния



Много морски водни гъби имат форма на вази или чаши, на горния край на които се вижда отворът (оскулумът) на телесната (оскуларната) празнина



Схематичен разрез през тялото на различно устройени морски водни гъби, показващ усложняването на каналната система в тялото на животните и увеличаването на броя на хоаноцитите

примитивен характер. Подробното изучаване на вътрешния им строеж установява по-късно, че те са лишени от цели системи и органи, характерни за многоклетъчните животни. При тях липсват специализирани нервна, кръвоносна, полова и дихателна системи и органи и почти всички жизнени функции се изпълняват от посочените вече мезенхимни клетки в тялото им. Тези особености правят водните гъби уникални в животинското царство. Учудващи са например описаните експерименти с водни гъби, които доказват, че при раздробяване и прекарване на тялото на някои водни гъби през цедка, след известно време клетките им отново се събират и възстановяват нова водна гъба! Тези и други подобни изследвания и експерименти върху регенеративните способности на водните гъби са дали основание на палеонтолога г-р Пол Морис (Paul Maurice) да заяви: „Колкото по-отблизо изследваме дори най-простите ор-

ганизми, толкова повече забелязваме колко сложни са в същност те“.

Широкото разпространение и заселване на водните гъби както в морските, така и в сладководните водоеми се улеснява от техните щедрите размножителни способности. Те могат да се размножават безполово, така и по полов път. Безполовото размножаване е чрез пъпкуване от майчиното тяло и също се осъществява по 2 пътя – чрез външно пъпкуване и вътрешно пъпкуване. При благоприятни природни условия – положителни температури, достатъчно храна и гр., върху тялото на водната гъба се образуват (пролиферират) една или повече външни пъпки, наподобяващи по строеж майчиното тяло, които след нарастване се откъсват от майката, закрепват се за дънния субстрат и дават началото на нова гъба. През по-студените есенни месеци обаче, главно сладководните гъби образуват и т.н. вътрешни пъпки или гемули. Те се обра-



Спонгинов скелет на морски водни гъби, продавани до неотдавна и нас под името „Сюнгер“

зуват в мезоглеята и представляват малки телца, обвити със здрава двойна обвивка и съдържащи различни мезенхимни клетки – амебоцити, склеробласти, миоцити, запасни хранителни вещества и др. През студените зимни месеци възрастните гъби загиват, но устойчивите гемули падат на гъното и с водните течения се разнасят в природата. А през пролетта от тях „възкръсват“ нови индивиди, които започват нормален живот и обикновено външно пълкуване. Този начин на размножаване чрез гемули се осъществява само при гъби, живеещи на дълбочина до 10 м. във водоемите и подложени на екстремни зимни температури.

Своеобразно е и половото размножаване при сладководните гъби, тъй като те нямат специализирана полова система, но са разделнополови. И в този случай важна размножителна роля имат мезенхимните клетки в мезоглеята и главно т.н. амебоцити. В

мъжките водни гъби от тези клетки се образуват подвижни мъжки полови клетки с опашки, наподобяващи сперматозоидите при по-висшите многоклетъчни организми, а в мезоглеята на женските водни гъби от подобни клетки се образуват женски полови клетки. При настъпване на времето за полово размножаване мъжките полови клетки или сперматозоиди напускат мезоглеята на родителите си, чрез активни движения и с помощта на водния ток на-

пускат и майчиното тяло и навлизат през порите и страничните канали в тялото и мезоглеята на женските индивиди, където се извършва оплождаването на женските клетки. В мезоглеята започва и бразденето на оплодените клетки, в резултат на което се получава малка подвижна ларва, наречена паренхимула. След време и тя напуска майчиното тяло, плува известно време във водоема, прикрепва се към гънния субстрат и дава начало на нова водна гъба.



Гъбата Венераина кошничка (Euplectella aspergillum) е между най-красивите прозрачни морски гъби и според японската митология се подарява на младоженци за вечна вяност



Нептуновата чаша (Poterion neptuni) достига до 1.5 м. височина и диаметър на чашата до 50 – 60 см.

Илюстрации: Интернет

От разгледаните, макар и накратко, особености в строежа и биологичните функции на водните гъби се вижда, че те всъщност са доста сложни както в структурно, така и в биологично отношение водни организми, въпреки обявяването им за примитивни „паразитни“ животни в зоологическата класификация. Тяхната екологична функция и значение във водните екосистеми все още не са достатъчно изяснени и оценени от съвременната наука и в някои по-стари учебници и ръководства даже може да се прочете че те „нямат особено практическо значение“. Но само ролята им на „биологически филтратори“ и „морски прахосмукачки“, която бе спомената по-горе, заслужава много по-задълбочено опознаване и оценка на тяхната екологична роля и значение в природата. През настоящата година холандски и канадски учени показаха, че морските гъби перио-

дически „самоочистват“ своите канали и оскуларна празнина от вредни вещества чрез отделяне и „издухване“ на специална слуз във водната среда, която се използва за храна от гребни морски риби, живеещи в съжителство с тях. В последните години по-задълбочени изследвания върху водните гъби от химици и фармацевти показаха, че те са носители и на важни химически компоненти и съединения, които имат значение за медицината. Вече съществуват публикации, че от водни гъби е изолирано вещество, наречено Неопелтолид (Neopeltolid), което има инхибиторен ефект върху ракови клетки. А с какво още ще ни изненадат слабо познатите водни гъби в близко бъдеще предстои да научим от изследванията, които все повече обръщат поглед и внимание и към изучаването на тази огромна, но все още слабо позната група морски и сладководни организми. ■

Човекът и шимпанзето – какво ни свързва и разделя?

Драгомира Николова

Шимпанзетата са най-близките живи роднини на хората. Двете са част от семейството на хоминидите (*Hominidae*). Както външният вид, така и поведението показва реди сходства, които навяват мисълта за общ произход. Такъв наистина има, но е доста далеч назад във времето. Всъщност дивергенцията (раздалечаването) между предците на човека и шимпанзето започва преди приблизително 6,5 – 7,5 милиона години. А днес, с напредъка на генетиката, особено интересно е да се определят генетичните елементи, които разграничават хората от шимпанзето и всъщност кодират особеностите на човешката физиология и умствени способности.

След разминаването на нашите предци, геномите на човека и шимпанзето претърпели множество промени, включително единични нуклеотидни замени, делеции (изтривания) и дублиране на ДНК фрагменти с различен размер, вмъкване на транспозони (ДНК-секвенция, която може да се движи в рамките на генома) и хромозомни пренареждания (премествания на фрагменти между човешките хромозоми). Специфичните за човека единични нуклеотидни замени съставляват 1,23% от човешката ДНК, докато по-дългите делеции и инсерции (вмъквания) са ~ 3% от нашия геном. Освен това много по-висок дял заемат хромозомните инверсии и транслокации, включващи няколко области с дължина от няколко мегабази (Mb – единица за дължина на генетичния материал) или дори цели хромозоми. Повечето промени са ста-

нали на ниво регулиране на експресията (експресията означава проявление на гена, активност на гена), което от своя страна провокира по-големи промени в регулаторните мрежи. В този кратък материал са представени някои основни генетични различия между хората и шимпанзетата и потенциалните им функционални въздействия върху анатомичните, физиологичните и когнитивните особености на двата вида.

Трудна задача е да се изчисли количествено точния процент на разликите между човешкия геном (съвкупност от гени) и този на шимпанзето. При по-ранни изследвания разликата между двата генома е изчислена на приблизително 1%. Тази оценка се основава на сравнението на протеинкодиращите последователности и не взема предвид некодиращата част на ДНК (онази част от ДНК, коя-

то не кодира протеини). Въпреки това идеята за 99% сходство на геномите продължава дълго време, чак до 2005 г. Тогава при секвениране се оказва, че разликите в единичните нуклеотидни замени са около 1,23%, а по отношение на делециите и инверсиите – около 3%.

Освен това, с течение на времето са се извършвали и промени в кариотипа (съвкупност на хромозомите), като големи хромозомни инверсии и транслокации (размествания и пренареждания), обхващащи няколко мегабазови хромозомни области или дори цели хромозоми.

Човешкият кариотип е представен от 46 хромозоми, докато този на шимпанзето – от 48 хромозоми. Като цяло и двата кариотипа са много сходни. Въпреки това има голяма разлика по отношение на човешката хромозома 2. Тя е възникнала поради сливане на две прародителски хромозоми, съответстващи на хромозоми 2a и 2b при шимпанзето. Открити са и значителни перичентрични инверсии (включват и центромера на хромозомата) в девет групи хромозоми, както и по отношение на хетерохроматиновите райони (по-уплътнен хроматин) на някои автозоми (хромозомите от 1 – 44) и У-хромозомата (една от двете полови хромозоми).

По-голямата част от хромозомите на шимпанзето съдържат субтерминални конститутивни хетерохроматинови блокове (SCB), които отсъстват при човешките хромозоми. Тези SCB се откриват също и при африканските големи човекоподобни маймуни, но не при хора.

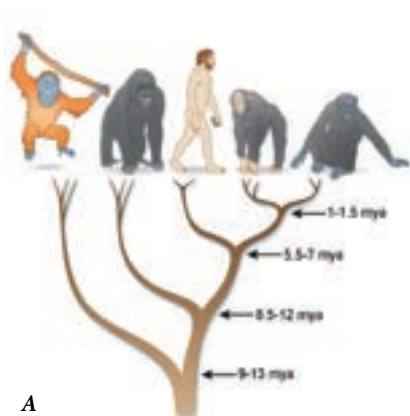
Изучаването на половите хромозоми също разкри няколко особени черти. Има няколко региона на хомология между X и Y хромозоми, така наречените псевдоавтозоми региони (PaRs), които най-вероятно са възникнали поради транслокация на ДНК от X към Y хромозома. Терми-



Драгомира Николова е молекулярен биолог със защитена докторантура в областта на онкогенетиката. Преподавател по „Медицинска генетика“ към Медицински университет – София. Специализирала е различни методи на генетичен анализ на човешкия геном в Лаборатория по молекулярна медицина в Токио (Япония), както и биоинформатичен анализ в Лаборатория за анализ на геномни данни в институт Сан Рафаеле, Милано (Италия).

нът „псевдоавтозомално“ означава, че тези райони могат да действат като автозоми, като участват в рекомбинация между X и Y хромозоми. PAR1 е регион с дължина 2,6 Mb, разположен в края на късото рамо на Y хромозомата. PAR2 е 330 kb дълга последователност, разположена в края на дългите рамена на X и Y хромозомите. PAR1 е представен в геномите на много бозайници, докато PAR2 е типичен само за човека.

