

природа

www.press.bas.bg

Тардизради на Луната. Каква е съдбата им?

Сред прилепите на Киргизстан
Околна среда и рак
Редактиране на човешкия геном
Имунитетът при насекомите
Следледникови миграции на растенията
Парк или гора е Борисовата градина?



Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“

Списание „Природа“ вече и в електронен вариант



Уважаеми читатели,
Във връзка с повишения интерес
към някои броеве на сп. „Природа“,
които вече са изчерпани, Издател-
ството на БАН „Проф. Марин Дри-
нов“ и Регколегията на списание
„Природа“ решиха да предоста-
вят на читателската аудитория
е-изданията им. Може да ги наме-
рите на сайта на Издателството
в секцията Е-КНИГИ. Поръчката
им става по електронен път –
<http://press.bas.bg>

www.press.bas.bg

Тарифи за публикуване на реклама в сп. „Природа“

IV корица – 600 лв.

Вътрешна корица – 500 лв.

Вътрешна страница – 400 лв.

½ страница – 300 лв.

¼ страница – 150 лв.

природа

Научнопопулярно списание
на Българската академия на науките

Излиза от 1893 г.

Редакционна колегия

акад. Евгени Головински (гл. редактор)
egolovinsky@abv.bg

акад. Васил Големански

чл.-кор. проф. Вася Банкова

чл.-кор. проф. Димитър Иванов

проф. Николай Лазаров

проф. Николай Спасов

доц. Мая Гайдарова

доц. Стефан Манев



На корицата:
Тардигради

Снимка:
Фотомонтаж
от Интернет

Издава



Издателство на БАН
„Проф. Марин Дринов“

Христо Мишков (редактор)

h_mishkov@aph.bas.bg

Елисавета Илчева (графичен дизайнер)

Адрес на редакцията

София 1113, ул. „Акад. Георги Бончев“, бл. 6,
ет. 2, стая 208, тел. 02 871 80 78, 02 979 34 50

www.press.bas.bg

ISSN 0032-8731

Книжка 1
януари-
март
2020 г.

природа

Излиза от 1893 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

Уводни гуми

Евгени Головински

От 2020 и нататък 4

Наука и образование

Кирил Боянов

Дигиталното образование
и успешната професионална
реализация 6

Интервю

Николай Спасов

Данувиус – малка революция
в познанието ни за еволюци-
ята 14

Зелена планета

Васил Големански

Хиляди тардигради са „изси-
пани“ през 2019 г. на Луната.
Каква е съдбата им? 24

Хелиана Дундарова

Сред природата, хората и...
прилепите на Киргизстан 30

Данаил Таков,
Петър Остоич

Имунитетът при насекоми-
те – познат и непознат 38



Небето над нас

Пенчо Маркишки

Небесните явления през го-
дината 44

Човекът

Олга Антонова,
Алекс Райчев

Околна среда и рак 54

Тайните на генома

Драгомира Николова

Редактиране на човешкия
геном 60

Рецензия

Васил Големански

„Мравките на Иван Лаза-
ров“ 66

Непознатата химия

Йордан Георгиев

Гликобиологията – науката,
в която възлехигратите
оживяват 70

Фосилна летопис

Златозар Боев

Късно плейстоценска лето-
пис на птиците от Ръжиш-
ката пещера 80

Д. Иванов, Петър Желев

Завръщането – следледнико-
ви миграции при растения-
та 90

Отечество любезно

Атанас Ковачев, Владимир
Маринов, Мария Гуркова,
Станимир Шаламанов

Парк или гора е Борисовата
градина? 102



CONTENTS

Introductory Words

Evgeni Golovinsky

From 2020 onwards

4

Science and Education

Kiril Boyanov

Digital Education and
Successful Professional Development

6

Interview

Nikolay Spassov

Danuvius – a Small-scale Revolution in Our Knowledge of Evolution

14

Green Planet

Vassil Golemski

Thousands of Tardigrades Were
Shed in 2019 on the Moon.
What is Their Fate?

24

Heliana Dundarova

Amidst Nature, People and ...
Bats in Kyrgyzstan

30

Danail Takov, Petar Ostoitch

The Immunity of Insects –
Known and Unknown

38

The Sky above Us

Pentcho Markishki

The Astronomical Phenomena
of the Year

44

The Man

Olga Antonova, Alex Raychev

Environment and Cancer

54

Secrets of the Genome

Dragomira Nikolova

Editing the Human
Genome

60



80

Reviews

Vassil Golemski

Ivan Lazarov's Ants

66

The Unknown Chemistry

Yordan Georgiev

Glycobiology – the Science in
Which Carbohydrates Come to
Life

70

Fossil Chronicle

Zlatozar Boev

Late Pleistocene Chronicle of
Birds from Razhishka Cave

80

Dimitar Ivanov, Petar Zhelev

TheReturn– Postglacial Migration
of Plants

90

Homeland so Kind

**Atanas Kovachev, Vladimir
Marinov, Maria Gourkova,
Stanimir Shalamanov**

Is Borisova Garden a Park or a
Forest?

102

44



От 2020 и по-нататък!

Едно научнопопулярно списание като нашето винаги ще има да сподели с читателите си нещо ново. Такава е мисията на списание „Природа“ – да информира и обсъжда с тях всичко ново, което се случва в областта на природните науки, технологиите и методите на изследване. Обогащаването с актуални знания по физика и химия, биология и медицина разкрива, особено пред погледа на младия човек, вълнуващите перспективи на материалния и духовен напредък на обществото. Същевременно нашият съвременник, особено младият, задоволява своята потребност от придобиване на нови знания, онова „свещено любопитство“, за което говореше Айнщайн и което представлява един от основните двигатели на открителството, на прогреса в науката.

Бихме искали през 2020 и следващите години автори на „Природа“ отново да са онези наши, български просветители, които имат потребността да споделят новостите в областта на природните науки. Както и досега ще каним не само ут-

върдени учени, но и още съвсем млади студенти, та дори и ученици, да бъдат автори на интересни и важни текстове. Научното популяризиране е отворената врата между научния и технологичен напредък и културното ежедневие. В това взаимодействие участват представители на всички възрасти и професии. Ето защо популяризирането на научни знания е непринудено свързано и с образованието на всички равнища – на млади и стари, на ученици и на учени. Темата за образованието и популяризирането на знания е била и ще бъде винаги актуална и важна. Ето защо, още в първата ни книжка за 2020 г. предлагаме статията „Дигиталното образование и успешната професионална реализация“, в която се разглеждат проблемите, свързани с въвеждането на нов инструментариум в училищата, който да замени някои методи на обучение с нови и да даде възможност за използване на съвременна дигитална техника. Много уместно в нея се обръща внимание и на необходимостта от поддържането на наложилите се

Акад. Евгени Головински е доктор по химия, доктор на биологичните науки и професор по биоорганична химия. Основните му приноси са по създаването на нови групи важни органични съединения и по изясняване на биохимичните механизми на действие на лекарствените средства.

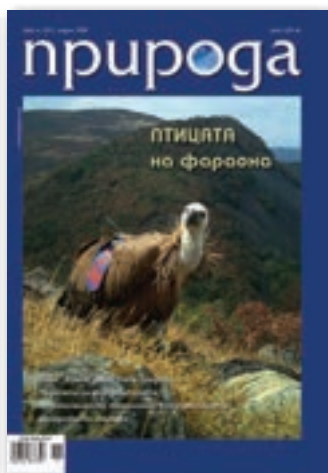


непринудено в нашето образование традиции, свързани с духовността. Спазвайки вече утвърдените с годините традиции, първият брой за 2020 на „Природа“ отделя заслужено място на новини и проблеми от различни природни науки.

Ние, Редколегията на списание „Природа“, особено ценим текстовете на онези наши автори, които споделят своите преживявания сред природата не само като природоизпитатели и учени, но и като природолюбители. Съчетанието на

потребност от ново знание за явленията и обектите в природата с емоционално отношение към тях е трудно изразимо, но когато успява, има неоценима стойност. Ние ще продължаваме да търсим автори, които да възпитават обич към природата, съчетана с научното любопитство.

Евгени Головински
Главен редактор
на списание „Природа“



Дигиталното образование и успешната професионална реализация

Кирил Боянов

Докато условно първите три определяме като механизация, електрификация и автоматизация, то *Индустрия 4.0* притежава три основни характеристики – интернет на обектите, кибернетични вградени

системи, интелигентни (умни) заводи. Очевидно, за да се осъществят тези промени и нововъведения се изискват нови умения и познания, както и периодичното им усъвършенстване. Изразът „дигитално образование“ е свързан с използване на компютърните технологии, основата на които е дигиталната (цифрова) обработка на процесите.

Нивото на образованието в едно развито общество предполага сериозни политически решения, внедряване на модерни технически средства и из-

Съвременното общество се характеризира с широко внедряване на компютърните технологии. Те навлизат във всички области на социалния живот и икономиката – транспорт, промишленост, туризъм, здравеопазване, административни услуги, военно дело и т.н. Всъщност именно компютърните технически средства в по-малка или по-голяма степен определят нивото на тяхната модернизация и ефективност. В последните години заради тях се говори за Четвърта индустриална революция (*Индустрия 4.0*).

граждане на добри професионални умения за всяко ниво в обществено-политическия и икономически живот на държавата. Качественият скок е направен през XV век, когато се въвежда технологията на печата от Йоха-

нес Гутенберг (Johanes Gutenberg). Това нововъведение позволява значително по-бързо съхраняване и разпространяване на знанията. Основната цел на образователния процес през този период е хората да се научат да четат и пишат, а художествената литература, изобразителното изкуство, музиката и научните открития стават достъпни за голяма част от обществото. Подобна е и основната задача на първите български училища, включваща и придобиване на основни познания по аритметика и ня-

кои други науки. В един от първите български буквари е записано „аритметичните действия са събиране, изваждане и умножение. Има и още едно – деление, но то не е за всяка глава“.

Развитието на икономиката от средновековието до XX век е плавно и нововъведенията се правят в продължителен период от време. В транспорта например парните локомотиви се заменят с електрически едва през XX век. Подобни примери се наблюдават в почти всички видове промишленост. Те по косвен начин предоставят нов инструментариум за подобряване на образованието. Транспортът улеснява разпространението на литературата, електричеството подобрява условията на обучение, а по-късно радиото и телевизията се превръщат в мощен инструмент за популяризиране на научните знания и общата култура. Изискванията към образованието се променят и целта му вече включва изграждане на образован човек с познания в областта на естествените и хуманитарни науки, както и създаване на поведенчески модели и навици.

През XX и XXI век кибернетиката и компютърната техника извеждат прогреса на човечеството на нов етап. Съвременното общество се характеризира с бързо развитие на икономиката, ускорено внедряване на нови технологии във всички сфери на обществената и икономическия живот и смяна на тези технологии в сравнително кратък период от време – от 6 месеца до 1 година. Освен че преходът към все по-мощни устройства е много бърз, те стават и все по-достъпни. Ежегодните изменения в новите приспособления в много случаи задължават потребителите им да усъвършенстват своите умения, за да са в състояние да обслужват новата техника. Широкоспектрното прилагане на компютърните системи и мобилните комуникации също е свързано с нови умения. Ето защо целта на съвременното образование се разширява и към нея трябва се добави и изграждането на умения за бързо адаптиране към актуалните технологии и към техния инструментариум както в областта на икономиката, така и в обществената и социалния живот.



Компютърът днес дава достъп до огромен масив от знания



Акад. Кирил Боянов завършва „Радиотехника“ във ВМЕИ през 1958г. През 1966г. става „доктор“, а през 1975г. получава степената „доктор на техническите науки“ в Санктпетербургския Електротехнически Университет. През 1989 г. е избран за чл.-кор. на БАН, а от 2003г. е академик. Чете лекции по електроника, компютърни архитектури и компютърни мрежи в СУ „Св. Кл.Охридски“, УНСС, НБУ. Автор е на над 230 научни статии и публикации, 36 книги и учебници, 23 авторски свидетелства. Основните му научни приноси са в областта на компютърните архитектури, оценка производителността на компютърни системи и мрежи.

Уменията и навиците следва да се придобиват още в детската градина, в основното и в средното образование, ако искаме децата да се развиват като пълноценни граждани на информационното общество. Компютърът е усилвател на мозъчната дейност, както различните инструменти са усилватели на физическите дейности. Мускулите обаче трябва да работят, а мозъкът – да се използва. Когато на входа на компютъра се подават „умни“ идеи – резултатът е значителен, но той може да действа и като усилвател на глупостта. С други думи, образованието трябва да предос-

тавя на младите хора адекватни знания, които да съответстват на предизвикателствата, наложени от общественото развитие. Трудно е да се прогнозира какви ще бъдат новите технологии в една бързо развиваща се икономика, но завършилите определен етап образование следва гъвкаво да се приспособяват към тях, което означава да имат широка култура, интелектуални умения и да са готови за постоянно обучение през целия живот.

Разработката на новите технологии предоставя все повече инструменти за развитие и подобряване процеса на образованието. Приложението на атомната енергия е изключително важно за задоволяване на енергийните потребности на човечеството, но същевременно се появява и опасността от глобално унищожение на света. Ако направим един паралел между внедряването на атомната енергия и бързото развитие на Интернет, ще установим, че въпреки всички ползи за обществото от Глобалната мрежа, тя също води до сериозна заплаха, само че за моралния облик на човека, за неговото поведение, за злонамерено манипулиране на мисленето му. Именно тази огромна опасност налага и сериозни промени в образователния процес, като при промяната на образователните програми трябва да се вземат предвид два основни аспекта – обновяване на инструментариума и съхраняване на добрите национални традиции.

Въвеждането на нов инструментариум в училищата ще замени някои методи на обучение с нови и ще даде възможност на учениците да използват съвременната дигитална техника, при което преподаваните от учителя уроци ще се възприемат чрез интерактивни гръски и видеоматериали, чрез клипове за отделните явления в примерни виртуални

реалности. Чрез въвеждане на таблети учениците ще могат да решават задачи в диалог и да използват средства за бърза комуникация и достъп до бази с необходимите данни, детайли, описания и сведения. При това в определен период от време, но не повече от 2 – 3 години, учебната техника ще трябва да се обновява заради бързото развитие на нови технологии.

Уроците по физика, химия, биология ще могат да бъдат обяснявани на учениците много по-нагледно и чрез виртуални реалности те ще могат да „участват“ в процесите на самите явления или събития. Учениците сами ще правят експерименти, за да изясняват тяхната същност. Целесъобразно е също да се отдели особено внимание на нови форми на обучение по математика. Днес се набляга предимно върху запаметяване на формули и теореми и развиване на умения за намиране на „хитри“ решения. Решават се измислени задачи по алгебра, планиметрия, стереометрия, комбинаторика и други области на математиката. Тези подходи подлежат на промяна, тъй като компютрите улесняват решаването на много от задачите с помощта на програмни средства и не е необходимо формулите да се знаят наизуст.

Значително приложение ще намерят и роботите. Учениците ще могат да програмират и да намират нови приложения на роботите, което ще развива творческите им възможности.

Традиционните и новите методи на обучение трябва добре да се да се балансират. От една страна, учениците ще могат да развиват абстрактното си мислене, а от друга – ще използват съвременните компютърни инструменти за решаване на практически проблеми, което ще ги улесни при търсене на работа и при повишаване качеството на живота им. Не ще и съмнение, че въвеждането на новите методи налага да се подготви и съответно съдържание на учебните и на нагледните материали, но то може да се направи поетапно и плавно.

Въвеждането на новия инструментариум ще позволи на учениците да тълкуват множество исторически факти без да наизустяват дати, събития и имена, тъй като ще разполагат с голяма база от данни за справки и по-важното – ще се научат самостоятелно да анализират процесите и явленията, респективно да разграничават същественото от несъщественото, гостоверната от фалшивата информация.



Обучението по работа с компютър трябва да започва още от детска възраст



Работодателите днес искат от университетите повече практическа насоченост на образованието

Въвеждането на новия инструментариум – както в класните стаи, така и у дома – предоставя възможност за самостоятелни занимания и за контакти в социалните мрежи, естествено при съблюдаване на определени етични правила. Процесите на обучение са важен елемент от цялата образователна система. Голяма част от завършващите университетско или професионално образование се научават как да изпълняват работата, за която са получили съответната образователна квалификация на работното място. В много случаи обаче това не задоволява работодателите и те отправят искания към университетите и коледжите за повече практическа насоченост на образованието. Тук трябва да се подчертае, че с новия инструментариум следва да се запознаят и родителите, за да наблюдават възпитанието и развитието на своите деца. Не по-малко важна е и спе-

циалната подготовка на учителите в процеса на висшето образование, за да могат в своята бъдеща работа да подготвят учебния материал.

Другият особено важен аспект е поддържането на съществуващите в нашето образование традиции, свързани с духовността. Доста обезпокояваща напоследък е наблюдаваната у младото поколение тенденция към увлечение по материалното, към търсене на лесни начини на забогатяване и към стремеж

за все повече удоволствия. Увеличават се агресивността, арогантността, използването на стимуланти, алкохол и наркотици. Неуважението към „нежния“ пол също буди сериозни притеснения. При ухажването липсват внимание, уважение, нежност. Явно са забравени прекрасните любовни стихове на Яворов, с които би могло да бъде изразено отношението към едно момиче:

Две хубави очи. Душата на гете
в две хубави очи; – музика – лъчи

Присъщото на поколения българи поведение трябва да се надгражда и чрез прийоми на образованието. Това означава повишаване ролята на изкуството – поезия, музика, живопис. Изключително важно е да съхраним наследството от плеядата писатели, музиканти и художници от XIX и XX век. Не случайно идеята за просперитет на Европейския съюз чрез запазване на духовността намира израз в избора на химн. Одата

на радостта с автор Фридрих Шилер (Friedrich von Schiller) („Радост ти дегне на Рая, ти божествен ясен плам, ний пристъпваме с омая, о, богиньо в твоя храм...“) с нейния припев „Прегърнете днес, о, люде, целий свят виї с любов“ показва, че нашето съществуване е свързано с духовност и с високи морални ценности. Няма да е лесно да се намерят подходящите методи за възпитание на децата, но е необходимо да се търси път към духовно израстване и към изграждане на хармонично развити личности, част от което е и увеличаването на часовете по музика.

Тези два аспекта ще породят госта проблеми, но те налагат още отсега във висшето образование да се въведе определен инструментариум при подготовката на учителите, и то не само за прилагане на новите технологии, но и за вникване в психиката на младото поколение, за да могат да го насочват при възприемането на околната действителност и да оказват положително влияние върху израстването му. Определени обективни гадености, например згравословните аномалии при децата, също следва внимателно да се анализират. В момента образованието използва за базов модел среден ученик, какъвто едва ли съществува. По-силните ученици сравнително бързо усвояват материала, а по-слабите се нуждаят от повече време и грижи. Съвременният инструментариум ще позволи рязкото им разграничаване, т.е.

по-силните да пестят време, а по-слабите да разполагат с допълнителни нагледни материали и повече време. По този начин естествено ще се подобри резултатът на всички ученици. Съвременното дигитално образование разграничава децата с по-добри и с по-слаби възможности. Разбира се, различните програми трябва да предоставят условия и за едните, и за другите. По-силните трябва по-бързо да се придвижват напред, а останалите да изграждат добри навици и да получават поне необходимия минимум.

Съблюдаването на различното интелектуално ниво на децата, профилирането на училищата и повишаване качеството на висшето образование се оформят като основни концепции в развитието на образованието у нас.

Този подход е свързан не само с различните методи на преподаване и различните учебни материали, но и със семейната среда, в която учениците живеят и се възпитават. Ако не се вземе предвид последното, не е изключено учебни-



Традиционните и новите методи на обучение трябва добре да се балансират



Интерактивните маси дават огромни възможности пред усвояването на знания и разбирането на процесите.

те пособия да започнат да „изчезват“ или да се „повреждат“, което означава материални загуби. От друга страна, евентуалната категоризация на училищата в зависимост от района или произхода на децата би довела до социално напрежение. В нашето близко минало обаче съществуваша класически и реални гимназии и ако внимателно анализираме тази традиция, ще установим, че е добре да се насочим към създаване на елитни училища на различни нива.

В настоящия момент особено внимание следва да се обърне на техническите и икономическите учебни заведения, заради ускорената динамика в технологичното развитие и бизнес процесите.

Създаването на профилирани училища е добър подход за решаване на проблема с различните способности на учениците, ако искаме обществото да раз-

полага с добри професионалисти. Това съвсем не означава, че учениците се разделят на качествени и некачествени. Но един добър майстор техник със средно образование може да е точно толкова ценен за обществото, колкото и един добър инженер, стига да са истински професионалисти. У нас златните ръце на майсторите техници са изиграли изключителна роля за развитието на новите технологии и при поддържането на сложни апаратури и устройства.

Профилирането на училищата предлага по-добра възможност за всяко дете да се превърне в пълноценен специалист на определено ниво. За една добре работеща промишленост са необходими както високкоквалифицирани инженери, така и качествени средни техници. Същото се отнася за цялата икономика и обществено-политическа сфера – специалисти-

те със средно специално образование са не по-малко важни от тези с по-висша квалификация.

Важен елемент от образователната система е въвеждане на етичен кодекс и обучението по етика. То е наложително поради няколко проблема, между които разпространение на наркотици, злоупотреба с алкохол, радикализъм, нарушаване на авторските права, използване на социалните мрежи за нарушаване на личната идентичност и т.н.

Без добро висше образование не могат да се решат проблемите нито в началното, нито в средното образование, нито в научните изследвания. Отсъствието на авторитетни специалисти води до кризисни ситуации в много области. В стратегически проблем за държавата се превръща необходимостта от елитни висши учебни заведения, които да дават качествено образование в съответствие със световните стандарти. Понастоящем наблюдаваме масово обучение с ниско ниво, което означава, че не създаваме авторитетни учени и специалисти, а ако такива се появят, те обикновено емигрират. Не е ясно дали емигриралите ще се върнат, тъй като пазарната икономика едва ли ще позволи това да се случи. Напълно реален обаче е един подход, при който да бъдат създадени висококачествени университети и научни институти, които да са в състояние да предоставят адекватно възнаграждение на своите специалисти. Наши добри учени и специалисти биха могли да бъдат привлечени дори при малко по-ниско възнаграждение, тъй като работата в близост до семейството и родния край не е без значение.

Разбира се, не е изключено някои от тях да предпочетат развитието си в чужбина, но те ще поддържат своите

контакти тук. Защото непрекъснатият обмен на информация е естествен процес в науката, производството и изследванията. Работещите в нашите университети и фирми ще говорят на един език, ще имат по-добър стандарт на живот и няма да се срамуват да поканят колега от чужбина, вместо да се чудят как да го посрещнат.

Въвеждането на дигиталния инструментариум или т.н. „машинно обучение“ следва внимателно да се прецени. Например за хуманитарните направления да се отдели внимание на методи за разпознаване, компютърни преводи, игри (шах, логически задачи и др.), а за приложните направления да се включат индустриални процеси, транспорт, съставяне на модели на системи (особено да се наблегне на тяхната коректност) и т.н.

Важен елемент е разработката на комплексни подходи за предпазване от Интернет заплахи. От една страна строго да се съблюдават етичните правила за използване на глобалната мрежа, а от друга – както преподавателите, така и обучаемите да разпознават и по възможност да предотвратяват заплахи. Този процес на обучение ще е постоянен във времето, тъй като технологиите ще предоставят нови възможности за хакерски атаки.

Образованието е сложен и продължителен процес с много аспекти и дългосрочна визия за цялостното обществено-икономическо развитие на страната. Обнадеждаващото е, че у нас то е обявено за приоритет в управленската политика. Затова обаче от политиките се очакват адекватни и отговорни решения, вземани и изпълнявани с експертното участие на най-авторитетните специалисти в тази област. ■

Проф. Николай Спасов:

Данувиус – малка революция в познанието ни за еволюцията

Откритите останки на фосилна маймуна от Германия говорят за двуного придвижване преди 11,6 млн. години. Това променя представите за развитието на предчовеците и на веригата, довела до Човека.

– Проф. Спасов, бихте ли разказал накратко за откритието, което представихте в списание Nature...

– Става дума за скелетни останки от човекоподобна маймуна на 11.62 млн. год., открити в Германия, които променят сериозно представите за ранната еволюция на човешкото семейство. По статията работихме в международен екип от 9 човека. Новият род и вид носи научното име *Danuvius guggenmosi* (изва от келто-римския бог на р. Дунав). С него се хвърля допълнителна светлина на един много оспорван въпрос – за произхода на изправената походка на човека. През последните стотина години редица хипотези са били предлагани в това отношение, но до момента палеонтологически доказателства с такава древност практически липсваха.

Тук имаме богата находка. Данувиус е описан по останките на поне 4 индивида. Най-пълнен е скелетът на мъжкия индивид. Неговите пропорции са сходни с тези на шимпанзето бонобо. Благода-

рение на запазени дълги кости от крайниците, от пръстите и прешлените, може да се възстанови начина, по който се е придвижвал. И излиза, че човешкият вървеж на два крака вероятно се е появил, макар и за придвижване по гърветата, преди повече от 11.5 млн. год.