Инсерции, делеции и вариации в броя на копията. Неактивните презаписани копия на гените се наричат псевдогени. При човека те са около 200, а при шимпанзето – около 300. Повечето от тях са копия на рибозомални гени, които съставляват около 20% от псевдогените. Според други изследвания, броят на процесирания псевдогени е между 1500 при шимпанзето до 1800 при човека. Докладвани са още и 6 гена, които



А



Б

А. Дивергенция на човекоподобните маймуни. Б. Шимпанзе

при човека са с потисната експресия (т.нар. мълчаливи или неактивни гени) и 134 с повишена (активни) в сравнение с геномите на големите маймуни, като шимпанзето (*Pan troglodytes*), бонобо (*Pan paniscus*), горилата (*Gorilla gorilla*) и орангутана (*Pongo*). При човека, например, са амплифицирани (с увеличен брой копия) гените за функциите на централната нервна система (ЦНС). Тези гени кодират NAIP (невроналния апоптозен инхибиторен протеин), SLC6A13 (транспортера на гама-аминобутировата киселина (GABA)), KIAA0738 (транскрипционен фактор, експресиран в мозъка), ARHGEF5 (гуанин обменен фактор), ROCK1 (Rho-зависима протеинкиназа), както и членовете на гр. генни семейства: ARHGEF, PAK, RhoGAP и USP10 (убиквитин специфична протеаза), асоциирана с различни форми на умствено изоставане. В сравнение с хората, шимпанзетата имат повишен брой копия на 37 гена и намален при 15 гена.

Друго проучване е фокусирано върху последователности, съхранени при шимпанзетата и други примати, но слабо представени при хора (т.нар. hCONDELs). Сравнение на геноми от човек, шимпанзе и макак разкри 510 консервативни региони, изтрети при хора,

като всички те представляват некодиращи протеини секвенции поредици с изключение на CMAHP гена. Идентифицираните hCONDELs се разполагат в близост до гени, свързани с невроналната сигнализация или сигнализация посредством стероидни хормони.

Големи различия се откриват и при транспозонните елементи (TE). Това са последователности от ДНК, които в еволюцията променят местоположението си. Броят на тези елементи при човека варира от 8 до 15 000 копия. Установено е, че хората имат приблизително два пъти повече уникални транспозонови елементи, отколкото шимпанзето. От момента на дивергенцията на двата вида, най-активните транспозонови групи са Alu, LINE1 и SVA, които са 95% от видоспецифичните инсерции. Най-многобройни са Alu елементите, които са причина за около 5000 специфични инсерции в генома на човека. Някои семейства Alu-повтори са идентични при човека и шимпанзето (AluS, AluYg6), а други – специфични за шимпанзето (Alu Y, AluYc1) и за човека, респективно (AluYa5 and AluYb8). Транспозоновите инсерти могат да играят важна роля в специализацията на вида. Те съдържат регулаторни елементи как-

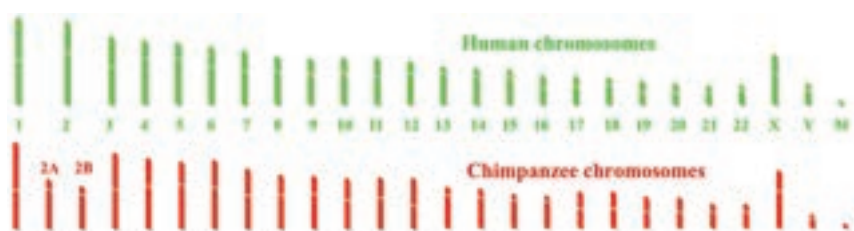
то и сигнали, с които контролират и регулират генната експресия. Приблизително 34% от всички видовоспецифични транспозони при хората и шимпанзето са разположени близо до известни гени. Допълнително, те могат да се инсертират (вмъкват) в самите гени чрез рекомбинационни събития с техните копия. Тези събития потенциално могат да предизвикат фенотипни промени (външно да се изявят).

Единичните нуклеотидни замени съставляват 1.23% от човешкия геном. В човешките популации около 86% от всички единични нуклеотидни замени са фиксирани, а около 14% са полиморфни (вариабилни). Според изчисленията, разликите в нуклеотидните секвенции между човека и шимпанзето са между 1% и 1.9% и касаят предимно X и Y хромозомите.

Протеинкодиращите секвенции между двата вида са идентични на 99.1%, а в 2/3 от случаите протеинкодиращите гени са напълно идентични. Шимпанзето обаче има повече гени, които претърпяват позитивна селекция от хората. След дивергенцията, **транскрипционните фактори** са най-бързо еволюиращата група гени, а при човека те имат 1,5 пъти повече аминокиселинни замени. След тях бързо се променят и гените, свързани с **невроналната функция**. Доказана е връзка между мутациите в транскрипционния фактор FOXP2 и

промените в речта, което посочва ролята на този ген за речта и развитието на езика. Установени са и точните аминокиселинни замени като Thr303Asn (треонин с аспарагин) и Asn325Ser (аспарагин със серин), които придават функционални различия. Мишки с въведен човешки FOXP2 ген демонстрират по-бързо запамятаване и заучаване. Тези мишки имат и по-различни допаминови нива от останалите, както и по-висока невронална пластичност в стриатума (субкортикален район на предния мозък).

При човека, в сравнение с човекоподобните маймуни, се развива генът за микроцефалин (MCPH1), свързан пряко с **развитието на главния мозък**. Мутации в този ген са свързани с тежки генетични болести, като микроцефалия (малка глава). В хода на човешката еволюция този ген е бил подложен на силна позитивна селекция. Друг ген, свързан с размера на мозъка, е ASPM (abnormal spindle-like microcephaly associated, MCPH5), при който е най-висока честотата на синонимни мутации. Някои репродуктивни гени са също сред най-бързо еволюиращите, като PRM1 и PRM2, кодиращи хистонови аналози в спермалните клетки, както и гени, свързани с имунитета и клетъчното разпознаване. Например, при човека се среща точкова мутация в T-клетъчния гама рецептор, при шимпанзето тази мутация липсва и техният ген е функционално нормален.



Кариотип на човек и шимпанзе



Дивергенция на човек и маймуни

Друга голяма група гени, които търпят основна промяна, са **обонятелните рецептори**. При двата вида броят на обонятелните рецептори е съизмерим, около 800, като 689 от тях са ортолози и при двата вида (имат общ произход и сходна нуклеотидна секвенция). И при двата вида обаче около половината от тях са загубили своята активност и са станали псевдогени. А 25% от активните гени-рецептори за обоняние са видо-во специфични. Това показва, че общият прародител е имал повече активни олфакторни рецептори от съвременните хора и шимпанзета.

Некодиращи секвенции. Те са основно важни за генната регулация. Анализите показват, че 96% от районите с най-висока гъстота на промени (HAR) се откриват именно в некодиращата ДНК. Най-голяма честота на HAR е установена при гена NPAS3 (neuronal PAS domain-containing protein). Той кодира транскрипционен фактор, свързан с развитието на мозъка. Всичките 14 NPAS3 HAR района имат регулаторни функции.

Определена фракция от некодиращата ДНК, която се променя в еволюцията при човека, но остава сравнително консервативна при останалите видове е наречена HACNs (human accelerated

conserved noncoding sequences). Тези последователности са свързани с функционирането на невроните, невроналната клетъчна адхезия (комуникацията между тях), както и с развитието на мозъка. Функцията им е да стимулират в еднаква степен развитието на мозъка и на крайниците и по-малко на сърцето. Досега са установени около 100 специфични за човека енхасери (последователности, които повишават функцията

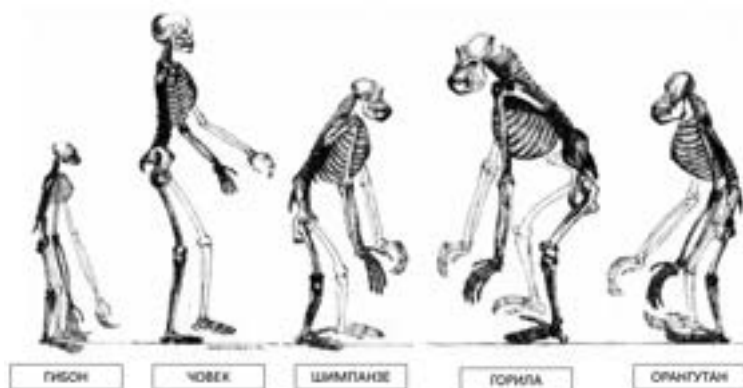
на гените), като един от тях се намира в района 8q23.1 и е свързан с развитието на болестта на Алцхаймер.

Транскрипционна регулация. Преди се смяташе, че разликите между човека и шимпанзето се причиняват по-скоро от промени в генната регулация, отколкото от разлики в протеинкодиращите райони (гени). Днес са установени и разлики в гени, повлияващи ембрионалното развитие и процеса на генна експресия.



Генетично сходство между човека и шимпанзето

Транскрипционно най-дивергентни между човека и шимпанзето са черният дроб и тестисите, а най-малко – бъбреците и сърцето. Чернодробните различия могат да се дължат на различна хранителна адаптация при двата вида. При тестисите това



Скелет на човека и човекоподобните маймуни

се обяснява с моногамното поведение на човека. На транскрипционно ниво почти не се откриват разлики у двата вида при функционирането на мозъка. Смята се, че по-силната регулация на сигналните пътища в мозъка е свързана с поведенчески и когнитивни разлики. Най-големите разлики в устройството на мозъка се наблюдават при фронталния лоб, например в експресията на гени от семейството KRAB-ZNF (които също кодират транскрипционни фактори). Максималната експресия на синаптичните гени в префронталния кортекс при човека е на 1 година, докато при шимпанзето и макаци – на 5 години.

Днес съществува консенсус, че както промените в генната регулация, така и мутациите в протеинкодиращите секвенции са причина за фенотипните разлики между хората и шимпанзетата. В тази връзка се използват комплексни биоинформатични модели за комбиниране на различни подходи с цел разкриване на основните генетични елементи, допринесли за човешката еволюция. Днес идеята е да се използват плурипотентни стволови клетки (с широка възможност да се диференцират в други клетки), в които да се въвеждат различни мутации с метода за генно редакти-

ране CRISPR-CAS, за да се открие „излата в купата сено“ или по-скоро „излите в купата сено“, които са довели до тази грастична промяна и появата на човешкия вид.

Друг подход е да се използват биоинформатични симулационни модели за изследване на протеинови взаимодействия, биохимични пътища, епигенетични и транскрипционни мрежи, променени протеинови структури.

Не на последно място, разликите досега са открити при сравняването на няколко цели геноми от двата вида. Геномното секвениране дава възможност да се открият разликите в геномното разнообразие на популационно ниво. Напр. от съвременната версия на човешкия референтен геном (използван за сравнение) липсват около 10% геномна информация. Шимпанзето също показва генетично разнообразие при отделните популации (отделните субвидове). При един анализ на 1000 генома от шведска популация се откриват секвенции, които досега не са били известни. Авторите ги наричат просто „Нови секвенции“ (NS, new sequences). 18 773 NS са установени при шимпанзето. Така че изследванията върху тези новооткрити секвенции при двата вида предстоят. ■

Иван Иванов, 2022. ХИМИЧЕСКИТЕ ПОСЛАНИЯ НА ЖИВАТА ПРИРОДА.

София, Издателство на БАН
„Проф. Марин Дринов“, 197 стр.

Васил Големански

Широкото навлизане на дигиталните технологии и медии във всички сфери на живота през последните десетилетия се отразява по различен начин на разнообразните човешки дейности. В много области те имат безспорно положителна роля и допринасят значително за човешкия прогрес и култура. Според мен обаче съществуват и сфери, главно от областта на образователната и просветна дейност, където те оказват известно задържащо влияние върху развитието на познанието и културата на обществото. Една от тези области безспорно е популяризацията сред най-широки обществени слоеве на научните открития и постижения в човешкото общество. В нашата страна през последните години също се забелязва тенденция за намаляване на издаването на сериозни научнопопулярни книги и списания в различни области на науката на български език, което заслужава специално внимание и предприемане на адекватни действия от страна на културните и образователни институции.