– Как се посрещна вашата публикация в Nature?

– По света специалистите бяха впечатлени. Имаме, разбира се и критици, които трябваше да излязат в същото списание – това е техен принцип. На едната критика ние отговорихме и списанието каза, че няма да я публикува, защото я намира за неоснователна, а другата ще излезе заедно с нашия отговор, като самите критици ни писаха, че не трябва да приемаме мнението им като атака срещу самото откритие, а като несъгласие с някои интерпретации, което е напълно в рамките на коректната дискусия и научната етика. Всъщност, когато в науката излезе нещо толкова

Проф. Д-р Николай Спасов е роден в София. Учи в Биологическия факултет на СУ „Св.Климент Охридски“, специалност „Зоология на гръбначните животни“. Специализирал е в Москва и Париж. Ръководи българските палеонтологически разкопки. Участник или организатор на зоологически експедиции в различни места по света. Директор на Националния природонаучен музей при БАН от 2011 г. Има над 240 научни публикации в областта на палеонтологията, систематиката, екологията и археозоологията. През ноември в списание Nature бе публикувана статия за Данувуис – фосилна маймуна, която променя утвърдените представи за еволюцията на предците на човека. Член на редколегията на списание Природа, той бе любезен да разкаже по-подробно за работата си по това откритие.

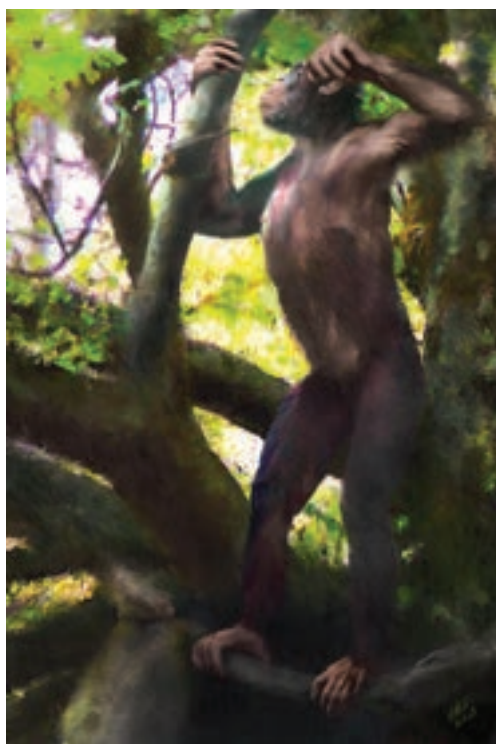


радикално, е естествено, че не всички ще го приемат. Винаги има различни позиции, както по отделни детайли, така и в цялост.

– Nature е институция за световната наука. Бихте ли разказал каква е технологията на подготовка на статиите?

– Ние сме трима автори на текста, а както споменах, по откритието работихме гевет човека. Аз съм вторият автор в публикацията, но всъщност работехме заедно, като обсъждахме всеки абзац, всеки даваше забележки, дискутирахме, приемахме обща позиция. Работата беше сложна – не само по текста, но и по многото фигури и графики, които трябваше да бъдат изпипани и проверявани внимателно. Статията трябва да отговаря на високи изисквания за стил и качество. Имахме ограничение и по обем. Всъщност, в началото ние предложихме кратка статия, която бе насочена към рубриката „Писма до Nature“,

редколегията обаче е била заинтригувана и те ни предложиха да разширим материала и да го сложим в основните рубрики с големите, фундаментални статии. Тогава се свързахме с Велизар Симеоновски, който е мой ученик и сега работи в Чикаго, един от водещите художници анималисти, специализиран по този тип рисунки. Помолихме го да направи реставрация, като му зададохме параметрите. После я обсъдихме, направихме своите бележки, преди да я приемем за достатъчно достоверна. Тази реставрация излезе в същия брой на Nature, в коментара на списанието – те имат специализирани журналисти, които правят коментари за най-важните статии. Разбира се, статията е минала и дълъг процес на рецензиране. Списанието се допитва до поне трима авторитетни рецензенти, но могат да са и повече, ако се засягат различни специалности. В случая всички рецензенти дадоха положителни оценки, като всеки имаше и своите забележки, с които в една или друга степен трябваше да се съобразим.



Възстановка на Данувиус от Велизар Симеоновски

Появата на статия в научно списание като Nature означава не просто, че редакторите са я харесали, а че най-авторитетните специалисти по темата са дали своето мнение по съдържанието и качествата ѝ.

– Това може ли да се приеме като научна легитимация на самото откритие?

– Да, разбира се. Едно откритие, за да бъде публикувано във високопрестижно списание, особено в Nature, излиза само след като премине под критичния поглед на рецензенти, които са световно известни учени. Това не означава, че с такава публикация се поставя „точ-

ка над i“ за вечни времена. Науката се развива, след време може да се появи и нещо различно, потвърждаващо или опровергаващо и то ще бъде публикувано, но след като премине през същия процес на проверка. Така се развива науката.

– Вашето откритие води до промяна на една масово утвърдена представа за веригата на еволюцията, довела до предците и в крайна сметка – до човека....

– За да бъде прецизен ще кажа, че по-скоро осветлява някои от важните аспекти на възникването на определени признаци, които вървят в посока към днешното човечество. В изкопаемата летопис неизвестното винаги е повече от известното и откриването на нова изкопаема човекоподобна маймуна, и то в Европа, е твърде интересно, защото дава нов детайл за еволюцията, както и за природната обстановка тогава, която е относително слабо изучена. Важно е и това, че разкопките, проведени от екипа на проф. Маглен Бьоме, попадат на голямо количество кости, между които ние идентифицирахме 4 индивида и към 40 отделни кости от този вид. Това ни дава възможност да научим нещо повече за локомоцията, за начина на придвижване на това същество. И когато започнахме с анализа на функционалната морфология на костите – какви са били движенията на предните и задните крайници, с голямо учудване установихме, че някои от белезите на задните крайници, които в този случай можем да наречем и долни, говорят за изправен вървеж. Не човешкият изправен вървеж по земната повърхност, но все пак изправен. Даваме си сметка, че комбинацията от белезите при всички случаи говори за доминиращ дървесен начин на

живот, но изглежда това същество е можело да се придвижва по хоризонтални клони на два крака, за да е свободно да манипулира с предните. Винаги са се водили спорове сред учените къде и кога е възникнало двуногото придвижване при хоминидите и никога не е имало данни за подобно нещо в толкова отдалечено време. Със сигурност има данни за двуногото придвижване при предчовеци от преди 6 млн. години и по-малко. Тук може да се добави и грекопитека, на възраст 7,2 млн. години, първият потенциален, според нас, хоминин (предчовек), живял не в Африка, а по Източното Средиземноморие (на Балканите). До момента

нямаше никакви данни за локомоцията му. Наскоро намерихме една бедрена кост (!), която все още изучаваме, тази изключителна находка ще ни даде наистина нови данни, но за тях ще говорим след публикуването ѝ.

При Данувиус с голямо учудване открихме, че някои от белезите при задните крайници говорят за двуногото придвижване преди повече от 11,5 млн. години. Това все още е маймуна, не е хоминин, както е ооринът, например, за който е ясно според морфологията на бедрената кост, че е изправен, но той вече е първият сигурен предчовек и е много по-късен. В случая говорим за една човекопо-



От Данувиус са запазени сравнително много кости, което позволява да се анализира начинът му на придвижване

добна маймуна, която има комбинирано придвижване, обикновено се е двигала по дърветата с помощта на предните крайници, т. нар. висящо придвижване по клоните, но е можела да ходи по относително хоризонтални клони и на два крака. Изглежда, че с много силния палец на крака е можела да се захваща за клона и да се движи стабилно по относително тънки клони, да се изправя на тях и с предните крайници да къса плодове, например. Това означава, че още преди да се обособи човешката линия, някои маймуни са могли да се придвижват на два крака. Все пак това не е човешкото, наземното придвижване на два крака. Ние считаме, че тук става дума за движение по клоните.

– Може ли тази маймуна да бъде разположена във веригата, която довежда до човека?

– Можем да го кажем, в една или друга степен. Данувиус е в така наречената СТЕМ група на предците, без да можем да уточним дали е в линията на прекия



Данувиус е бил с размерите на шимпанзето Бонобо

предшественик или е негов братовчед. От тази група на предците е тръгнала еволюцията на тези хоминиди, които дават след себе си еволюционните линии на горилата, шимпанзето и на човека. Данувиус показва каква е била локомоцията на прекия им общ предшественик.

– Данувиус променя ли географията на тази еволюция?

– Това е интересен въпрос. От Дарвин насам особено внимание за еволюцията на човека се отделя на африканския континент. Дарвин обаче не е изключвал възможността тази еволюция да е протекла и в Европа. След епохалните открития първо в Южна Африка в началото на миналия век, а после и в Източна Африка стана нещо като постулат концепцията, че цялата еволюция на човека и неговите предци е протекла в Африка. Нашите изследвания от последните години като че ли разбиват тази „догма“, а това поражда и реакции. В науката има известна инерция, когато нещо се счита за доказано, то започва да изглежда толкова безспорно, че не подлежи на обсъждане. Изследователите са склонни да приемат с труд идеи, които не съвпадат с утвърдените постулати. Това се случи преди две години, когато аргументирахме хипотезата, че първия потенциален предчовек е грекопитекът и той е живял по Източното Средиземноморие, а не в Екваториална и Източна Африка. Случва се и сега, когато намираме, че първите наченки на двуногото придвижване също са свързани с европейския континент. Но и опонентите вече разбират, че трябва да се отдели много повече внимание на еволюцията, протекла в Европа, защото очевидно тя не е без значение. Да,



Заглавието на публикацията за Данувиус в сайта на сп. Nature

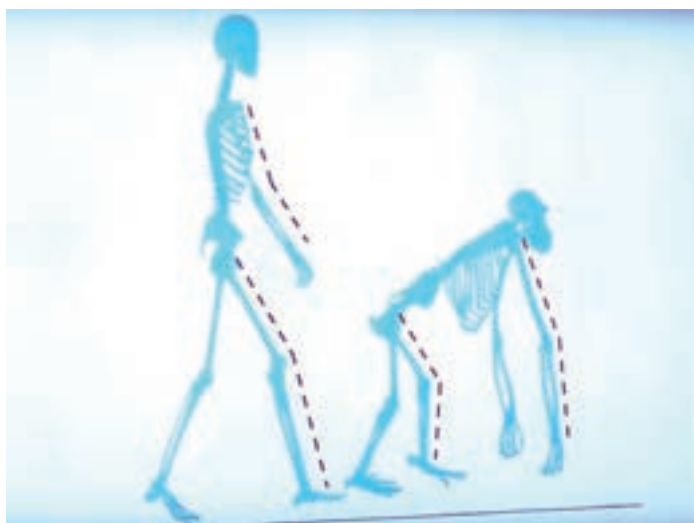
много от етапите на човешката еволюция са протекли преди всичко в Източна и Екваториална Африка. За това говорят множество открития. Но първите стъпки на тази еволюция изглежда са започнали в Европа и ако решим да се пошегуваме, ще кажем, че това може да гадга на нас, европейците, допълнително самочувствие.

Ролята на Европа за ранните етапи на човешката еволюция започва да се потвърждава от нови открития. Само месеци след като ние публикувахме в две статии в списание Plos One, че грекопитекът би трябвало да е първият хоминин, излезе публикация, в която бяха описани следи на двуногото същество – вкаменени следи в някогашната туня, измерени в района на Трахилос, на остров Крит. Днес вече знаем, че това двуногото същество е на повече от 6 млн. години. Тоест, то е живяло вероятно преди първото сигурно, до момента, двуногото същество от Африка, орангутанът от Кения, който е на 6 млн. години. Все повече данни показват, че първите етапи на човешкото развитие са свързани с Евро-

па и това не е нелогично. Като прегледаме известните факти от областта на палеоклиматологията и палеонтологията се вижда, че първите савани, в които започва двуногото придвижване, не би трябвало да са в Африка, където те са много по-късни, а са в района на Балканите и Предна Азия. Саваните тогава са се простирали от Балканите до Иран, няколко милиона години преди този биом да се разшири към Африка по климатически причини. И тази фауна, която днес наричаме африканска саванна фауна, има своя произход тук, а после се е преместила на юг, заради климатичните промени.

– И какви бяха реакциите?