Появата през 2022 г. на новата научнопопулярна книга на нашия известен учен академик Иван Иванов е положителен знак за възраждането и активизирането

нето на научнопопулярното книгоиздаване у нас, което в последните години бе занемарено по различни причини. Тя е посветена на изключително интересния проблем за ролята и значението на химическата комуникация между живите организми на нашата планета и значението ѝ както за отделните видове, така и за съществуването на техните популации в природата. Авторът, химик по образование, дълги години работил в областта на молекулярната биология, умело разкрива появата и сложната еволюция на химичното общуване между живите организми както помежду им, така и с природната среда, което е мощен фактор за оцеляването им като отделни видове в сложната борба за съществуване.

След кратко въведение за възникването и еволюцията на химичната комуникация между организмите, където се поясняват и някои основни понятия и форми на тази комуникация при различните групи организми, авторът разглежда по-подробно проблема за феромоните като форма на любовни послания и ролята им за живота и съществуването на съвременните организми. На популярен език са разкрити и обяснени интересни

въпроси: кога са се появили феромоните; ролята на половите феромони за живота на организмите; значението им в еволюцията на различните групи организми и др.

Още една значима форма на химична комуникация между организмите, намерила достатъчно място на страниците на книгата, са миризмите и мускусите, техните химични структури и еманации, ролята им при различните групи организми и особено при съвременните бозайници и човека. Специално внимание е отделено и на химичните оръжия като средство за борба и защита при живите организми. Те са представени в няколко глави – „Смъртоносното оръжие на змиите“, „Отровата на скорпионите“, „Химическото оръжие на ципокрилите“ „Хищните растения“ и др.

Достойнство на книгата е и богатият илюстративен материал от 89 цветни фигури, химични формули, схеми, портрети на известни изследователи на химичната комуникация при организмите и др. Ще добавя и богатия литературен справочник от над 100 заглавия на основни трудове по проблемите на химичната комуникация, които позволяват по-задълбоченото запознаване на любознателните читатели с този интересен и перспективен научен и практически проблем.

Написана на лек и разбираем и за неспециалисти език, новата книга на акад. ИВ.



Иванов представлява интерес не само за химици и биолози, но и за много по-широк кръг специалисти – медици, фармацевти, еколози, природолюбители и др. Тя може да бъде използвана успешно и като ценно учебно помагало за ученици, кандидат-студенти и преподаватели от различни природни дисциплини, както и за широк кръг любознателни читатели. ■

НОВИНИ ОТ НАУКАТА

Европейски щъркели вече предпочитат да зимуват в Испания?



Бял щъркел (*Ciconia alba*) в полет

Европейските бели щъркели (*Ciconia alba*) отдавна са признати в Европа за емблематични предвестници на пролетта поради своето ежегодно и точно завръщане в родните си страни и места след дълга зимна миграция в Африканския континент. Те винаги се очакват с надежда и посрещат добре от местното европейско население, което грижливо пази техните гнезда по комините и високите стълбове и искрено се радва на техните новоизлюпени щъркелчета и грижи-

те на техните родители за тях. Обаче всяка есен, при настъпване на първите застудявания и липсата на достатъчно храна в Европа, щъркелите образуват малки красиви ята и в стройни редици напускат родните си места за преживяване на тежките зимни месеци в по-топлите африкански страни.

В последните години в Испания е констатирано едно ново явление в поведението на местните щъркели, което също ежегодно се повтаря и

даже мултиплицира: част от местните популации на щъркелите, предимно от южните райони, не напуска страната и остава да зимува по родните си места.

Основната причина за това странно поведение, установено предимно при възрастните щъркели, е не толкова регистрираното глобално затопляне на климата в последните десетилетия, колкото целогодишното наличие на храна за оцеляване и през зимните месеци. Испански еколози обръщат внимание, че в Испания през последните години нараства количеството на изхвърляните на обществени места храни, които щъркелите лесно откриват в селищата и техните покрайнини и в които редовно се хранят, вместо да обикалят ливади, обработваеми ниви и влажни зони в

търсене на насекоми, влечуги, земноводни, дребни бозайници и др. По данни на еколози от южният град Алкала де Хенарес, през 1970 г. в града е имало само около 10 ежегодно обитавани гнезда на щъркели. Петдесет години по-късно, през 2021 г., техният брой вече е нараснал на 109, те са били обитавани от 200 – 300 щъркели заедно с новоизлюпените. Това е довело и до значително намаляване на броя на мигриращите щъркели в Африка. По данни, публикувани в испанските и френски медии, около 70% от щъркелите в южните райони на Испания вече не мигрират на юг през есенните месеци, а остават в родните си места.

Интерес представлява и друг факт за зимните миграции на европейските щъркели, установен в последните години от испански и френски орнитолози и еколози. От много години през Испания и Гибралтар са преминавали миграционните пътища и на ята щъркели от Дания, Германия, Нидерландия и други северни страни. В последните години е доказано, че и някои от тях също остават да зимуват в Испания, а на следващата година дават и ново поколение, родено в тази страна. Установено е още, че новоизлюпените млади поколения щъркели проявяват по-силен „миграционен инстинкт“ в сравнение със старите местни щъркели и по-често се отправят към Африка, докато техните родители остават да зимуват в страната и вероятно по-трудно се решават на дългите и изморителни миграции към топлите страни.

*По публикации
на Агенция Франс Прес*



Токсичните метали – един нерешен проблем от древността до наши дни

Петър Остоич, Михаела Белчева

Днес токсичните метали са навсякъде около нас – присъстват в малки количества в атмосферата, почвите и сладководните водоеми, в Световния океан, в растенията и животните, дори в храните. Част от тях присъстват естествено в екосистемите от милиони години – все пак минералите, съставляващи земната кора, съдържат около 25% метали.

Човешката дейност обаче води до освобождаването на допълнителни количества от тях, предизвиквайки както локални, така и глобални замърсявания. Това е следствие както от рудодобива и металургичните процеси, така и от изгарянето на изкопаеми горива, а понякога – и от нехайното управление на опасните отпадъци. Пример за глобално замърсяване е живакът – през 2014 г. е изчислено, че Световният океан съдържа около 120 хиляди тона от този токсичен метал, като по-голямата част от тях са следствие от човешката дейност през последните две столетия. Както при много други екологични проблеми, най-добрият подход срещу разпространението на тежките метали в природата е предотвратява-

нето на тяхното освобождаване още на изхода – при отделянето им вследствие на различни производствени процеси, при изгаряне на горива и др. Веднъж изпуснат, „духът от бутилката“ не може да се

върне обратно. Металите и техните съединения се включват в кръговрата на веществата в екосистемите и циркулират в продължение на десетилетия – детоксикацията на замърсени райони е сложна и трудоемка, а в определени случаи и невъзможна.

И все пак – кои са токсичните метали и какво ги прави опасни за живите организми? Някои токсични метали, в малки количества, са абсолютно необходими за поддържане на живота. Това са т. нар. микроелементи. Такива са ме-

гта (Cu), необходима за синтеза на червените кръвни телца – еритроцитите и **цинкът (Zn)**, който се съдържа в множество ензими, някои от които участват в изграждането на имунната система, а други – в процесите на клетъчно делене и в „поправката“ на увреждания в ДНК. В големи количества обаче и двата метала предизвикват отравяне. Недостигът или излишъкът им води до нарушения в обмяната на веществата. При дози над 30 милиграма на килограм телесна маса при хора, медта води до чернодробна цироза и поражения в мозъка и бъбреците. В много големи дози цинкът може да доведе до анемия. Други метали нямат биологична роля във функционирането на организма и са токсични дори в минимални дози. Такива са **оловото (Pb)**, **кадмият (Cd)**, **арсенът (As)**, **талият (Tl)**, **живакът (Hg)** и някои органични съединения на **калая (Sn)**. Това обосновава забраните за поемането им дори и в малки количества. Понякога погрешно се счита, че само „тежките метали“ (метали с високо атомно тегло и относителна плътност) са токсични. Това обаче не е вярно – сред най-опасните химични елементи е **берилият (Be)**, който е много лек; **алуминият (Al)** и **литият (Li)** също водят до отравяне в големи дози. Дори благородните метали могат да бъдат смъртоносни. **Среброто (Ag)** в големи количества води до „сребърна болест“ (аргирия), при която кожата потъмнява. Въпреки слабата си разтворимост, **златото (Au)** може да



Римски оловни водопроводни тръби от времето на император Веспасиан

унищожи костния мозък. По отношение на такива елементи е добре да си спомним гумите на великия ренесансов лекар и алхимик Парацелз, който казва „дозата прави отровата“. В малки количества някои от изброените метали са жизнено необходими, а в големи застрашават живота.

Откога знаем за тази опасност? Отговорът е смайващ – откакто възниква писмеността в края на бронзовата епоха. Още с древноегипетски йероглифи е записано, че раните, нанесени с медно или бронзово копие заздравяват трудно. Най-страшен пример за отравяне с токсични метали е съдбата на древните римляни. След разгрома на Картаген от римляните (201 г. пр. Хр.) легионите на Републиката превземат по-голямата част от Иберийския полуостров и подчиняват местните племена. В земите на днешна Андалусия римляните откриват един от източниците на картагенската мощ – златни и сребърни рудници с недвижани дотогава мащаби. За съжаление, иберийските руди са много богати и на олово – метал, който



Гл. асистент Петър Остоич е бакалавър по биохимия и клетъчна биология от университета „Якобс“ в Бремен, Германия (2006 г.). Магистър по радиационна биология (UCL, 2007 г.), бивш служител на френския Комисариат по атомна енергия (CEA), 2007-2008 г. Доктор по екология, работи в Института по биоразнообразие и екосистемни изследвания към БАН



Доц. g-р Михаела Белчева завършва Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. През 2004 г. защитава докторска теза по „Екология и опазване на екосистемите“ в Институт по зоология при БАН, чийто наследник е настоящият Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания.

римляните получават, но отначало не знаят как да употребят. В своята „География“ Страбон пише за купищата „сребро, желязо, калай и олово“ които тези земи дават. Много скоро римляните започват да употребяват оловото за производство на покривни плочи и тръби – водостоци, водопроводи. А след като го смесят с киселина, добиват оловен ацетат, използван тогава за подслаждане на вино и гроздов сок. Скоро, подобно на проклетие от унищожения Картаген, римляните са застигнати от тайнствена болест, която те наричат „Сатурнова погазра“ – болки в костите, халюцинации, изблици на ярост, анемия и накрая смърт. Засегнати са както реговите римски граждани, така и аристократи. Счита се, че от болестта е страдал и известният със своята избухливост и ексцентричност император Калигула. Мнозина си отиват от този свят едва 30-годишни. Днес знаем, че това е било оловно отравяне. „Сатурновата погазра“ покосява наред „цвета“ на Рим, пише професорът от Мичиган (САЩ) Джером Нриагу (Jerome Nriagu), автор на книгата „Олово и оловни отравяния в Античността“ (1983). Счита се, че оловното отравяне е един от основните фактори, допринесли за края на Западната римска империя.

Знаели ли са древните римляни за вредите от оловото? Някои източници показват, че са се досещали. „Бащата на архитектурата“ Витрувий (80 – 15 г. пр. Хр.) пише, че най-добрата вода за пиене е гъждовната, а единствените водопроводи, които трябва да се строят, са от глинени тръби. Въпреки това, оловни водопроводи са изградени още дълги векове – акведуктът на Мария Медичи в Париж (1623 г.) е с оловни тръби; по подобен начин са построени и фонтаните в двореца Версай (1668 – 1689г.).

Какво се случва с токсичните метали след древността? В края на Ренесанса лекарите започват да използват разтвори на мед, олово и кадмий за лечение на инфекциозни болести. Въпреки че рядко водят до пълно оздравяване, тези приложения облекчават симптомите, както знаем днес, поради бактерицидните свойства на металите. На 5 декември 1791 г. във Виена на 35-годишна възраст умира композиторът Волфганг Амадеус Моцарт. Погребан е в масов гроб и аутопсия (нещо извънредно рядко в онези години) няма. Въпреки това моментално тръгва мътва, че е отровен от своя конкурент, композиторът Салиери. Тази легенда вече не се приема сериозно, а вероятната диагноза на Моцарт е бъбречна недостатъчност. Днешните изследователи считат, че най-вероятно първопричината е инфекция, но е известно също така, че композиторът се е самолечувал през целия си живот с лекарства, съдържащи метала **антимон (Sb)**, чиято токсичност наподобява тази на арсена и може да доведе до петна по кожата и нефропатия. Каквато и да е истината, светът губи един гений, а медицината печели още един неразрешен спор.

Проблемът с токсичните метали се разраства като мащаби през индустриалната епоха. Все повече хора са изложени на ефектите на оловото. То присъства навсякъде: в печатниците (където линотипите работят с разтопено олово), в металургията, стъкларството, а и в самия въздух на промишлените градове. Железни руди, съдържащи олово, арсен и кадмий, се топят в гигантските доменни пещи и леярни на Шефилд, Манчестър, Бирмингам, Ливърпул, Лийдс и Ковънтри, където постоянният смог, пренаселеността, бедността и изтощението правят човешкия живот груб,

мъчителен и кратък. Манчестър, през 1700 г. селище с една църква и 9 хиляди жители, през 1850 г. е вече град от над един милион души. Реката Ъруел, която минава през центъра му, на практика остава лишена от живот до 50-те години на XX век вследствие на замърсяването. През индустриалната епоха навлиза широко употребата на три токсични метала: **хром (Cr)**, **никел (Ni)** и **молибден (Mo)** като легиращи елементи в стоманата. Освен това оловото, кадмият и медта намират приложение в органични и неорганични багрила и пигменти. През 1842 година британският социален реформатор Едуин Чадуик (Edwin Chadwick) публикува своя „Доклад за санитарните условия на трудещото се население във Великобритания“, в който установява, че средната продължителност на живота на работниците в индустриалните градове не надвиша-



Парацелз, който казва, че „дозата прави отровата“



Индустриалната революция е съпътствана от безмилостно замърсяване на околната среда в раждащите се промишлени центрове

ва 20 години. Основна причина за това са лошите условия на труд, включително липсата на контрол върху вредните вещества. Индустриалната епоха ни е оставила и нещо положително, свързано с токсичните метали – през 1907 година на базата на арсена Паул Ерлих (Paul Ehrlich) създава съединението арсфенамин (Салварсан), което се превръща в първия ефикасен лек за болестта сифилис. На практика това е първият синтезиран антибиотик, предшестващ пеницилина и сулфонамидите с над десетилетие.

Съвременните проблеми с токсичните метали са свързани с тяхното освобождаване в околната среда и въздействието им върху хората, както и въобще върху живите същества. През

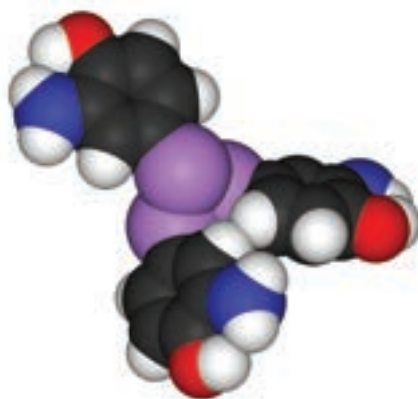
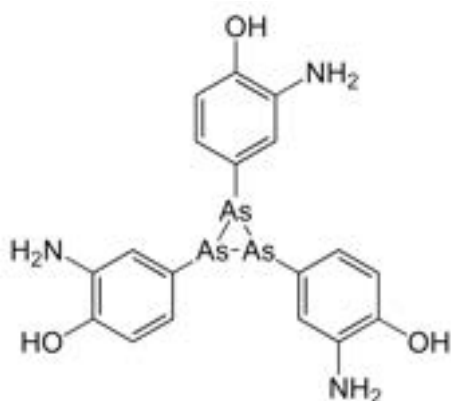
1956 г. в следвоенна Япония се появява болестта „Минамата“, характеризираща се със симптоми на невротоксичност – болки, атаксия (нарушения в координацията и равновесието), парализа, психотични симптоми. Установено е, че заболяването се появява като следствие от изхвърлянето на привидно безвредни количества метилови и сулфатни съединения на **живака (Hg)** в залива Минамата от химичния концерн „Чисо“. За съжаление, органичните съединения на живака се натрупват в организма на мидите и рибата в процес, известен като **биоаккумуляция**. Открито е, че морските деликатеси в залива Минамата съдържат над 100 пъти предельно допустимите нива на живак, открити в незамърсени участъци на Японско

море. В резултат на болестта „Минамата“ са починали 2265 души, като много други са останали с трайни увреждания. В тази връзка са и думите на бащата на съвременната екология Юджийн Одум (*Eugene Pleasants Odum*), който казва: „Възможно е да освободим в природата привидно безвредно количество замърсител, но да го получим обратно в смъртоносен пакет“.

В XXI век в развитите страни законите и мерките срещу освобождаването на токсични метали в околната среда са строги. Въпреки това проблемът отказва да изчезне. Дори в богатите държави опасността не е отминала – пример за това е замърсяването с олово на питейната вода в град Флинт (Мичиган, САЩ) установено през 2014 г. В страните от Третия свят положението е катастрофално. Пример за това е добивът на злато в откритите рудници в Нигерия, при който се освобождават огромни количества олово във водоемите. Такива са и кобалтовите мини в Република Конго, които осигуряват 70% от световния

кобалт, но използват детски труд и замърсяват необратимо околната среда с отровни метали.

За съжаление, световният „глад“ за кобалт нараства, тъй като той е един от основните компоненти на литиевоионните батерии, които са навсякъде днес – от мобилните телефони до електрическите коли. Това ни отправя към последния назряващ и все още без решение проблем в нашия разказ: **литиевоионните батерии**. Освен литий и кобалт, те съдържат алуминий, мед и понякога никел. Днес те са повсеместни и употребата им нараства със светкавични темпове заради все по-широкото навлизане на електрическите коли в бита на хората. Но какво ще стане с амортизираните батерии? По какъв начин ще се съхраняват и рециклират тези изключително опасни отпадъци? Както отбелязва британският вестник „Гардиън“, за момента няма технология за рециклирането на този тип акумулатори. Веднъж отворена, литиевоионната батерия може да се самоzapали или да



Молекулярната структура на първия антибактериален препарат арсфенамин (Салварсан)



Детски труд в кобалтова мина в Република Конго, 2016 година



Литиевойонните батерии са основа на електромобилната революция

експлодира, освобождавайки токсични метали в околната среда. И така, в зората на XXI век, човечеството отново

навлиза в период, в който въвежда технологии, които решават някои проблеми, но създават нови. Затова и токсичните метали остават все още нерешен проблем – от древността до наши дни. В последните години учените от различни сфери на познанието работят все по-усилено върху използването на природни материали и синтетични продукти, както и разработване на методики, свързани с извеждането на токсичните елементи от кръговрата на веществата в екосистемите. Възможностите в това отношение са много и има добри перспективи както по отношение на извличането им от почвите и водите, така и чрез прилагане на продукти за директна детоксикация на живите организми с прилагане на различни сорбенти, действащи на йонообменен принцип. Бъдещето ще покаже ефективността на тези методи, а засега резултатите са оптимистични.

Тази работа беше подкрепена по проект от фонд „Научни изследвания“ (ФНИ), Министерство на образованието и науката Проект № КП-06-Н44/З. ■

Огромни инвазивни питони живеят във Флорида

В началото на юни 2022 г. американски списания публикуваха съобщения и снимки за улавянето на огромен азиатски питон в заблатени влажни зони в южния щат Флорида (САЩ). Специалистите го идентифицирали като Азиатски или Бирмански питон, чието научно име е *Python bivittatus*. Неговите размери били наистина впечатляващи – дължина на тялото 5.4 м и тегло 97 kg! Влечугото било открито и уловено по-точно в райо-



Уловеният Бирмански питон, носен от сътрудници от Природозащитната служба на Флорида

на на известния Национален защитен парк Everglades, чрез използването като примамка на друг по-дребен питон. Уловеният гигант се оказал полово зрял женски екземпляр, в който при дисекцията били открити огромен брой яйчни фоликули (над 120), готови след оплождане да дадат начало на нова многобройна популация на вида в САЩ.

Родината на Бирманския питон, известен още като Тъмен или Тигров питон, е Североизточна Азия. В родината си той достига също огромни размери – до 6 м. дължина и живее средно около 20 г., но един екземпляр е живял в зоопарк и до 28 г.! Според зоолозите той се нарежда между 6-те най-големи змии в света. Предпочита и обитава влажни и заблатени места, обрасли с трева, редки дървета и храсти. Отличен плувец, той често навлиза и във водите на блатата и разливите, за да лови жертвите си. А те са твърде разнообразни – земноводни, влечуги, птици и бозайници, между които даже и дребни сърни.

В САЩ Бирманският питон е внесен вероятно случайно като „домашен любимец“ през 70-те години на миналия век. Попаднал по-късно в природата, (случайно или умишлено?), той се адаптирал успешно към топлия влажен климат на Флорида и започнал да се размножава и разселва в природата. Скоро започнал да нанася и вреди като всеяден

хищник и станал известен и с народното име „американски алигатор“.

Тъй като инвазивният Бирмански питон нанася значителни вреди на естественото биоразнообразие на Флорида срещу него вече се води активна борба за намаляване на популацията му. С цел ограничаване на размножаването му е разработен и интересен начин за по-лесно откриване и улавяне на полово зрелите женски питони в природата. Това става чрез имплантиране на GPS устройства в тялото на мъжки питони, които пуснати във влажните блатисти райони на Флорида по-лесно откриват и „посочват“ местата на възрастните полово зрели женски индивиди. Според д-р Сара Фънк (Dr Sarah Funk), биолог от Службата за защита на дивата природа на Флорида, улавянето и ограничаването на много плодовитите женски питони е много важно за ограничаване на вредното въздействие на този инвазивен вид в дивата природа на Флорида. Д-р Фънк съобщава още, че например за улавянето на рекордния женски питон, описан по-горе, е бил използван по-дребен (3.7 м.) мъжки питон на име Дион, който послужил като „стръв“ за улавянето на гигантската женска със стопиците потенциални нови питони в нея.