– След публикуването на нашето изследване, определящо грекопитека като първи хоминин, имаше реакции, разбира се. Когато бъде публикувана теза, променяща рязко гледните точки, естествено се оформят два лагера. Единият аплодира, а други казват „това не може да бъде“. Освен научният спор, за това



Походката на Данувиус не е съвсем изправена, но той все пак може да се придвижва на задните си крайници

се крият понякога и различни амбиции, както и интереси. В случая с грекопитека, който измества фокуса от Африка към Средиземноморието, реагираха някои екипи – например американски, но не само – които от десетилетия бяха хвърляли огромни средства и усилия за експедиции и изследвания в Африка. Естествено, те не изпитват удоволствие от откритие, което може да отклони погледите в груга посока. Имаше колеги, които казваха „вярно, че белезите, които сте намерили при грекопитека досега бяха приемани за човешки, но щом ги намирате в Европа, значи това е „паралелна еволюция“. Тоест – тук паралелно се е развивала група, която не води в еволюцията си към човека, а има груг произход, но при сходни условия развива белези, сходни с човешките. За по-голяма яснота ще дам класически пример за паралелизъм. Тялото на ихтиозаврите и тялото на делфина много си приличат, но едните са древни рептилии, а другите са съвременни бозайници. Те си при-

личат, защото имат сходен начин на живот в една и съща среда, но по произход са различни.

Това обаче, в случая с дискусията около грекопитека, е емоционален подход, защото всъщност нищо не доказва, че грекопитекът е сляпа улица на паралелизма. Дори напротив, щом такива белези са приемани до момента за човешки и ние ги намираме при грекопитека, то имаме всички основания да го включим в еволюционната линия на човека. Не ние, а опонентите трябва да докажат, че става дума за паралелна еволюция, а такива доказателства няма. Да не забравяме, че съществува, живеещо по Източното Средиземноморие, може относително лесно да мигрира (виждаме това с груги саванни видове) към Африканския континент. Имахме критика в едно южноафриканско списание, на която отговорихме. След това нямаше реакция, нямаша повече аргументи.

– Произходът на човека всъщност е уводната глава на всички учебници по история, а там има едни и същи рисунки и сходен разказ от дълго време насам. Вашите неща могат ли да доведат – и по какъв начин – до промяна в този утвърден популярен пласт на масовото историческото знание?

– Аз мисля, че това вече се случва, защото днес информацията достига много по-бързо до хората. Почувствах го лично. Моите внучки живеят в Рим

и учат в италианско училище. Когато учителят на едната им разказал за голямо откритие за еволюцията на човека на Балканите, тя се похвалила „да знам, дядо ми е го е открил“. Оттогава той периодично я пита в час дали имаме нови открития. Виждате, че днес и образователната система може да реагира по-гъвкаво на промените във „високата наука“. Медиите са светкавични, всичко се разпространява бързо и принуждава и най-консервативните системи да реагират. Тези открития все повече се утвърждават и можем да очакваме, че тези новости ще бъдат отразени в учебниците.

Между другото, седмица след като излезе статията в Nature, с учудване видях, че резултатите от нея са отразени и в Уикипедия, където вече има статия за Данубиус. Не знаех, че се подготвя такава. Всъщност там може да я е направил някой антрополог или дори студент. Никой от нашия екип не е участвал, но все пак е достоверна. Същото е и с грекопитека.

– **Вашето откритие е добър начин да се види и разликата между класическите методи за публикуване на научни резултати и модерните технологии, които са много по-бързи**

– Разбира се, едно откритие не се публикува първо в интернет или в Уикипедия... За да се счита за публикувано, както посочих

по-горе, то трябва да е в научно списание и да е минало през рецензенти – учени. Никой учен не смята Уикипедия за сериозен източник. Можеш да тръгнеш от там като отправна точка, но за сериозно ниво на проучване се търсят истински научни публикации. Така е и така ще бъде винаги, защото Уикипедия не се пише от професионалисти и там няма отговорност. Вярно, много хора всъщност научават за грекопитека и за Данубиус от там и това е чудесен начин за популяризиране, но ако интересът е сериозен, след това трябва да се потърсят истинските, оригинални източници.

– **Бихте ли разказали за екипа...**

– В сегашната наука откритията обикновено са колективно дело. Изследванията стават международни и интердисциплинарни. Екипът се създава от учени, които са открили, че имат сходни интереси и са се оценили един-друг. Нашият екип, публикувал статията за



Работата с фосилните остатъци изисква изключително внимание



Проф. Мадлен Бьомер (родена в България) представя Данувийс пред научна аудитория

Данувийс, се формира от дългогодишна обща работа. Мадлен Бьомер я познавам от студентските ѝ години, тя ме потърси, когато разбрала от пресата за успехите на българо-френска експедиция край Дорково, в която аз бях организатор от българска страна. В работата по Данувийс сме 9 изследователи. Ръководител е Бьомер (тя е провела разкопките), която е родена в България – баща ѝ е германец, а майка ѝ е българска арменка. Дейвид Бигън е американец, но работещ в университета в Торонто. Баща му по произход е от Беларусия. Привлякохме го в нашия екип, още когато работехме върху зрекопитека, защото е един от водещите палеоантрополози, при това специалист по европейските хоминиди. Аз съм си чист българин, доколкото има такива. Другите са германци и един французин. За мен е чест, че се намесих в „челните редици“ на една област, в която България няма своя школа

– направлението, свързано с произхода на човека. Но да разгадавам историята на най-древните хора беше моя мечта още от детските години, а който търси – намира... Всъщност тепърва имаме да разкрием други впечатляващи открития, които ще дойдат от България. Живот и здраве, нека да бъдат публикувани, тогава ще можем да говорим за това...

– Вие ще станете много популярен...

– Популарността „гъделичка“ самочувствието, но за учения по-важното е признанието на специалистите, а не външната суета. За изследователя основното удоволствие е достигането до истина, усещането че си първият, който е надникнал през този неотворен до сега прозорец. И ако неговите истини са важни за науката – няма по-голямо удовлетворение от това. ■

Изчезнал виетнамски бозайник „възкръсна“ след 30 години

През 1910 година в Югоизточната крайморска част на Виетнам, в района на гр. На Транг (Na Thrang), е открит най-гребният копитен бозайник в света, получил популярното име Виетнамска сърна-мишка (The Vietnam mouse-deer). Размерите на възрастните животни били не по-големи от тези на заек или котка. Обитава ниските гористи хълмове с надморска височина до около 500 м., където влажността е висока поради близостта на морето. Научното име на този странен вид е *Tragulus versicolor*, а по-късни изследвания върху разпространението му показали, че той е ендемичен вид, живеещ само в тази част на Южен Виетнам. Поради наличието на по-светла сребриста окраска на гръбната страна на животните те имат и второ популярно име – Сребриста сърна-мишка (Silver backed chevrotain).

През втората половина на миналия век, вероятно и в резултат на продължителните военни действия в тази част на света, популацията на вида силно намаляла и след 1990 г. виетнамската сърна-мишка била окончателно обявена от Международната организация за защита на природата (IUCN) за „Изчезнал вид“. Няколко години по-късно видът е включен и в Световния списък на „25-те най издирвани изчезнали видове“ на нашата планета.

През 2019 г. виетнамската студентка Ан Нгуен (An Nguen) от университета в гр. Лайбниц (Германия), заедно с екип биолози и еколози от Виетнам и Германия, решават да предприемат ново търсене на изчезналия вид в района, който е обитавал преди. Предприемат обиколка в обширен район чак до границите с Лаос, разпитват местни жители, търсят подходящи необитаеми гори.



За целта те монтират в редица крайморски гористи райони от морето чак до границите с Лаос над 30 фото чувствителни капани за нощни наблюдения и регистрация. Само след няколко месеца наблюдения изследователите успяват да получат над 1800 документални снимки, на някои от които много добре се виждат както женски, така и мъжки екземпляри на излезли за нощна паша сърни-мишки. Откритието на младите учени предизвика голям интерес не само между експертите и природозащитниците в света, но и между зоолози, етолози и еколози, тъй като знанията за храненето, размножаването, числеността, биологията и поведението на „възкръсналия“ вид бозайник са твърде оскъдни. По думите на един от участниците в откритието – г-р А. Тилкер (d-r A. Tilker) сега предстои да се разработи ефективен план за неговото оцеляване и бъдещо опазване. „Ако ние не положим сериозни усилия да опазим този вид сега и той отново изчезне, може би няма да го намерим повече отново“, заключава г-р Тилкер.

*По Nature Ecology & Evolution
и Live Science*

Хиляди тардигради са „изсипани“ през 2019 г. на Луната. Каква е съдбата им?

Васил Големански

Поради това и на български език са известни като бавноходки, на руски език ги наричат тихоходки, а на английски език са наречени водни мечета (water bear), поради особенния начин на придвижване, подобно на крачещи малки мечета.

Тялото им е късо, торбовидно с дължина само 0.2 – 1.2 мм. Те всъщност имат 4 чифта коремно разположени крачка, които завършват с остри нокътчета или вендузи за по-добро захващане върху субстрата, но последната двойка са насочени назад и служат само за прикрепване. За ходене се използват първите 3 чифта крачка, които могат да се движат самостоятелно и независимо, в зависимост от субстрата. Притежават белези както на прешленестите червеи, така и на някои примитивни членесто-

Тардиградите, както вероятно е известно на нашите читатели, са малка група многоклетъчни микроскопични безгръбначни животни, които поради особеното си външно и анатомично устройство са класифицирани от зоолозите в самостоятелен тип – Tardigrada. Името на типа е от две съставни думи: *tardi* – бавно и *gradior* – стъпвам (крача) и означава „бавно крачещи“.

ноги животни и се считат за междинна родствена група с тях. Познати са около 300 вида в света, които обитават както сладките води и влажните мъхове и почви, така и солените морски води.

Това, което е много характерно за тардиградите и ги прави изключително интересни както за зоолозите, така и за много групи специалисти – биолози, медици, физици и др., е способността им да преживяват продължително време в разнообразни екстремни условия и отново да „оживяват“, когато бъдат върнати към нормални жизнени условия. Те са известни със своята способност, при попадане в екстремни жизнени условия, напр. високи температури, замразяване, безкислородна среда, вакуум, висока радиация и др., да изпадат в продължение

на месеци и години в анабиоза (криптобиоза) и отново да оживяват за часове след поставянето им при нормални жизненни условия. Поради това тардиградите са често използван обект в различни научни експерименти, а в последните години вниманието към тях проявяват и космическите изследователи. Тардигради са изпращани вече няколко пъти в космически мисии на сателитите FOTON-3 M, ENDEVOUR и др.

През 2019 г. научните списания и световни агенции оповестиха за нови космически експерименти до луната, в които отново са използвани и голям брой изсушени и доведени до дълбока анабиоза тардигради. За съжаление обаче, техният космически полет се оказва неуспешен, а съдбата им остава неясна засега и предизвиква основателни въпроси у много учени. За какво по-точно става въпрос?

През 2011 г. в Израел е създадена обществена международна организация, наречена SpaceIL, спонсорирана главно от известния израелски милиардер Морис Хан (Morris Khan). Амбицията на нейните създатели е да организира във възможно кратък срок построяване, полет и кацане на израелски подвижен апарат на луната през 2018 – 2019 г. та Израел да стане петата страна в света, изпращаща свой космически луноход. За реализиране на този амбициозен проект в следващите няколко години, със съдействието на Израелската космическа агенция (Israel Space Agency) и главно от израелски космически специалисти, е



Общ изглед на тардиграда от род Macrobiotus, които често се срещат и в България

построен специален подвижен апарат – робот, подобен на изпращаните досега луноходи от други развити страни, наречен „Берешит“ (Bereshit, Genesis). Той е снабден с апаратура за измерване на електромагнитното поле, лазерен ретрорефлектор и друга научна апаратура, но в него е поместена и специална капсула с биологичен материал. Без да се дават подробности се съобщава, че в нея се съдържа материал от ДНК и голям брой – според някои информации хиляди – тардигради. Те са предварително биологично обработени и са включени в контейнера в състояние на пълна анабиоза.