По Live Science

Брагатата улулица – древен гост в плейстоценските гори на България

Златозар Боев

В тази статия ще разкажем за първата находка на *Strix nebulosa* от късен плейстоцен, открита в Девешката пещера с възраст около 70 000 г. Тя е първото доказателство за

целия Балканския полуостров, че видът се е срещал и тук. Находката е десетото палеоорнитологично свидетелство и регистрира най-южната точка от разпространението на брагатата сова в Европа и цялата палеарктична област, която обхваща северна Евразия и северна Африка.

Брагатата улулица (*Strix nebulosa*) е четвъртият по големина вид в разреда на совоподобните птици (Strigiformes). Тя е и един от няколкото вида с толкова широко холарктично (в северна Евразия и северна Северна Америка) разпространение. Въпреки това, в съвременната природа на България и Балканския полуостров, както и в по-голямата част от Европа, този вид не се среща. От европейските държави само две (Финландия и Русия) могат да се похвалят, че този величествен властелин на тайгата обитава техните гори.

Любопитно е, че преди около четвърт век находката бе предварително съобщена като *Strix aff. nebulosa* (т. е. улулица, подобна на брагатата). Поради отсъствието на необходи-

мия сравнителен колекционен материал тя остана повече от две десетилетия недоопределена. Едва в последните две години се удаде възможност това интересно изследване да бъде завършено с категоричното определяне на въпросния първи шиен прешлен (атлас) като принадлежащ на брагатата улулица.

Всъщност какво представлява находката от Деветашката пещера? Това е един почти напълно запазен първи шиен прешлен (атлас или епистрофей) на възрастен индивид, събран през 1996 г. от екипа на археолога доц. проф. Стефка Иванова от Националния археологически институт с музей при БАН. Той произлиза от среднопалеолитните отложения в пещерата, датирани ок. 70 000 г.

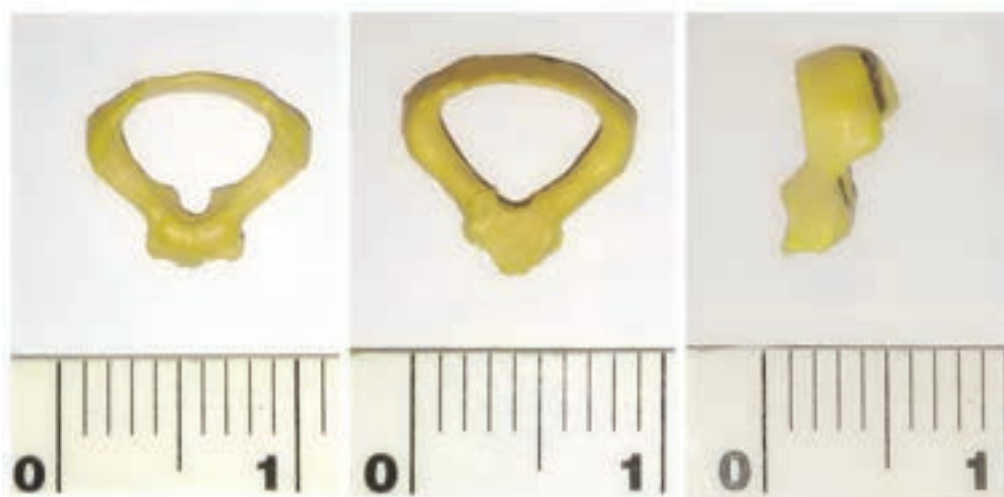
Както е добре известно, Деветашката пещера е най-голямата пещера в България. Тя се намира се на 2 km южно от с. Деветаки (Област Ловеч) на около 140 m н.в. Дължината ѝ е 2442 m, а площта ѝ е 20 400 m². Пещерата е била обитавана продължително време през палеолита и неолита. Най-вече поради тази причина, основно сред кухненските остатъци от храната на гревните ѝ обитатели, в нея са открити костни останки от общо 136 таксона на птици, представени с най-малко 100 вида. Това представлява над 1/4 от съвременната орнитофауна на страната. Цялата тази информация е извлечена от 4078 костни останки. С това тяхно изобилие, Деветашката пещера се превръща в птичето находище с най-разнообразния състав в България. Пещерата е уникална и с още нещо: В нея „бореалният орнитокомплекс“ е най-добре представен в България. Тук са установени такива бореални (северни) представители на тайгата и тундрата като лещарката, евроазиатският тетреф, глухарът, пернатоногата кукумявка, блатната сова, снежната яребица, врабчовата кукумявка, червеношият гъска, черната потапница, потапницата звънарка и гр.

Да представим и самата находка! Както знаем, атласът е специализираният първи шиен прешлен в гръбначния стълб, осъществяващ връзката на черепата със скелета на туловището. Зато-



Брадата улулица (Strix nebulosa).
По: Peterson (1957)

ва той е силно диагностичен и много специфичен при всички птици. Находката от Деветашката пещера беше сравнена със съответните прешлени на екземпляри от шестте най-големи сови в Холарктика. Дори само общият поглед върху морфологията и размерите насочва към много голяма сова. Прешленът силно наподобява атласния прешлен на горска улулица (*Strix aluco*), бухал (*Bubo bubo*) и други големи сови. В сравнение с бухала, атласът на брадатата улулица се различава по своята по-малка ставна повърхност за тилния кондил и по-тясната ямка между двата клона в основата на прешлена. Формата на дъгата на прешлена е по-скоро триъгълна, отколкото овална, както е при бухала. Сравняваният образец се



Находката от Деветашката пещера – първи шиен преилен (атлас). Сн.: З. Боев

отличава и от уралската улулица (*Strix uralensis*) по същия начин, както от бухала, но е със значително по-големи размери. Различава се от снежния бухал (*Bubo scandiacus*) по по-малката кондиларна ямка и по-добре развитите задни ставни израстъци. Находката наподобява на горската улулица (*Strix aluco*), но е значително по-голяма. Тя има и по-дълги ставни израстъци както при всички видове в рода *Stix*.

Всички сови от рода *Asio* са много по-малки по размер. Останалите палеарктични сови (сред които са и рибоядните бухали от род *Ketupa*) отпадат от „подозренията“ ни поради тяхната метрична или екологична несъвместимост. В този метричен диапазон няма друга голяма сова, освен *Strix nebulosa*. Сравнението с прешлена на брадата улулица показва пълно съвпадение.

Какво знаем за миналото на брадата улулица? – Много малко. Фосилните находки на *S. nebulosa* са изключително

редки. Досега са известни само 9 (девет!?) находища. Всичките са само в четири държави в Европа и всички са от плейстоцен, като повечето са от късен плейстоцен: Австрия, Чехия, Италия и Румъния. Три находища са известни и в азиатската част на Русия, разположени в пределите на съвременния ареал на вида – Северен Урал, Якутия и Алтай.

Тези девет находища определят и хроностратиграфския обхват на вида от ранен плейстоцен до съвременност. И българската находка попада в този обхват. Деветашката пещера е първото находище на брадата улулица на Балканския полуостров и най-южната точка на разпространението на този вид в плейстоцена на Европа и Палеарктика. Това е косвено доказателство за мащабните климатични и последвалите ги екологични промени в природната палеосреда през стадиялите на плейстоцена. В група една пещера в Северна България (пещерата Сухи Печ/Козарника)



Деветашката пещера – най-голямата в България, 02.09.2017 г. Сн.: З. Боев

през 1994 г. беше намерена една група емблематична северна сова – снежният бухал (*Bubo scandiacus*), доскоро наричан

бяла (свежна) сова. Добре, че времената с такъв свиреп климат отдавна са отминали! ■

ЛЮБОПИТНО

Емблематичната пеперуга – монарх
вече е защитен вид



Пеперуга Монарх (*Danaus plexippus*)

Един от най-популярните видове дневни пеперуги в Северна Америка безспорно е красивата многоцветна пеперуга, придобила световна известност под името Монарх. Научното ѝ име, дадено още от бележития френски зоолог Карл Линей през 1758 г., е *Danaus plexippus*. Пеперугата Монарх е обитавала и все още обитавва в огромни популации главно източната част на Северна Америка от горите на Южна Канада до Мексико, но е позната и в други географски райони и страни с топъл климат като

Австралия, Нова Зеландия, Виетнам и др., както и на Иберийския полуостров в Европа. Това, което я прави толкова известна и емблематична за Северна Америка, са ежегодните многомилionни масови миграции на възрастните крилати пеперуги всяка есен от Южна Канада и северните части на САЩ до Мексико и пролетното ѝ завръщане обратно на север в горите на Канада и САЩ за изхранване и размножаване. Облаците от милионите крилати пеперуги изминават 2 пъти ежегодно по 4000 км. В

двете посоки и с право се посочват като класически пример за далечни масови мигранти в много учебници и ръководства по зоология и екология в света. А през 2009 г. пеперуги Монарх участваха и в космически експерименти на Международна космическа станция с цел експериментално излюпване, какавидиране и развитие на възрастните крилати пеперуги в специални генерични космически инкубатори.

В последни години американски, канадски и мексикански учени констатирали прогресивно намаляване на мигриращите популации на Монарха. Те съобщават, че само през последното десетилетие това намаление се движи между 22% и 72% в сравнение с предишните десетилетия. А в сравнение с по-предишни години, например 1990 г., това грастично намаляване на популацията на север-

ноамериканските пеперуги е между 85% и 95%! По този повод д-р Ник Хадгас (Dr Nick Haddad) от Мичиганския университет заключава: *„Много лесно е да предположим колко бързо тази пеперуга ще се окаже застрашена и от пълно изчезване“*.

Голяма част от американските учени – изследователи на числеността и ежегодните миграции на пеперугите Монарх считат, че то е резултат главно на климатичните промени, настъпили през последните десетилетия и на американския континент. Но други учени, напр. д-р Ема Пелтон (Dr Emma Pelton) от неправителствената организация *Herces Society* счита, че грастичното намаляване на числеността на популацията на пеперугата Монарх през последните години е резултат и на нарасналото използване на пестициди и хербициди на американския континент.

Поради високата численост на пеперугата Монарх на американския континент досега тя не е считана за уязвим или застрашен вид в САЩ. Но състоянието на вида вече е под системно наблюдение и контрол от експертите на Международния съюз за защита на природата (IUCN) и според информация на известното популярно издание *Nature Briefing* от 2022 г. и този вид вече е включен в Списъка на застрашените от изчезване видове насекоми в САЩ в категорията „Застрашен“ (*“Endangered” – “EN”*). Новият природозащитен статут на Монарха вече е своевременно отразен и във всезнаещата Уикипедия



По Nature Briefing

Посещение на Големия Бръшленски остров

Еберхард Унджиян

За радост на всички природолюбители през 2001 година бе обявена Защитена местност „Калимок – Бръшлен“ с обща площ към 600 кв. км. Тя обхваща няколко дунавски острова и бивши пространни крайречни блата, пресушени след 1952. По-късно там бе основано голямо рибно стопанство, за да се използват рационално природните дадености. Всичко това пък бе изоставено в хаоса на 1990-те. А днес, под защитата на Закона, е място, където Природата може – по-свободна от наместата на човека – да налага живот по своите правила.

Защитената местност включва седем селища между Русе и Тутракан, разположени близо до Дунава, както и Големия Бръшленски остров заедно с още шест по-малки, в това число и един новообразуван, още безименен. Бръшлен е един от значителните дунавски острови. Дълъг е около 4,5 и широк около половин км. Площта на островите е твърде променлива и затова е прието да се измерва при средни водостоежи на реката. На югозапад от Големия е разположен остров Малък Бръшлен. А дали статутът на Защитена местност ще спомогне за връщане на природното разнообразие каквото бе преди „индустриализацията“? Ще видим! Аз имах шанса

да познавам и документирам предишното състояние – преди 6 десетилетия – в началото на битността ми като завеждащ отдел „Природа“ при (тогава) Окръжен исторически музей

– Русе. Направих незабравимо проучване на острова, от което пазя документация и спомени.

Музеят нямаше кола, а автобусът ни остави по средата на шосето Русе – Силистра. С Иван Хаджииванов, препаратор в музея, нарамваме раниците и тръгваме пеша до село Бръшлен. Първата цел бе бюрократична – заверка на командировъчните в селсъвета. После вече можехме да се отправим към брега на Дунава. Там заварихме един беззъб



Панорама към Големия бръшленски остров при високи води на Дунава

и ако не ме лъже паметта, едноок дядо, представител на местната почтена гилдия на рибарите, който кротко си обявяваше. Подаваме си документите. Дядото, след като се увери в нашата законова изрядност, продължава да дъвче. Ние мирно и чинно го изчакваме. Зер човекът хляб яде и трябва да се уважава.

Приключил с най-важната дейност за гения, дядото заявява своята любезна готовност да ни превози с лодката си до острова. Пътешествието е кратко – от българския бряг го отделят около

400 м. Стъпваме на брега и нарамваме раниците. Широка пътека ни насочва към средата на острова. Там, на хубава поляна, горските работници са си построили хижа. По предварителна уговорка тя ще ни служи за база при нашите периодични набези. Мястото се издига на около 15 м над нивото на Дунава – не се залива даже при високи води. Тъкмо започваме да се настаняваме и една голяма сянка ни накара да изскочим навън. В небето съзираме морски орел (*Haliaeetus albicilla*). Грамадният му силует с бавен мах на широките



Участъкът от Дунав със защитената местност „Калимок Бръшлен“ – карта Google Maps



Група пеликани на фона на изгорелите тръстики в защитена местност „Калимок Бръшлен“. Пожарът бушува 2 дни през март 2022 г., като изгоряха над 5600 декара суха растителност



Засушаването тази година оголи дъното на Дунав, така че до острова можеше да се стигне пеша

над 2,5 м криле се носи величествено над гърветата. По-късно открихме и гнездото на висок бряст. По българския сектор на Дунава в онези години регистрирахме десетина гнезда. По данни от Червената книга на България (2015) гнездящите двойки днес са намаляли и на национално ниво видът е уязвим.

Започваме с обиколки на гората – смесена, с преобладаване на различни върби, предимно бяла (*Salix alba*), тополи – черна (*Populus nigra*) и бяла (кавак, *P. alba*), които стават понякога грамажни; едичинни гървета бряст (*Ulmus sp.*). По островите растат различни видове гървета и храсти и някои увивни, напр. червено куче грозде (*Solanum dulcamara*), повет (*Clematis vitalba*), хмел (*Humulus lupulus*), по-нарядко се среща дива лоза (*Vitis sylvestris*). Още по-рядко имаше гърбач (*Periploca graeca*), иначе често срещан по нашето Черноморие и долината на Струма. Наричат го още „бясно гърво“, както и „копринена лоза“ – увивно растение, достигащо на дължина до 10 м, с ароматни цветове и корени, използвани в народната медицина. Бинокълът и бележникът, както и пресата за растения са задължително „оборудване“ за всяка разходка. Всичко наблюдавано регистрирахме и запазвахме. Имало е смисъл, защото днес гората вече е променена. Някогашната саморасла заливна гора е била отчасти изсечена и заменена с хибридна топола (*P. x canadensis*), предпочитана от лесовъдите заради бързия растеж.

Разделяме се. Иван поема към опашката (кауда) на острова, аз към главата (дорука). В „блатната и островна“



Морският орел се срещаше преди години над Дунава, достига до 2,5 метра разпереност

терминология се използват както наши, така и влашки думи. Бавно и трудно се промъквам в ниския върбалак. И ме споможда велик късмет! В гъсталака прегмен се отваря малка поляна. На земята виждам гнездо – трудно мога да назова така плитката яма на земята в основата на стар пън – изрита от бухал (*Bubo bubo*). Женската, разбира се, е излетяла при моето приближаване. Виждам 2 бели яйца и едно току що излюпено малко, облечено в бял пух. Свалям раницата и изваждам служебния фотоапарат „Зорки“, добра за времето си любителска камера, с която вършихме и полева работа. Снима и набързо се оттеглям – яйцата и пилето се нуждаят от защитата на майката. Възрастните с разпереност на крилете до 1,80 м, с мощни нокти и клон, в природата имат малко врагове. Яйцата и пилетата обаче са лека плячка за различни хищници, а в гората и по островите – и за дивите свине. Виж, по скалите, примерно в долината на Ломовите, те са достижими само за ловкия катерач – бялата. Бухалите обитават най-разнообразни места, както в равни-



Хмелът някъде се отглежда и като културно растение и се използва като билка и в производството на бира. На острова си растеше свободно



Гърбачът е увивно растение, достигащо на дължина до 10 м. Наричат го още „бясно дърво“, както и „копринена лоза“

ната, така и в планините. До гнездото преброявам 3 водни плъха, както и една яребица. Те са оставени от мъжкия, който се грижи за прехраната на семейството. Погледът ми шаря наоколо в търсене на други „улики“. Совите имат особено храносмилане. По правило поглъщат плячката си цяла или на едри късове. Смилат кожа, месо и вътрешности, а космите и перата се овалват в стомаха в нещо като саламчетата, които повръщат. Затова се наричат погачки или изплювци. Вътре черепите и костите са добре изчистени и запазени и по тях с точност може да се определи какви и колко животни са били погълнати. Размерите са различни според вида, като при бухала са най-егри, дълги 5 и понякога даже над 10 см, а при най-гребната сова, чухалът (*Otus scops*) – като костилка от слива.

Хранителният спектър на бухала е най-разнообразен сред совите. От гребни гризачи (и даже насекоми!) до къртици,

зайци, таралеж и дори лисица или сърне – всички те могат да попаднат в ноктите му. Освен това различни птици – пойни, кокошеви, даже и грабливи, включително сови. По материали, събрани в долината на Ломовеите, можем да твърдим, че бухалът не е „специалист“ – хваща всичко, което дадено място може да му предложи. Предпочита по-едрата плячка. Неведнъж сме намирали кожа от таралеж, чисто изядена отвътре. Бухалът го хваща със страшните си нокти през иглите, както се е свил на кълбо и след това почва да го яде откъм корема. Друг вид, съставляващ значителен дял от храната, за наша изненада се оказва сивият плъх (*Rattus norvegicus*), който за разлика от черния си братовчед, не е дължителен спътник на човека. Образова и „дива“ групи, най-често на влажни места. На острова успях да събера и няколко костотин погадки от блатна сова (*Asio flammeus*). Открих и няколко пера от гърдите. При блатната сова те имат само по една кафява надлъжна резка при гръбката. При горската сова (*A. otus*) резката е „допълнена“ с няколко тънки напречни шарки. „Ушите“ при бухала и горската дългоуха сова представляват снопчета пера, които нямат слухова функция, а служат за демонстриране на емоционалното състояние. Например, когато е обезпокоена или заплашена от приближаващ неприятел, горската ушата сова се изправя с прибрано оперение, стеснява лицевото було, притваря очите до тесни цепки и изправя „ушите“ отвесно. Сиво-жълто-кафявото петнисто оперение почти я скрива в клонка и листата. Докато горската ушата е широко разпространена у нас, блатната идва само като зимен гост. И двете имат твърде еднообразно меню – предимно сива полевка (*Microtus arvalis*), след това полско-горска мишка (*Sylviaemus*



Торбогнезният синигер се среща около блатата и реки

sylvaticus), стенна „домашна“ мишка (*Mus spicilegus*), както и някои други гризачи и птици, на първо място врабчета.

На края на клоните на крайбрежна върба се люлее чудното гнездо – люлка на бъдещото поколение – на торбогнезден синигер (*Remiz pendulinus*). Изплетено или изтъкано от пух на върба или топола, виси, практически недостъпно за посегателството на „гости. Ето, долита мъжкия. В кръглото поле на бинокъла го виждам добре – с черна маска около очите и шоколаденокафяв гръб, докато този на партньорката му е по-светъл, по-скоро жълто-кафяв. Гласът му е приятно тихо „псиѝ – псиѝ“. Тогава (според Патева, „Птиците в България“, 1950) е бил считан по-скоро за рядък. Днес, по „Атласа на гнездящите птици в България“ (2007) – поне по Дунава – е обикновен. Среща се винаги около блатата или реки. А разликата в оценката за разпрос-



Гнездото на торбогнездия синигер виси като люлка на тънки клони

транението му може да се дължи и на авторите. Докато Павел Патеv (1889 – 1950) практически сам е писал своята книга, основополагащ труд на съвременната орнитология у нас, то за съставя-

нето на модерния „Атлас“ сме участвали над 470 души, професионалисти и многобройни любители!

Освен ситните следи на гребни гризачи по пясъка на дунавските острови неведнъж сме зървали характерните стъпки на видра (*Lutra lutra*). Лесно се познават – плавателните ципи добре се отпечатват. Но самата нея не сме имали късмет да видим, освен в плен. Намирали сме и изпражненията ѝ, съдържащи главно останки от риби. За жалост в рибовъдните стопанства е



Видрата е смятана за враг от рибарите

считана за лют враг и е преследвана. По Черноморието рибари са ни разказвали, че тюленът монах (*Monachus monachus*), днес изчезнал от Черно море по вина на човека, бил влизал в даляна, за да се нагости с рибата там, след което безпрепятствено си излизал. Бозайникът е по-интелигентен от рибата, която само обикаля в кръг, но не може да намери пътя към спасението. Виграта също е интелигентна и се измъква от далян, но ако попадне във винтер (сляп кош), поради особената му конструкция вече не може да се освободи и накрая се удавя. Такава ни бяха донесли на 06.06.1992 от с. Сандрово и се пази във фонда на музея. Видът е забранен за лов и включен в Червената ни книга, но продължава да бъде

преследван браконьерски заради щетите в рибното стопанство.