Увеличен преден край и уста на Macrobiotus



Общ вид на лунохода Beresheet

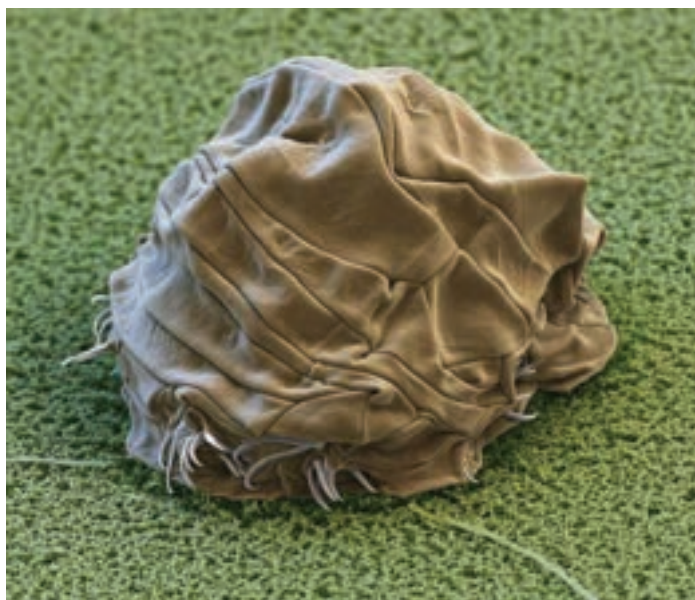
Основното съдържание на „Берешийт“ обаче, предвидено за изпращане на луната е около 30 милиона страници дигитализирана и аналогова литература и информация, вкл. английската версия на „Уйкилийкс“, израелската „Декларация за независимост“, държавният флаг на Израел и други исторически документи, както и лого *Small Country, Big Dreams* („Малка страна, Големи мечти“). Теглото на „Берешийт“ не е голямо – 150 kg. и той е окончателно подготвен и изпратен в Кейп Канаверал (САЩ) за изстрелване. Стартът е успешен, но при навлизането на „Берешийт“ в лунна орбита на 4.IV.2019 г. се появяват сериозни технически проблеми с управлението му и той се разбива на повърхността на луната на 11.IV. 2019 г. Не е ясна напълно съдбата на съдържанието му, но се допуска, че и боксът с биологичния материал се е разбил и доведените до ана-

биоза тардигради са попаднали на лунната повърхност. Някои информационни агенции и списания съобщават, че „Хиляди тардигради са изхвърлени на луната“ (*Live Science*), други оповестяват, че тардиградите са буквно „изсипани на лунната повърхност“ (*Vox, Wired*). Може би, ако на „Берешийт“ бяха изпратени групи вигове животни, които не могат да живеят или да издържат продължително на екстремни условия интересът към този случай не би бил толкова голям, но в случая учените са сери-

озно заинтересоване от факта, че там са попаднали животни, които с години могат да живеят в дълбока анабиоза и отново да се връщат към активен живот при нормални условия на температура, кислород и влажност.

Ще припомним отново за забележителните възможности на тардиградите за приспособяване и преживяване в екстремни условия на живот, близки до тези на някои групи планети. Поради това много зоолози и автори на научнопопулярни книги често ги считат за „пришълци от други планети“, „космически гости“ и др. Основания за това са дали и фактите за многократното им намиране в активно състояние както на антарктически ледници, така и в горещи извори в Исландия при температури на водата около 50°C. По данни на японски изследователи от 1998 г., публикувани в авторитетното научно

списание Nature, някои видове тардигради спокойно понасят атмосферно налягане от около 300 атмосфери, което за много други животни води до бързо разрушаване на клетките и прекратяване на жизнения метаболизъм. Нещо повече – оказало се при по-късни изследвания, че в специални контейнери тардиградите понасят за няколко дни и атмосферно налягане от 6000 атмосфери., което е около 5-6 пъти по-голямо от атмосферното налягане в най-дълбоката Марианска падина в Тихия океан! По данни на американския учен д-р Мат Симон (Dr Matt Simon) от 2014 г. тардиградите могат да бъдат обезводнени до 95% от водното съдържание на тялото им и в подобно „изсушено“ състояние (анабиоза) могат да преживяват до 30 години. В литературата съществуват сведения, че тардигради са оживели и след 120 години престояване в хербаризирани изсушени мъхове, които сведения обаче изискват експериментално потвърждение.



Тардиграда в състояние на анабиоза след дълбоко изсушаване



Акад. Васил Големански е професор по протозоология и зоология на безгръбначните животни, един от водещите специалисти у нас. Директор на Института по зоология при БАН (1988 – 2003). Член-кореспондент на БАН (1997) и академик (2003).

По отношение на температурната им поносимост научно е доказано, че тардигради оживяват след престояване до 20 дни при температура от -193°C , както и че могат да понасят температура до $+65^{\circ}\text{C}$ в продължение на 10 ч. и до 1 час при температурата на вряща вода.

Забележителна е издръжливостта на тардиградите и на радиация в условията на космически полети. Те са били вече „космонавти“ през 2007 г. в експериментите със сателита FOTON-M 3 и се оказало, че след 10 дневен престой в условията на космически вакуум и радиация около 68% от експерименталните животни „оживели“ само за 10-ина минути след завръщането си при



Разходка на оживели изхвърлени тардигради на лунната повърхност (Фотомонтаж от Интернет)

нормалните жизнени условия на Земята и в следващите дни даже снасяли жизнеспособни яйца. По данни на Американската аерокосмическа агенция (NASA) в изсушено (анабиотично) състояние тардиградите могат да понесат до 1000 пъти по-висока радиация от много други безгръбначни животни и да се връщат отново към активен живот в нормални жизнени условия.

На какво се дължи тази изключителна жизненост и издръжливост на тардиградите е въпрос, който в последно време насочва много учени и главно генетици към тяхното изследване. Едни от първите резултати от подобни изследвания са на японски генетици върху един вид тардиграда – *Ramazzotus variematus*, публикувани в научното списание *Nature communications* през 2015. Техните изследвания показали, че животните притежават специален ген, наречен DZUP, който най-вероятно осигурява тяхната изключителна издръжливост към екстремни жизнени условия. Оказало се също, че в генома на тардиградите съществуват и чужди гени на групи едноклетъчни организми – археи, бактерии и протозои, които също проявяват висока издръжли-

вост към екстремни външни условия. Може би скоро и в тази област на науката тардиградите ще ни поднесат изненади и ще разкрият неподозирани механизми за тяхната необикновена издръжливост, включително и към космически условия?

Изложените по-горе факти и сведения относно злополучния

полет на „Берешийт“ с участието и на голям брой необикновени земни „космонавти“ в него – тардиградите, обясняват големия интерес на много учени и на обществеността към него. На страниците на някои научнопопулярни списания и агенции вече се появиха и фотомонтажи на тардигради, разхождащи се по лунната повърхност. Един от тях предлагаме и на вниманието на нашите любознателни читатели. Необикновена издръжливост на тези примитивни земни обитатели дава основания на учени и информационни агенции да считат, че не е изключено някои от „изсипаните“ от „Берешийт“ на луна тардигради да се окажат и първите ѝ продължителни обитатели, които да посрещнат новите луноходи и космонавти, които човекът планира скоро да изпрати там. В подкрепа на това ще цитираме мисълта, с която завършва една от информациите за „Берешийт“, публикувана в известното списание *LiveScience* от м. август, 2019 г.: „Дали някоя от „Берешийт тардигарите“ ще прекара своето време в някой от лунните кратери, докато дочака да бъде съживена, само времето ще покаже“.

Брашнени червеи се хранят с...пластмаси

Един от големите екологични проблеми пред съвременното човечество е натрупването на пластмасови отпадъци. И може би няма да е далече времето, когато последиците от тях ще се окажат фатални за човечеството. За съжаление и досега няма открити ефективни методи и средства за решаване на този болезнен за природата и човечеството проблем.

През последните 3 – 4 години в някои научни списания се появиха интересни съобщения, че ларвите на широко разпространени насекоми могат да използват за храна пластмасови отпадъци от различен характер.

През м. юни, 2018 г. в научното списание *Environmental Science and Technology* международен екип от американски и китайски учени от университети в Станфорд, Беркли и Норман (САЩ) и Пекин (Китай) публикуваха интересни факти, че ларвите на обикновения Брашнен червей (*Tenebrio molitor*) могат да се хранят с полиетиленови и пенополистиролови пластмаси, които преработват в нетоксични остатъци. В лабораторни условия учените установили, че около 49% от гадената на червеите полиетиленова и пенополистиролова смес се усвоявала и отделяла в червото като въглероден диоксид (CO₂), а другата част се изхвърляла с фекалите на насекомите за около 2 денонощия. По време на експериментите ларвите на брашнения червей не показвали промени или признаци на токсичност от пластмасите и с тях били хранени скариди, които също



не показвали никакви промени и смущения в поведението. В експеримента бил използван и пенополистирол с противопожарна добавка хексабромциклододеканг, който има токсичен ефект върху нервни клетки, но и той бил използван без негативен ефект от ларвите на брашнения червей. Не е доказано обаче, дали това токсично вещество не се отделяло в изхвърлените с фекалите остатъци от експерименталните чер-

веи отново във външната среда.

Изследователският екип извършил изследвания и върху микробната асоциация в гушата и червото на експерименталните брашнени червеи с цел да установи евентуална роля на бактериите в преработката и усвояването на изследваните пластмаси. В резултат, в храносмилателната система на ларвите били установени различни видове бактерии от родовете *Citrobacter* и *Kosakonia*, за които се предполага, че вероятно също участват в смилането и усвояването на посочените пластмаси, но това предстои да се провери и докаже. Независимо от многото въпроси, които възникват около публикуваните пионерни научни резултати и твърдения на авторите, те все пак дават известна надежда и перспективи за бъдещи изследвания и постижения в борбата срещу вредните в екологично и медицинско отношение пластмасови замърсители на околната среда.

По Environmental Science and Technology и Наука и Живн

Сред природата, хората и ... прилепите на Киргизстан

Хелиана Дунгарова

Първото ми посещение и влюбване в природата и хората на Киргизстан бе през 2017 г., когато участвах като български изследовател в международната пещерна експедиция „Алай 2017“. След приключване то на експедицията, на път към Бишкек отново се озовахме в единствения проход в планината, свързващ севера и юга. И пак нашият гиз ловко маневрираше сред хаоса от овце, коли и камиони. За минути ни завари зимата и всичко се обагри в бяло. Осъзнах, че оставам душата си да галопира с конете в Туя-Муюн, да се рее със зимния вятър в прохода на Тяньшан и да се наслаждава на червеникавия залез на слънцето над платото Джалпак-Таш. След което – още преди да се кача на самолета за дома – реших, че на всяка цена трябва да се завърна в Киргизстан.

Година по-късно получих тази възможност благодарение на фондация Rufford от Великобритания. Тя финансира проекти за опазване на биологичното разнообразие в страни извън ЕС. Основни цели на проекта бяха свързани с изучаване и опазване на прилепите, но на първо място беше образованието и работата с местните хора. Защото образованието е ключът към опазването на каквото и да е на тази планета.

И за начало – няколко гуми за Киргизстан, за моята, вече любима, „Земя на контрасти“. Тук се преплитат остатъци от номадския начин на живот със съветско минало и порядки на Ориента. Първите стъпки в Киргизстан започват от столицата Бишкек, където разходката из пазара е задължителна. Там, обви-

ти в колорита и аромата на Ориента, освен характерните местни продукти, може да се намерят някои социалистически реликти, включително боя за коса на „Роза импекс“. А след пазара погледът е привлечен от шопинг център с легендарното име ЦУМ, който е разположен точно срещу ГУМ. Напомня за стария софийски ЦУМ в комбинация със стария гружбенски РУМ.

Бишкек е разположен в северната част на страната, която граничи с Казахстан. За да стигнем до южната част има два варианта. Първият е със самолет, с който прелитаме над високите върхове на планината Тянь-Шан, а вторият е с кола. Той е по-живописен, защото минава през Тоо Ашуу - единственият проход, свързващ севера и юга, разполо-



Столицата Бишкек



Планината Тянь-Шан

жен на 3180 м. Пътят е красив, а пътуването – изпълнено с адреналин. По него няма абсолютно никакви маркировки, а правила за движение – такива, каквито ги познаваме – не съществуват. Колите се движат между камиони и коне, които

се изпреварват по завоите и то най-често – по най-тесните отсечки.

Южната част на страната беше целева по проекта. Регионът е планински с карстов релеф, който загражда южната част на Ферганската долина. Вторият



Град Ош

по-големина град в Киргизстан е Ош – нещо като столица на Югозападен Киргизстан. Градът е разположен в подножието на Алайския хребет и впечатлява с внушителна статуя на Ленин, про-

бождаща сърцето на града. Около нея се отбелязват всякакви празници, включително и сватби, които през лятото са буквално на около 10 минути.

Ош и Ошският държавен университет бяха основни логистични звена по проекта. В Ошка област е разположен района Туя-Муюн, в който в девонски и долнокарбонски варовици е развит уникален хидротермален карст. В пещерите и каверните са развити баритово-калцитови рудни находища, съдържащи и известно количество уранови и радиеви минерали. Районът е проучен и описан в началото на XX век от известния съветски геохимик и минералог академик Александър Евгениевич Ферсман. През 50-те години на XX век в пещерите там започва секретна програма за добив на радий с цел използването му за създаването на първата съветска атомна бомба. Тук е мястото да спомена, че най-забележителната част от масива е каньонът Данги през който се вие река Араван-сай,



Теренна работа в Туя-Муюн

а над него гордо се реят орлите, един от символите на Киргизстан.

В областта има разнообразие от подземни местообитания, които играят важна роля за прилепите. През летните периоди те формират колонии, в които отглеждат малките си. Тези колонии имат високо консервационно значение. Такова значение имат и зимните хибернакулуми, където пещерите имат основна роля като укритие не само за пещеролюбивите, но и за горските видове прилепи. Незаконното влизане в пещерите за развлечение или за извършването на иманярска дейност в Югозападен Киргизстан е една от основните заплахи за представителите на летящите бозайници. Въздействието на тези нерегламентирани практики води до висока смъртност при новородените прилепи през лятото и има летално въз-



Полева работа

действие върху техните колонии през зимата. Поради тези причини изпълнението на проекта премина в две основни фази – лятна и зимна.

Началото на лятната фаза беше пог знака на търсене на студенти, с които да проведем полевата работа. Оказа се,



Университетска работна група в Ош



Индийският подковонос (Rhinolophus lepidus)



Остроухият нощник (Myotis blythii)

че в киргизката култура всякакви дейности извън дома през нощта са забранени, а прилепите се свързват с дявола и съпътстващите го легенди. Сблъсках се и с невероятния мит, че прилепите снасят златни яйца, което караше местните да извършват вандалски про-

яви в пещерите, водещи до смъртта на новородените прилепи. Обаче най-голямото препятствие беше да се убедят родителите на студентите, че това е научно изследване, а прилепите са благородни същества, които ни помагат в борбата с вредителите по насажденията и кръвосмучести насекоми. На фона на голямото видово разнообразие най-голям дял от прилепите по света са насекомоядни. Те улавят насекомите от листата на растенията, както и около тях, има видове, които ловуват над водната повърхност и на открито. Един прилеп може да изяде около 2000 насекоми на вечер – ако тежи около 8 грама, тоу изядва към 10 грама насекоми. Прилепите са биопестицидите на Земята!

Преборихме се с предразсъдъците и малко след това започнах да работя със студенти от университета в Ош, а през лятото на 2018 г. гоуе време и за активна полева работа. Изследвахме гевет пещери в Ошска област и гве в Баткенска област. Установихме общо гванадесет вида прилепи: голям подковонос (*Rhinolophus ferrumequinum*), индийски подковонос (*Rh. lepidus*), малък подковонос (*Rh. hipposideros*), остроух нощник (*Myotis blythii*), трицветен нощник (*M. emarginatus*), кафяво прилепче (*Pipistrellus pipistrellus*), прилеп на Сави (*Hypsugo savii*), полунощни прилепи (*Eptesicus ogneviu*, *Eptesicus cf. Turcomanus*), дългоух прилеп на Стрелков (*Plecotus strelkovi*), каспийски широкоух прилеп (*Barbastella caspica*) и булдогов прилеп (*Tadarida teniotis*).

Индийският подковонос е разпространен от Афганистан, през североизточен Пакистан чак до северозападна Индия. До днес видът е малко известен и има спорадични сведения от планински райони на югоизточната част на

Западен Туркестан. По времето на Съветския съюз често е бил смятан за малък подковонос. През 1991 на базата на кариологични изследвания, направени от професор Иржи Зима, става ясна неговата видова принадлежност. И до днес състоянието на популацията на индийския подковонос се счита за неизвестно.

От друга страна остроухият нощник се смята за вид с много широк ареал на разпространение, включващ Източна Европа, Близкия изток, Закавказието, Централна Азия, Северна Индия до Бангладеш и Бутан, Северен Китай. Всъщност, ако се възгледаме в информацията, закодирана в неговата митохондриална ДНК (предавана само по майчина линия), ще открием, че тя се отличава. Централноазиатският хаплотип е непристъп за представителите на вида, разпространени от Кавказ, през Анадола до Европа и вероятно става въпрос за отделен вид, характерен за Централна Азия.

Широкоухият прилеп е характерен европейски вид, разпространен главно в гористите местности на планините. Този вид използва за укриване храмуци на гървета или подпокривни пространства. Неговият братовчед каспийският широкоух прилеп се е приспособил за оцеляване в аридните и негостоприемни райони на Централна Азия, обитавайки скалните пукнатини и пещери.

Булдоговият прилеп е разпространен в Евразия и името му идва от наличието на кожни гънки по муцуната. Той използва за укриване скални цепнатини и живее по единично с изключение на женските, които образуват летни размножителни колонии. Това, което прави този вид уникален, е издаването на характерни по-нискочестотни звуци,

които са в човешкия чуваем спектър. В Киргизстан той започва да е активен от края на февруари. Вероятно ще възкликнете как разбрах, а отговорът е лесен – чух го!

Може би един от най-енигматичните централноазиатски видове прилепи е белокоремният стрелоух (*Otonycteris hemprichii*). Той е разпространен от пустините на Северна Африка и Югозападна Азия до Казахстан и северозападните части на Индия. Видът е уникален, защото се е специализирал в лова на скор-



Каспийският широкоух прилеп
(*Barbastella caspica*)



Булдоговият прилеп (*Tadarida teniotis*)



Хелиана Иржи Дундарова е главен асистент в Институт по биоразнообразие и екосистеми изследвания – БАН, отгел „Екосистемни изследвания, екологичен риск и консервационна биология“. След завършването на магистратура в Карловия университет в Прага отгава научната си кариера на прилепите. Това я води към тайнствения и енигматичен свят на пещерите. Научните ѝ интереси са свързани с филогенцията на летящите бозайници, както и на изучаването на еволюционните връзки между тях и някои зоонозни заболявания в Палеарктичната зоогеографска област.

пиони. Белокоремният стрелоух напада скорпиона след като чуе звук от движението му и е резистентен към отровата на своята плячка. Точно този вид се опитвах да хвана през двете години в Киргизстан. Дори намерих гнездо на скорпиони, над което опънах мрежата, но за съжаление не успях. До днес видът е слабо изучен и пред него стоят множество въпросителни, на които се надявам да отговоря един ден.

Повечето от изследваните пещери се оказаха значими местообитания за размножителните колонии на големия подковонос, индийския подковонос, остроухия нощник и трицветения нощник (*M. emarginatus*). Размножителните колонии са много важна част от жизнения цикъл

на прилепите, защото в тях женските индивиди се събират, за да родят и отгледат своите малки. Проучването на летните колонии хвърли светлина върху състоянието на популацията на индийския подковонос в Централна Азия, а събраните проби от остроухи нощници ще допринесат за изясняване на неговата принадлежност.

За целите на полевата работа цялата логистика се провеждаше от дома на местно узбекско семейство в Араван – село, разположено на 50 км от Ош, в радиуса на които бяха разположени повечето значими за прилепите пещери. Много скоро станах част от това семейство. Те ме научиха как да приготвям традиционни узбекски и киргизки ястия и ме въведоха в техните обичаи. Често си играех с децата им, които ме накараха да осъзная колко важно е да се опитам да вляза и в училищата, защото ако искам да имам успешен проект, то образованието трябва да започне от младото поколение.

Всички дейности на този етап бяха проведени със студенти в Ошския държавен университет и на терен. В полевата работа се включваха основно трима студенти, от които едно момиче. И тримата в началото много се бояха, особено от мрака на нощта. Постепенно ги научих да съзерцават обиспаното със звезди небе, да гледат към мигащите светлини на самолетите и да мечтаят. След това постепенно ги научих да заобичат прилепите и да не ги е страх от тъмнината.

През зимата на 2019 г. започна вторият етап от проекта. Стъпвайки отново на киргизка земя отидох в университета, за да си потърся студентите. Оказа се, че студентката, с която работих през изминалото лято, се е омъжила и за огромно съжаление не можах да

намеря нейните нови контакти. Тя при- тежаваше огромен потенциал и жажда за знания, затова силно се надявам, че някога ще довърши образованието си. На този етап от проекта момичетата участваха само в семинарите, но не и в полевата работа.

Зимният етап включваше установя- ване на значимите пещери за зимни ко- лонии на прилепите в Киргизстан. Бяха изследвани общо седем пещери в Ошска област. Значими за зимни колонии на ин- дийския подкованос и големия подков- нос бяха само две от тях. Всички пеще- ри – с изключение на една една – са сухи и с по-високи температури в сравнение с европейските пещери, важни за зимни- те колонии на прилепите.

Вероятно тук, критиците биха си помислили „толкова ли безславно ще завърши този проект?“ Отговорът е „Не“, защото през първата част на про- ект бях решила, че трябва да се насоча към децата. Така зимата се претърколи и на празника Нооруз, с който се отбе- лязва астрономическото настъпване на пролетта, се запознах с американски го- бриволец, който беше учител. От гума на гума той ме покани да водя урок при децата от 7 до 12 годишна възраст.

Така се озовах в смесеното киргизко-уз- бекско средно училище „Фрунзе“. Там си поговорихме за биологията и за живота на изследователя. Оказа се, че урокът е бил интересен също и за директорка- та. С нея станахме добри приятелки и посещенията ми в училището станаха почти редовни. От моето семейство в Араван пък ми споделиха, че дядото е учител по физкултура в местния ин- тернат, където живеят и учат деца в неравностойно положение. Отидохме и там, за да започна работа с част от децата. Всъщност зимното преброява- не на прилепите в две от пещерите се проведе с тяхното съдействие. Децата искрено се радваха на пещерите и при- лепите, а аз пък се привързах към тях. На раздяла обещаха, че ще продължат да учат и ще станат биолози.

Приносът на този проект за опазване на прилепите е изцяло образователен, а резултатите от нашата работа бяха споделени с „Фонд за опазване и изслед- ване на пещерите“ в Киргизстан. Заедно подготвихме доклад, който беше пред- ставен пред властите от Държавната агенция за опазване на околната среда и горите при правителството на Кир- гизката република. Местните власти

обещаха да започнат да разработват пра- вила за ограничаване на достъпа до тези пещери в съответ- ствие с най-добрите европейски практики.

Тръгнах си от Ош в последния ден на април 2019 г. и пре- летях върховете на Тянь-Шан с надеждата да се върна отново в моята „Земя на кон- трасти“.



Детски училищен семинар

Имунитетът

при насекомите – познат и непознат

Данаил Такоу, Петър Остоич

При хората вроденият имунитет се състои от клетъчни отговори срещу нашествениците – фагоцитоза (поглъщане) или отделяне на протеини, разрушаващи инфекциозните агенти и техните метаболити, като възпрепятстват възпроизводството на болестотворните агенти. Адаптивният имунитет се отнася главно до изработването на антитела – белтъци, които се свързват специфично с патогени или токсини в организма. Добре проучени са имунните реакции при хората и бозайниците, но отскоро се откроява ясно и въпросът за имунната система при насекомите – какво представлява, аналогична ли е донякъде на тази при гръбначните животни? Имат ли всички насекоми имунна система, подобна на тази при човека и гръбначните животни, в какво се изразява тя и как действа, каква е нейна-

Имунитетът при човека и животните е съвкупност от реакции на клетъчно и молекулярно ниво, с които организмът се защитава от патогени (вируси, бактерии, гъбички, паразити), способни да предизвикат заболяване. Имунитетът бива два типа – вроден (заложен в гените на организма) и адаптивен или придобит (разработен от организма в отговор на ново имунологично предизвикателство).

та роля в живота на насекомите? Тези и много други въпроси са научно интригуваща и практически значима тема по много причини.

Имунитетът при насекомите е важен за съвременната на-

ука, но той е обект на сериозни изследвания сравнително отскоро. Първият по-обстоятелствен труд, засягащ имунитета при насекомите е „Имунитетът при безгръбначните“ (Invertebrate Immunity) на Мараморос и Шоп (Maramorosch and Shope) от 1975г. Всички досегашни изследвания в насекомите доказват наличието само на вроден имунитет. Като най-многочислена група животни на планетата – над 80% от всички животински видове – тяхното значение е огромно за сухоземните екосистеми. Известно е, че пчелите, представители на надсемейство *Apoidea*, са най-важните опрашители на цъфтящите растения;

счита се, че без тяхното участие, екосистемите са застрашени от унищожение. От друга страна, редица видове се считат за опасни за други растителни и животински организми, а също и за човека. Примери за такива са комарите (над 3500 вида от семейство *Culicidae*), които са преносители на множество заболявания (малария, жълта треска, западнонильский вирус, денга и др.),

хлебарките, пренасящи, особено в тропиците паратиф и дизентерия, както и редица вредители по земеделските култури и горските насаждения (житен трипс, колорадски бръмбар, бръмбарите хоботници (семейство *Curculionidae*), ларвите на много видове пеперуги). От началото на XX век до ген-гнешен, човечеството използва за борба с насекомите редица химични вещества (инсектициди), най-често принадлежащи към органохлорните и органофосфорните групи. За съжаление, действието на много от тези препарати е неспецифично и те увреждат популациите на много групи насекоми; смята се, че употребата на неоникотиноидни препарати в Европа и Северна Америка е довела до застрашителен срив на пчелните колонии, като тази група пестициди е вече забранена в Европейския съюз.