Черна птица – само челото и темето са ярко червени – преминава с почти праволинеен полет между дърветата. Другите членове на семейството се отличават по вълнообразната траектория на полета. С радост я приветстваме – черен кълвач (*Picus martius*), най-едрият представител на семейството. Считан доскоро за „уязвим“ и внесен в Червената книга на България, напоследък се оказа със стабилна популация не само в планините, но и в Дунавската равнина. Друг член на семейството, зеленият (*Picus viridis*), е широко разпространен – често сме го чували и виждали. Гласът му, малко наподобяващ смях,



Черният кълвач вече не е уязвим вид

е звучно „кльо-кльо-кльо"! Често спохожда мравуняци, подскачайки по земята (за разлика от другите кълвачи, които рядко слизат долу) и изравя големи дупки в тях, като търси насекоми и ларвите им. В по-късни години съм снимал подобни поражения по долината на Ломовеите. Братовчед му, сивият кълвач (*P. canus*), е значително по-рядък. Гласът му също звучи като „кльо-кльо-кльо", но в края то-нът се понижава и интервалите между „кльоковете" се удължават. Нещо като звънене на стар будилник с развинтена пружина. По оперение госта прилича на зеления, но специално главата е сива – оттам името. От същото семейство отбелязахме и сирийския пъстър кълвач (*Dendrocopus syriacus*), обикновен в нашия край и изобщо у нас, както в горите, така и в селищата. Той, както и няколко други видове птици, на първо място разбира се гузутката, показва интерес-на тенденция за разширение на ареала си на Запад, широко и подробно отбеля-зано в орнитологическата литература. Указание, че Природата не е „застинала картина", а динамична общност в по-стоянно движение.

Пред нас се изпречва тесен ръкав. Кол-ко ли е дълбок? Отсичаме по една пръч-ка за опипване на дъното, навиваме пан-талоните и предпазливо нагазваме. За щастие водата не стига по-високо от коленете, а дъното се оказва песъчливо и благополучно преминаваме. Продължа-ваме напреки на острова. Гората става по-рядка и светла и скоро поледът ни се рее през великата река чак до румънския бряг. Наоколо виждаме дървета с подко-пани от течението корени, паднали в реката. Песъчливият скат е стръмен и висок. Претърсваме брега за евентуална гнездова колония на брегови лястовици (*Riparia riparia*). Те се заселват по таки-ва места, недостъпни или поне трудно

достъпни за хищници, в колонии до сто-тици бройки. Отначало заселват най-ви-соките (и най-защитени) места, после все по-надолу. Не сме намирали гнездови дупки, по-ниски от 1,5 м от земята. Но тук надеждите ни не се оправдаха. Гнез-довите дупки на бреговата лястовица представляват около 60 до 80 см дълъг ход с диаметър около 4 – 6 см. Отворът е напречно овален. Гнездовата камера накрая се постила с тревички и пера. Снасят обикновено до 5 бели яйца. Тези на земеродното рибарче (*Alcedo atthis*) са разположени също по предпочита-ние близо до вода, но винаги единични. Ходът е отвесно овален и малко по-го-лям, с диаметър около 6 x 7 см. Изкопа-ват се от двата партньора с дългите и остри човки. Яйцата, бели и лъскави, се снасят в гнездовата камера без вся-каква настилка. Нарядко сме намирали „постелка" от хитинови части от насе-коми и разтрошени костички от риби. Ходът е с различна дължина, обикновено около половин, но може и госта повече от 1 м. Бреговата лястовица снася по гва пъти на година; земеродното рибар-че не всякога. В по-късни години колегата ни Таню Мичев, тогава зав. Биологична-та станция на БАН в Сребърна, успя да направи снимки вътре в гнездовата дуп-ка – на възрастните птици и малките – с помощта на електронна светкавица и публикува една подробна работа за гнез-довата им биология. Отначало пиленца-та приличат по-скоро на таралежчета. Току-що поникналите им пера са навити и изглеждат като игли. Едва по-късно се разгъват и малките започват да доби-ват „нормален" вид. Птицата родител (и двамата се грижат еднакво за поко-лението) при пристигането на входа сигнализира на малките присъствието си, а те отговарят с пронизително и продължително тремолиращо писукане.

Малките гладници се нареждат „на хоро“ в очакване на родителите хранители и така си осигуряват „равномерно разпределение на благата“. Колко находчиво и целесъобразно! Неведнъж сме имали възможност да ги наблюдаваме. Те не се боят от човека. Стоят на клонка над водата и внимателно следят ставащото под тях. Ако малка рибка (до десетина см) се доближи до повърхността, птицата се



Земеродното рибарче гнезди в дупки по брега, които могат да стигнат до 1 метър дължина

прицелва и отвесно пикира към пляката. След успешен лов се връща на същата клонка. Ако носи рибата с главата напред, тя е „за собствена консумация“, а ако ще храни поколението, рибата е хваната от опашката – за да може да я пхне „правилно“ в отворената човка на пилето.

Времето бързо лети – като птица. Дните се изнизват. В бележника са записани много наблюдения и находки. Вярно, нанесените пойни птици са все още малко. На онова време някоя птица можеше да се познае на ръка само по единствения разполагам труд на Патеф. Малко по-късно, 1962, излезе „Фауна на България. Кратък полеви определител“ от Ц. Пешев и Н. Боев (отговорен за орнитологическата част, с негови оригинални черно-бели рисунки). Първият цветен определител на европейските птици от Маунтфорт, Холм и Питерсън беше трудно достъпен не само за любители,

но и за професионалисти. Едва през 1991, когато нашите колеги Т. Мичев, С. Димитров и Г. Пчеларов създадоха великолепния цветен „Определител на птиците на Балканския полуостров“, ние получихме най-сетне един достъпен и пълен работен инструмент за полева работа.

Идва часът на раздялата. Стягаме багажа и се упътваме към брега. Когато вече напускаме нашето „работно поле“ една гребна птица с прав полет и бързи махове на крилата преминава ниско над водата – земеродно рибарче. Обажда се със звучно „ти-ти-тит“. Гърбът е блестящо синьо-зелен – предизвиква асоциация с изумруд, гърдите и коремът светят ярко оранжево – все едно летящ скъпоценен камък. На гърлото и отстрани на врата свети по едно чисто бяло петно. На изпроводяк ли е или покана да споходим отново този тих и зашумен рай? Дано да успеем да го запазим за поколенията след нас! ■

Скални феномени, легенди и поверия в Източна Стара планина

Апостол Апостолов

Величествена и красива, извисила снага от Белозградчишкия проход на запад до нос Емине в Черно море на изток, събрала в себе си поредица от върхове, хребети и ридове, речни долини, отвесни скали, пещери и вековни гори, тя е тясно свързана с хилядолетната история на България. За географите в глобален план Стара планина е част от Алпо-Хималайската планинска система, но за България тя е и нещо повече от планинска верига. С дължина 530 км и широчина от 15 до 50 км, тя всъщност разделя страната на северна и южна части, като в историята е играла роля и на презграда за нашественици и на укритие от поробители. Понякога я сравняват с гръбнак на страната.

Увековечена от перото на поети и писатели, възпята в народните песни, тя официално се нарича Стара планина, но като популярно име се използва и Балкан – турската дума за планина, която се прехвърля към обозначаването и на целия полуостров. Следи от обитания са оставили още античните траки, а римляните са прекарвали пътища през нея. През нейните проходи са преминавали армии и народи, ставали са ожесточени битки, свидетел е на много исторически събития. А днес привлича туристите с голямото биологично разнообразие и неповторимата природна красота.

За тази неповторима красота поетът Иван Вазов пише в „Егин към от Стара планина“: „никога човешка гума не може изказа величието и хубостта на картината, що аз гледах“. За Вазов тази природна картина е най-хубавата, тя извиква у него естетическа наслада, национална и патриотична гордост.

Стара планина е съхранила и много природни творения, които днес ни пленяват не само с причудливите си форми, но и с обвиващата ги тайнственост, с легендите и преданията за тях. Скални феномени, преживяли превратностите на хилядолетия, откриваме на много места в Източна Стара планина. Трябва

да се видят на място, за да се оцени тяхната красота и да се почувства магическата сила, с която са обгърнати – уникални феномени, които предизвикват възхищение.

Едно такова място, където винаги можеш да откриеш нещо различно и да видиш нещо ново, е близо до несъществуващото от 1963 година българско село Доброван, известно днес най-вече със скалните феномени „Добровански гъби“.

За да стигнете до тях има две възможности – през Айтос или през Поморие и с. Бата. Пътят през Айтос предлага повече гледки и по-емоционални преживявания. На 5 км преди Айтос не подминавайте една величествена вековна гора от летен гъб, единствена в района. За нейното създаване до нас са стигнали две легенди. Според едната гората е създадена от жълъди, донесени от Северен Анагол, Турция, поръчани от айтоския паша. Той бил любящия съпруг и така се опитал да смекчи мъката на съпругата си по бащините земи. А според друга легенда гората е засадена от самия султан, по желание на красива местна девойка, която пленила сърцето му.

Според откритите стари документи на това място е имало параклис. Днес земята и гората са възстановени като църковна собственост и са притежание на храма „Св. вмчк Димитрий“ в град Айтос. Вековната гора се е простирала на 700 гка, но днес старите дървета от летен гъб на възраст от 200 до 500 години са останали на площ не повече от



На входа на Айтос ви посрещата монументът „Трите братя“

400 гка. Айтоската вековна кория е рядък исторически и природен паметник и през 1972 г. е обявена за природна забележителност.

На Входа на град Айтос ви посреща висок монумент от бял камък с три юначни фигури, който напомня за един грузкаменен феномен – каменните великани „Трите братя“, за които се смята, че пазят града. Този скален феномен, станал символ на Айтос, се намира в местността Казаните, в лесопарк Славеева река, с площ 1 хектар на 200 м. надм. височина. Обявен е през 1972 г. за природна забележителност, включен е в потенциалните защитени зони по Директива за хабитатите в България. С невероятните си размери тези причудливи скални фигури са обгърнати в тайнственост и легенди от миналото. Градът по време на турското робство се наричал Аетос, което в превод означава орел. Според легендата това селище е основано от Аетос, син на Калигас – жрец в храма на Залмоксис в Месамврия. Аетос се обучавал на музикално изкуство при Орфей.



А скалният феномен „Трите братя“ е близо да града в местността „Казаните“

След убийството на Орфей Аетос трябвало да се върне в Месемврия, която заварил опожарена, част от населението избито, а други избягала на запад. Няма избор и тръгнал по същия път след тях. Уморен спрял да почине на мястото, където днес се намират Бургаските минерални бани. В дрямката му се присънил Орфей, който го посъветвал да продължи по пътя и когато стигне до хълма с веригата за закомвяне на кораби (днес крепостните руини на хълм Хисаря) ще намери своите сънародници и заедно с тях ще основат на това място град. Той бил ограден с каменни стени, а на площада се издигала статуя на Аетос със златна лира на Орфей. Подземни ходове свързвали града с храма на възвишението

то „Хисаря“, които се използвали от населението като скривалища по време на честите набези над града.

А за „тримата братя“ се разказва, че в годините на робство се родили трима братя – юнаци. Отгледани от майка си с любов и възпитани в смелост, справедливост и вяра в доброто. Когато пораснали и възмъжали, тримата братя водели героични битки и бранели крепостта „Аетос“. Когато стъпвали по скалистите възвишения до града след тях оставяли големи и широки вдлъбнатини – като казани. Оттук идва името на местността „Казаните“. Вечер юнаците се превръщали в скали, за да не бъдат открити, а през деня приемали човешки облик, за да водят битките

си. Вечерните им силуети наподобявали тези на котка и лъв. Били неуловими и непобедими. От древността до днес, извисили огромните си скални тела над града, макар и вкаменени, братята продължават да пазят града.