От друга страна е установено, че някои насекоми са резистентни спрямо патогените, които пренасят. Такъв е случаят с комара *Aedes aegypti*, който е вектор на жълта треска, денга, западнонильская треска и други заболявания, но



Комарите Aedes Aegypti са разпространители на опасни болести

той самият е неподатлив на инфекция с тези патогени. Именно от гледна точка на биологичната борба с насекомите вредители е особено важно да се проучи какво представлява имунната им система и как действа тя.

За разлика от бозайниците, при които е еволюционно развита втора линия на имунна защита, която е адаптивна (организмът на бозайниците създава антитела срещу редица патогени, процес, който включва генна рекомбинация), при насекомите засеза е установен само вроден имунитет. Това означава механизми, заложи в гените на организма, които нямат способността да се изменят и да произвеждат диференцирани белтъци като антителата. Въпреки това, оказва се, че популациите на насекоми често са устойчиви на редица патогени, които се срещат в околната среда. **Как се получава това, как функционира имунитетът при насекомите?**

На първо място е добре да се спрем на органите, които играят основна роля в защитата. **Масното тяло** е най-голе-



Доц. д-р Данаил Таков завършва „Биология“ в Софийския университет през 2000 г. През 2008 г. защитава дисертация в Института по зоология при БАН. Занимава се с изучаването на еноклетъчни паразити, вирусни и гъбни патогени на стопански значими видове насекоми – бръмбари, пеперуди и др. Проучва подходите за биологичен контрол на горски и земеделски насекоми вредители. За първи път у нас изследва комплекса от паразити и патогени в короядите – една много важна група бръмбари, свързана със здравето на горите.

мият орган в телесната празнина на насекомите. Простира се в гърдите и коремчето на животните. То е хомоложен орган на черния дроб при бозайниците, като е прицелна тъкан за всички основни хормони, като неврални хормони, ювенилен хормон и екдизон. При инвазия на бактериални патогени в мастното тяло се активира генната експресия на антимикробни пептиди (малки белтъчни молекули, които нарушават целостта и жизнените функции на бактериите). Антимикробните пептиди са обсъдени по-подробно по-нататък, но е важно да се отбележи, че след синтеза им в мастното тяло, те се освобождават в **хемолимфата**, прозрачна течност, която е подобна на кръвта при бозайниците и улеснява транспортирането на хранителни вещества, отпадъчни продукти и метаболити. Освен мастното тяло, активна роля в имунитета изграят циркулиращите в хемолимфата клетки (**хемоцити**), които, както белите кръвни телца при бозайниците, са няколко вида и се активират при нараняване на насекомото или при нахлуване на патогени. Някои от основните типове хемоцити са: **пролевкоцити** (сферични клетки с голямо ядро, делящи се митотично), **гранулирани хемоцити** (овални по форма клетки, неподвижни, с метаболитни функции), **адиποхемоцити** (големи, с овални ядра, вакуолирана цитоплазма), **коагулоцити** (сферични клетки с големи ядра и прозрачна цитоплазма), **кристалоидни клетки**, **звездовидни клетки** и други.

Някои типове хемоцити не се срещат често при всички насекоми и се отличават при различните видове. Например, най-често срещаните видове циркулиращи хемоцити в хемолимфата на пеперуди (*Manduca sexta*, *Bombyx mori*) и гунтерите (*Drosophila melanogaster*,

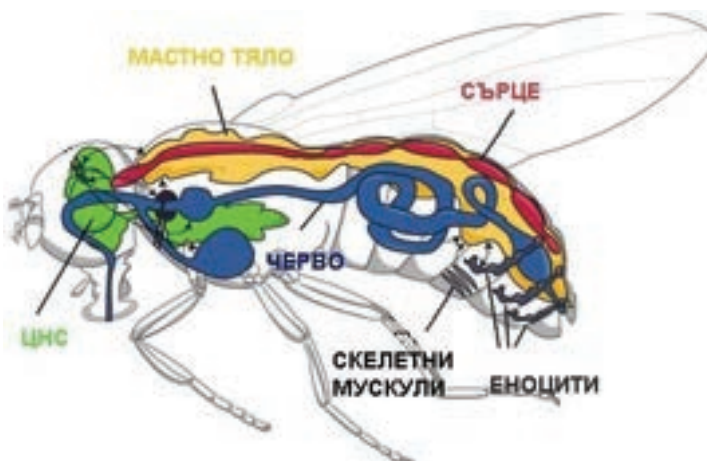


Д-р Петър Остоич завършва „Биохимия и клетъчна биология“ в Международния университет в Бремен, Германия. През 2019 г. защитава дисертация в Института по биоразнообразие и екосистемни изследвания при БАН. Занимава се основно с екологичния риск, предизвикан от антропогенни фактори в околната среда.

Ceratitis capitata) са гранулоцити и плазмоцити. Най-малко шест вида хемоцити са идентифицирани в големия въсвичен молец *Galleria mellonella*; прохемоцити (могат да се диференцират в редица клетъчни типове), плазмоцити (съдържащи лизозомни ензими и участващи в образуването на капсули), гранулоцити, коагулоцити (имат функция в процеса на коагулация), сферолоцити и еноцитоиди. Заедно с мастното тяло, плазмоцитите също синтезират и отделят антимикробни пептиди и сигнализират към мастното тяло на ларвите в отговор на инфекциозен процес. Въпреки че типовете хемоцити и техните роли варират при различните насекоми, е важно да се знае, че те са основни **клетъчните имунни отговори**.



Дрозофилата е изключително важна за развитието на науката



Вътрешно устройство на дрозофила

Тези отговори биват три типа:

1) Фагоцитоза. Този тип имунен отговор съществува и при бозайниците. Фагоцитоза означава „поглъщане“ на патогена от клетка на гостоприемника. Процесът започва с разпознаване на нахлуващите патогени, след попадането им в насекомните организми. Специфични рецептори на повърхността на хемоцитите разпознават „нашественика“ (най-често бактерия или гъбичка). След

това хемоцитите поглъщат патогените и ги разграждат вътреклетъчно.

2) Нодуляцията е друг защитен механизъм, който представлява образуването на многоклетъчни хемоцитни агрегати, които улавят голям брой бактерии. Образуват се нодули (възли) в отговор на редица нашествия в насекомните тела.

3) Капсулирането представлява свързване на хемоцитите с по-големи мише-



Първият открит антимикуробен пептид е цекропин, открит в най-голямата пеперуда от Северна Америка – *Hyalophora cecropia*

ни като паразити (например, протозои и нематоди). Капсулирането може да се наблюдава, когато паразитоидни оси поставят яйцата си в ларвите на *Drosophila*. След свързване с яйцата на „нашественика“, хемоцитите образуват многослойна капсула около тях, която обгражда чуждото тяло и му пречи да се развива.

В добавка към клетъчните имунни отговори, при насекомите, както и при бозайниците, съществува **хуморален имунен отговор**. Той представлява противодействие на нашествениците с помощта на разтворими в телесните течности биомолекули, които са най-често белтъци с ниско молекулно тегло. При насекомите този вид имунитет се изразява в синтеза на **антимикуробни пептиди**. Това са малки белтъчни молекули с дължина обикновено не повече от 20 аминокиселини. Първият открит антимикуробен пептид е цекропин, открит в най-голямата пеперуда от Северна Америка – *Hyalophora cecropia*. До момента са открити над 150 антимикуробни пептида, като търсенето продължава.

Независимо от различните структури и функции на антимикуробните пептиди, те са интересни не само от гледна точка на изследванията на насекоми, но и при бозайниците. Все пак известен факт е, че над 90% от съществуващите антибиотици са продукт на присъстващи в природата организми и само 10% от тях са синтетични (т.е. създадени от човешка ръка).

Установихме, че насекомите имат мощни вродени механизми за защита. Но как техният организъм разпознава „чуждото тяло“? Как знае кой конкретен антимикуробен пептид да синтезира? Отговорът е в **рецепторите**, както и в **сигналните пътища**. Рецепторите, откриващи нашественици при насекомите, могат да бъдат два типа – трансмембранни (такива, които лежат върху клетъчната повърхност) и разтворими (секретирани в хемолимфата до момента, в който срещнат патоген). Пример за подобни рецептори са β -1,3-глюкан разпознаващите протеини, които са открити при *Drosophila* и се свързват с грам-отрицателни бактерии, по-специфично с един вид сложни полизахариди (β -1,3-глюкани), които са част от външната обвивка както на грам-отрицателните бактерии, така и на гъбичките. Сигналните пътища при насекомите се иницират след разпознаване на нашественика от подобни рецептори. До момента са идентифицирани три подобни пътя:

1) Пътят на белтъците JAK/STAT, който се активира от грам-отрицателни бактерии и иницира транскрипцията на гени, като например пептидите грозин и апигецин.

2) Пътят на белтъка IMD, който се активира от всички видове бактерии и иницира синтеза на грозин.

3) Пътят на трансмембрания рецептор Toll, който разпознава гъбички и грам-положителни бактерии и води до синтеза на гуптерицин и атацин.

Не на последно място, да се върнем отново към едно от най-опасните насекоми на планетата – комара *Aedes aegypti*. Знаем, че той е преносител на четири много опасни тропически вируса – денга, жълта треска, чикунгуния и западнотилски вирус. И четирите имат потенциала да убият човек, особено ако имунната му система е отслабена. През последните години западнотилският вирус се среща и на Балканите. Въпреки че при ухапване комарите могат да ни заразят с тези заболявания, самите те не страдат от тях. Как може да се обясни това? **Антивирусният имунен отговор** при насекомите е мощен и безпогрешен. Те синтезират рибонуклеинова киселина (РНК), хибридуизираща с тази на вируса. След това хибридна РНК бива открита от ендонуклеази, ензими, които я разрушават и по този начин унищожават вирусните механизми за биогенеза и размножаване. Открити са три антивирусни пътя при насекомите, медицирани от три ензима, разграждащи двойноверижна РНК, наречени Dicer-1, Dicer-2 и AGO-3. Въпреки това са открити и вируси, които заразяват и насекомите. Такива са бакуловирусите (*Baculoviridae*), от които досега са открити 76 вида. Те се използват както в науката (за въвеждане на рекомбинантни гени в клетки на насекоми), така и в би-

ологичната борба срещу насекомите – вредители.

Съвременната биологична наука все по-често търси екологосъобразни методи за справяне с редица остри за човечеството проблеми. Биологичната борба с вредителите има все по-съществена роля за контрол на развитието на каламитети или масови размножавания на насекомите, които предизвикват локални екологични кризи. И тези животни, подобно на бозайниците, имат своите болести – бактериални, гъбични и вирусни инфекции, както и редица паразити. Откритата през 1901 г. бактерия *Bacillus thuringiensis* е същински „убиец“, унищожавач редица вредители. Гъбичните заболявания също са опасни за насекомите – такава е ентомопатогенната гъбичка *Beauveria bassiana*, установена при над 700 вида и използвана за контрол на скакалци, трипсове, листни въшки и различни видове бръмбари. Някои патогени, като *Bacillus thuringiensis*, са широкоспектърни средства за контрол, т.е. атакуват множество видове. Други, като гъбата *Entomophaga maimaiga*, са видово специфични. Тя атакува единствено пеперугата гъботворка *Lymantria dispar*. *Entomophaga maimaiga* е интродуцирана в България през 1999-та година и успешно регулира числеността на гъботворката у нас.

Изследванията на имунитета при насекомите дават ново поле за развитие, свързано с разкриването на механизмите им за защита. Осветляването на тези въпроси има изключително значение за редица общобиологични и екологични проблеми, стоящи пред човечеството, най-вече в областта на превенцията и контрола на инфекциозните болести, които се пренасят от насекоми, но също така зясят земеделието, животновъдството и горското стопанство. ■

Астрономическите явления през 2020 г.

Пенчо Маркишки

Ярките планети ще формират интересни конфигурации – ще има няколко взаимни съединения между тях, както и атрактивно противостояние на Марс. Очаква

се две комети да достигнат яркост, позволяваща лесното им наблюдение с бинокъл. От максимумите на най-интензивните метеорни потоци, най-добре ще се наблюдава този на Геминиди през декември.

Всички моменти на астрономическите явления, посочени тук, са в българско официално време.

Начало на сезоните

Астрономическа пролет: 20 март, 05^h 50^m (пролетно равноденствие).