На това възвишение, което напомня камениста пустиня, вирее нисък, бодлив, туфест храст с 4-метрови мощни корени, български ендемит – Аймоски клин, гентер, или бодливо сграбиче (*Astracantha aitosensis*), включен в европейския списък на редките, защитени и ендемични растения с категория рядък.

Друга легенда разказва за владетел, който отишъл на лов със своя орел. Тя е описана от Константин Няголов по следния начин: „Древен владетел бил на лов в земите, където сега е разположен градът. Той притежавал чудесно обучен

ловен орел. След успешен лов владетелят много ожаднял и се скрил на сянка под едно голямо дърво. Тогава видял, че по кората на дървото се стича вода. Взел една чаша и започнал да я пълни, но когато понечил да пие от нея, орелът, който седял на ръката му, я съборил с крилото си и разлял водата. Ядосан владетелят отсякъл крилото на птицата. Сложил чашата пак да се пълни, но и този път орелът бутнал чашата. Разярен, владетелят убил птицата. Когато за трети път сложил чашата да се пълни, той погледнал нагоре и видял, че това не е вода, а отрова, която се стичала от отворената уста на една змия. Бързо извадил меч си и я разсякъл. Разкаян от това, че е убил орела, който му спасил живота, той го погребал и започнал на това място да се построи град, който да се нарече Аетос (Орел).



Играта на светлини и сенки по „Трите братя“ провокира любопитството и въображението



Бодливото сграбиче (Astracantha aitosenis) е бодлив храст, български ендемит, защитен от закона

Интересен светлинен феномен е наблюдаван върху скалните фигури на Трите братя по време на лятното слънцестоене. При изгрев слънцето не осветява целите фигури, а отделни техни части по начин, който според някои ентузиастични на египетската митология показва мистични връзки. Ако наблюдаваме сутрешния изгрев, застанали встрани от трите каменни фигури, ще забележим, че слънчевите лъчи осветяват първо едната фигура под брадичката, което напомня на древноегипетската магия за опазване на езика и властта. След това светлиният лъч се появява в наличния отвор в скалата с формата на богинята Бастет, която най-често се изобразява като жена с котешка глава и нейният син – войнът с глава на лъв Михос и накрая богинята на небето Сонгет, като своеобразно следване на цикъла на живота – младост, зрялост и трета възраст. В древно Египет Сонгет е била символ на звездата Сириус в съзвездие Големото куче. Нейното първо изгряване в ореола на слънцето се свързва с определяне началото на

Новата слънчева година в Египет. Предполага се, че скалните фигури са мястото, където древното население е устройвало празнично посрещане на Новата година. На тези скални фигури, с помощта на разноцветна светлина, са открити силуети на фигури и текстове, чието дешифриране е предмет на бъдещи проучвания. Проблемът за мистичната връзка между древно Египет и траките напоследък привлича вни-

манието както на ентузиастични на древноността, така и на професионални учени.

След емоционалните преживявания, обогатени с нови знания за миналото на Айтос и неговите забележителности, тръгваме към следващия скален феномен, който носи прозаичното име „Свинската глава“. Разположен е в местността „Замвореният камък“ на юг от групата скален феномен – „Чудните скали“. Очертанията на скалата много наподобяват фигура на свинска глава и са резултат на термално и ветрово изветряне и денудация (оголване) на ценомански пясъчници. Скалният феномен е обявен за природна забележителност през 1974 година.

На билото на Източна Стара планина е разположено село Сина рид. Оттук пеш по тесен горски път, през красиви планински гори и ливади, се стига до заличеното през 1963 година село Доброван. Природата е впечатляваща и пленява с особената красота на гористите хълмове, чийто върхове сякаш докосват синьото небе. След около 600 метра в средата на горска поляна изникват силу-

етите на три причудливи скални образувания с височина 4 метра и разстояние между тях около 10 метра. Най-голяма и красива сред тях е средната, отличаваща се с характерната си форма на гъба. Другите две скални гъби са по-ниски и с вече нарушени форми, което не намалява тяхната красота. Разположената в северната част скална гъба има камера с три отвора в основата си.

Скалните гъби са образувани в резултат на въздействие на атмосферните фактори върху различната зривина на палеогенските пясъчливи пластовете, от които са изградени. От височината на гъбите разкриващата се панорамна гледка към последните източни възвишения на Стара планина до Черно море, е изключително красива.

Застанали пред тези причудливите форми възниква въпросът „кой е техният създател – природата или човекът?“. А у някои може да възникне и друг въпрос: „Има ли връзка между скалния феномен Трите братя и тези скални гъби?“

Тези причудливи форми предизвикват любопитството и провокират въображението

не само на любителите на природни забележителности, но и на специалисти, които създават интригуващи теории и филми за тях с желанието да разкрият тайните на техния произход, строеж и



„Свинската глава“ е друг любопитен скален феномен от Източна Стара планина



Гъбите до вече заличеното село Доброван привличат посетители, но за съжаление част от тях са унищожени като строителен материал



Летен дъб от Айтоската кория

функция. В един документален филм за тези творения се лансира идеята, че Доброванските гъби са мегалит, шедьовър на скалното изобразително изкуство, част от светилищен комплекс, създаден 15 века пр.Хр. от майстори и жреци на египетската владетелка Хатшепсут Мааткара. За трите отвора на камерата в основата на северната скална гъба се предполага, че са свързани с ритуалите по посрещане на Новата година по египетския календар.

С помощта на различни цветни светлинни лъчи върху скалните гъби се откриват фигури, които могат да се свържат с основните божества в египетската митология. Трите скални фигури, запазени до наши дни са значими и като природни феномени и като паметници на историческо наследство. За съжаление те не са били достатъчно оценени в миналото, а са били разрушавани от иманяри и използвани като източник на строителен материал. Така от 5 броя, днес са запазени едва 3 скални гъби, обявени за природна забележителност през 1973 г.

В източната част на Стара Планина, в долината на р. Луда Камчия на 345 –

360 м. надморска височина. се намира село Исуплии, (Исуплии). През 1934 г. по настояване на населението селото е прекръстено на Бероново на името на възрожденския просветител г-р Петър Берон, автор на „Рибния буквар“. Южно от селото в м. Юрутлука при проведени археологични разкопки са открити останки от старо селище. Освен минералните бани, забележител-

ност на селото е и Пробитият камък с гъбовидна форма, за който местното население смята, че лекува всякакви болести при допир с него. Този скален фено-



Пробитият камък до с. Бероново

мен се приема повече за археологическа забележителност, отколкото за природна такава. Откритите върху него скрити изображения го определят като светилище. Първоначалният вид на този скален феномен вероятно е изобразявал сокол, символ на бог Хорос, на който е взривена опасната част за добив на строителен материал. Да, за съжаление и този скален феномен не е пожален от посегателство. През 60-те години на миналия век част от него е взривена за строителен материал за направа на стълби в къщата на местен жител. Завладяни от богатството и природната пъстрота на Старопланинската природа, и красотата на величествените скални феномени не забелязваме аления залез над планинските хребети, който бележи края на едно преживяно пътешествие в миналото. Обогадени с нови впечатления за природната красота на една българска планина и историческото минало на българските земи си тръгваме с надеждата това разнообразие от природни творби, късчета от които са оцелели до наши дни, да бъдат съхранени и за идните поколения. Обогадени от видяното и опазнатото, но и загрижени за отношението ни към това богатство от скални феномени, чието недооценяване и разрушаване трябва да спрем. Кратката разходка из миналото за сетен път ни показва, че природата има още много неразгадани тайни по българските земи. Да не ги загубим безвъзвратно и в утрешния ден да се срамуваме от собственото си поведение



Апостол Апостолов е завършил Биологичния факултет на СУ „св. Климент Охридски“, специалност Хидробиология и ихтиология. Преподавател в университет „Проф. д-р Асен Златаров“, Бургас. Изследователската му дейност е свързана с изучаване на сладководните и морски ракообразни от Разред Harpacticoida. Автор е на том 18 и том 29 от „Фауна на България“. Член на Международната организация на Копеподолозите (WAC- World Association of Copepodologists).

пред бъдещите поколения. Да спазваме хилядолетната заръка, оставена ни за природните богатства: „Да ги спасяваме, за да стигнат и за поколенията, които стъпват след сенките ни! Нека и те им се радват и ги ползват смислено така, както ние им ги предадохме в наследство“. И никога да не забравяме думите на римския поет, Публий Вергилий Марон достигнали до нас през вековете: „Щастлив е онзи, който почита боговете на природата!“ ■

Изчезнала костенурка е открита отново жива след 113 години!

През далечната 1906 г. на о-в Фернандина от архипелага на Галапагоските острови е открит един мъжки екземпляр от непознатата дотогава гигантска сухоземна костенурка. След проучването му от американския херпетолог Джон ван Денбург (John van Denburg), поради огромните му размери, масивните предни крайници и особеностите на черупката (карапакса), новият вид бил описан в зоологическата литература през 1907 г. под странното име *Testudo elephantopus phantastica*. Въпреки търсенията на повече индивиди от този вид, както на о-в Фернандина, така и на съседните острови, усилията останали без успех и видът бил обявен преди повече от 100 години за напълно изчезнал от земната фауна. По-късните проучвания и от други учени върху консервирания



Chelonoides phantastica в естествена среда

единствен мъжки екземпляр показали, че той всъщност се отнася към един отдавна живял древен род костенурки, представен в миналото на нашата планета с около 12 вида, повечето от които са вече напълно изчезнали. Това е родът *Chelonoides*, от който все още във влажните африкански гори се срещат 2 оцелели съвременни видове.

Изненадващо през 2019 г., отново в горите на о-в Фернандина, е бил открит и втори екземпляр от считания за напълно изчезнал вид Фернандинска гигантска костенурка. Този път той се оказал женски индивид, което позволило на херпетолозите да допъл-

нят и представят по-прецизно описанието и на двата пола на този много рядък вид. Живият женски екземпляр бил намерен във влажни гористи склонове на активен вулкан на острова и според учените бил на около 50-годишна възраст. След по-пълни таксономични изследвания и на двата пола е дадено и по-точното научно име на новооткритата гигантска костенурка *Chelonoides phantastica*. Както отбелязва един от участниците в проучването, в местата, където е намерена живата женска костенурка, са открити следи и от други поне 2 – 3 живи

екземпляри, което е окуражаващо, за да се очаква откриването и на още живи индивиди. Потвърждаването на новата изненадваща находка е извършено и чрез съвременен геномен анализ на мъжкия индивид от 1906 г. с новооткри-

тия женски индивид, който показал, че и двата екземпляра са от една и съща генетична линия.

В заключение на научното съобщение, публикувано в научното списание *Communications Biology*, авторите очакват откриването на повече живи индивиди от силно редуцираната популация на *Chelonoides phantastica*, което да им позволи разработването и на специална програма за възстановяването на този „изчезнал“ за почти 125 години гигантски вид от фауната на Галапагоските острови.

По Science News и Nature Briefing