Годината ще бъде оптимално богата на астрономически явления от различен тип. Ще се наблюдават общо шест затъмнения – две слънчеви и четири лунни. Слънчевите затъмнения ще бъдат пръстеновидно и пълно, а четирите лунни – само от полусянката на Земята. От България ще се наблюдават три затъмнения – две от лунните и едно слънчево.

Астрономическо лято: 21 юни, 00^h 44^m (лятно слънцестоене, най-дългия ден в годината, траещ 15 часа и 19 минути).

Астрономическа есен: 22 септември, 16^h 31^m (есенно равноденствие).

Астрономическа зима: 21 декември, 12^h 02^m (зимно слънцестоене, най-късия ден в годината, траещ 09 часа и 2 минути).

Земята ще бъде в перихелий (най-близо до Слънцето по своята орбита – на 147 091 144 km от него) на 5 януари в 09^h 48^m. Афелият на Земята ще настъпи на 4 юли в 14^h 35^m, когато планетата ни ще бъде най-далеч от Слънцето – на 152 095 295 km.

2020 г. е високосна.

Лятно часово време (с 1 час напред) ще се въведе на 29 март в 03^h 00^m. Връщането към зимно часово време ще стане на 25 октомври в 04^h 00^m.

Слънчеви и лунни затъмнения

1. Лунно затъмнение от полусянката на Земята на 10 януари

Това е първото затъмнение за 2020 г., което вече отмина и бе видимо и от България.

Началото на затъмнението от полусянката беше в $19^{\text{h}} 07^{\text{m}} 45^{\text{s}}$. Максималната фаза настъпи в $21^{\text{h}} 10^{\text{m}} 01^{\text{s}}$, а краят на затъмнението – в $23^{\text{h}} 12^{\text{m}} 24^{\text{s}}$. Продължителността на явлението бе 4 часа, 04 минути и 39 секунди. Максималната фаза на затъмнението бе 0.895, т. е. почти девет десети от диаметъра на Луната бяха покрити от земната полусянка в момента на максимума.

2. Лунно затъмнение от полусянката на Земята на 5 юни

Второто лунно затъмнение за годината също ще бъде видимо от България. То ще се наблюдава от най-западните части на Тихия океан, Япония, Азия, Австралия, Индийския океан, Европа, Африка, южната и източната част на Атлантическия океан, източната част на Южна Америка и Антарктика. При този тип лунни затъмнения Луната преминава само през полусянката на Земята, което води до леко понижаване на яркостта на лунния диск, особено към единият му край – този, който се оказва по-близо до пълната земна сянка. Частични фази и пълна фаза изобщо не се наблюдават, поради което мнозина считат тези явления за неатрактивни. Възможно е да се наблюдават оцветявания на лунния диск в съвсем леки нюанси, тъй като малка част от слънчевата светлина, осветяваща Луната тогава,

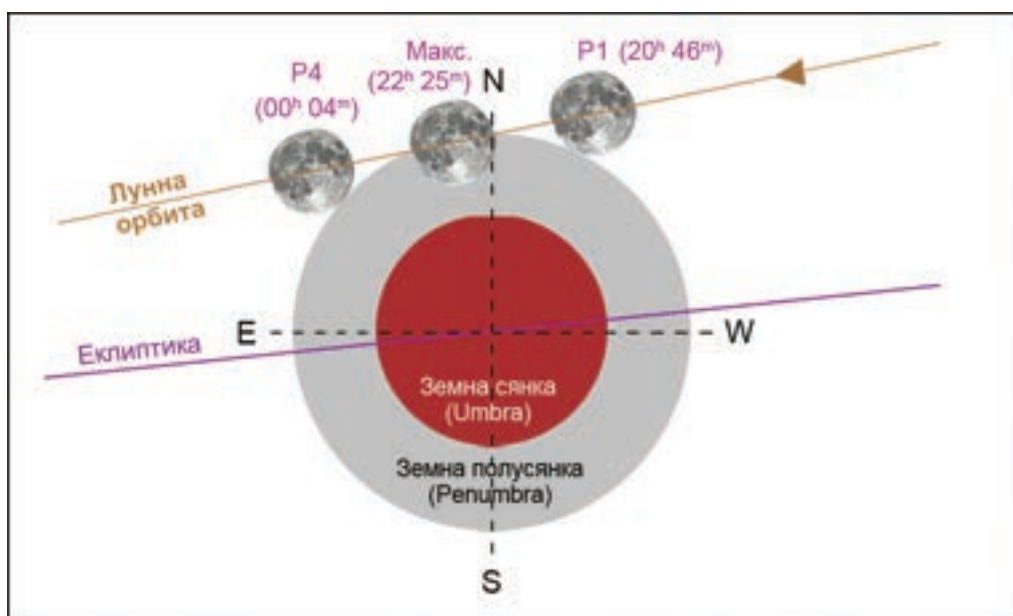


Пенчо Маркишки е роден през 1970 г. в гр. Шумен. Интересът му към астрономията датира от ранните му ученически години. През 1985 започва да се занимава с фотография и астрофотография. По-късно конструира първите си стационарни и преносими инструменти за фотографски астрономически наблюдения. Автор е на много публикации в наши и чужди научнопопулярни издания, посветени на оптиката, астрономията и астрофотографията. От 2008 г. работи като оптик в Института по астрономия с Национална астрономическа обсерватория при БАН и в катедра „Астрономия“ на СУ „Св. Климент Охридски“.

е пречупена през земната атмосфера и носи топли тонове.

Началото на затъмнението от полусянката (контакт P1) ще бъде на 5 юни в $20^{\text{h}} 45^{\text{m}} 51^{\text{s}}$. Максималната фаза ще настъпи в $22^{\text{h}} 25^{\text{m}} 05^{\text{s}}$, а краят на явлението (контакт P4) – на 6 юни в $00^{\text{h}} 04^{\text{m}} 09^{\text{s}}$. Продължителността на затъмнението ще бъде 3 часа, 18 минути и 17 секунди. Максималната фаза на затъмнението ще е 0.568, т. е. в момента на максимума, малко над половината от лунния диск по диаметър ще бъде покрит от земната полусянка.

В самото начало на затъмнението в $20^{\text{h}} 45^{\text{m}} 50^{\text{s}}$ Луната ще бъде на височина около $1^{\circ} 50'$ в посока изток-югоизток за



Преминаването на Луната през земната полусянка на 5 юни вечерта. Моментите P1 и P4 са на първия и последния контакт на Луната със земната полусянка (Penumbra)

Варна, но за София тя още няма да бъде изгряла. Изгревът на Луната за столицата ще настъпи малко по-късно – в 20^h 48^m. Както и при затъмнението на 10 януари, скоро след началото и към края на явлениято няма да се забелязва разлика от обичайния вид на пълната Луна. Едва около момента на максималната фаза в 22^h 25^m южната (видимо голната дясна) част на лунния диск леко ще посивее. Този ефект ще се регистрира по-добре ако наблюдаваме явлениято фотозаписки.

3. Пръстеновидно слънчево затъмнение на 21 юни

Пръстеновидните слънчеви затъмнения са особено красиви явления, случващи се когато Луната е близо до апогея на своята орбита, т. е. най-далеч от Земята. Логично тогава Луната изглежда

по-малка и по време на пълната фаза на слънчево затъмнение тя не може да закрие изцяло Слънцето. Така периферията на слънчевия диск остава да свети около Луната във вид на тънък пръстен.

Затъмнението ще се наблюдава като частично от Африка, Югоизточна Европа (вкл. България) и Азия. Ивицата на пръстеновидното затъмнение ще започне от Централна Африка – в Демократична република Конго. Ще пресече Южен Судан, Етиопия и Еритрея. След това ще продължи през южната част на Арабския полуостров – Йемен и Оман, ще пресече Северна Индия, Китай и о-в Тайван. Пръстеновидното затъмнение ще завърши в Тихия океан – в района на Марианските острови, южно от о-в Гуам.

Частичните фази ще започнат в 06^h 46^m 00^s. Началото на пръстеновидното затъмнение ще бъде в 07^h 47^m 44^s. Максимална фаза ще се наблюдава в

09 40^m 06^s. Краят на пръстеновидното затъмнение ще бъде в 11^h 32^m 22^s, а на частичните фази – в 12^h 34^m 04^s.

По време на максималната фаза ще бъдат закрити 98.8% от площта на слънчевия диск, като останалият 1.2% от нея ще бъдат видими като много тънък пръстен около тъмния лунен диск.

Пръстеновидно затъмнение с максимална фаза и с продължителност 38.2 секунди ще се наблюдава в 06^h 40^m 06^s UT от района на град Джошимат (Joshimath) в щата Утаракханд (Uttarakhand), Северна Индия. Там ивица-та, от която ще може да се наблюдава пръстеновидно затъмнение, ще бъде широка 21.2 km.

От България затъмнението ще се наблюдава като частично с малка фаза – едва около 0.12. За София явлението ще започне в 08^h 04^m 31^s. Максимално по-

критие на слънчевия диск от само 4.7% ще се наблюдава в 08^h 35^m 42^s, когато Слънцето ще бъде на височина 28° над източния хоризонт. Края на затъмнението за София ще настъпи в 09^h 08^m 16^s.

4. Лунно затъмнение от полусянката на Земята на 5 юли

Явлението няма да бъде видимо от България. То ще се наблюдава от Централна и Западна Европа, Африка – без най-източните ѝ части, по-голямата част от Северна Америка – без най-северните ѝ части, Южна Америка и Антарктика. Максималната фаза на затъмнението ще настъпи в 07^h 30^m 02^s българско време. Продължителността на явлението ще бъде 2 часа, 45 минути и 04 секунди.



Частично затъмненото Слънце, както ще изглежда на 21 юни 2020 в 08^h 36^m за наблюдател от София. Това ще бъде най-голямата фаза на затъмнението за столицата – с максимално покритие на слънчевия диск около 4.7%

5. Лунно затъмнение от полусянката на Земята на 30 ноември

Това затъмнение също няма да бъде видимо от България. То ще се наблюдава от Австралия, по-голямата част от Азия (без Арабския полуостров и Западна Индия), Скандинавския полуостров, Британските острови, Северна Америка, Южна Америка и Арктика. Максималната фаза на затъмнението ще бъде в 11^h 42^m 52^s българско време, а продължителността му – 4 часа, 21 минути и 04 секунди.

6. Пълно слънчево затъмнение на 14 декември

Както се случи при пълното слънчево затъмнение на 2 юли миналата година, това астрономическо явление ще предизвика най-голям обществен интерес. Затъмнението ще се наблюдава като частично от Тихия океан и Южна Америка. Ивицата на лунната сянка ще прекоси южната част на Тихия океан, Чили, Аржентина и ще завърши в южната част на Атлантическия океан. Много астрономи от цял свят – професионалисти и любители отново ще посетят Чили и Аржентина, за да проведат там своите наблюдения. По време на пълната фаза на затъмнението за провинция Рио Негро, Аржентина, Слънцето ще бъде на височина около 73° над хоризонта.

Частичните фази ще започнат в 15^h 33^m 54^s. Началото на пълната фаза ще бъде в 16^h 32^m 34^s. Максимална фаза ще се наблюдава в 18^h 13^m 30^s. Краят на пълната фаза ще бъде в 19^h 54^m 20^s, а на частичните фази – в 20^h 53^m 07^s.

Пълна фаза с максимална продължителност 2 минути и 10 секунди ще се

наблюдава в 16^h 13^m 30^s UT от района на с. Сиера Колорада (Sierra Colorada) в провинция Рио Негро, Аржентина. Там ивицата, по която се движи лунната сянка (т. нар. **ивица на тоталитета**) ще бъде широка 90.2 km. Затъмнението няма да бъде видимо от България.

Видимост на ярките планети

В началото на 2020 г. бяха видими само две от ярките планети: Венера – вечер над югозападния хоризонт и Марс – рано сутрин, ниско на югоизток. През март ще виждаме Венера високо на югозапад след залез слънце – като Вечерница. На 25 март тя ще бъде в т. нар. максимална елонгация – на 46° източно от Слънцето. През летните месеци Юпитер и Сатурн ще се наблюдават удобно над южния хоризонт, видимо вяло от най-ярката част на Млечния път в съвездието Стрелец. През октомври около полунощ ще виждаме Марс с много висока яркост над южния хоризонт – той ще бъде в противостояние на 14 октомври, с голямо приближаване до Земята – на около 62 069 600 km. Този момент ще бъде използван за да бъдат изпратени четири космически мисии до Червената планета: Mars 2020 на NASA, ЕхоMars на ЕКА и Роскосмос, китайската Huoxing-1 и Норе на Обединените арабски емирства. Първите три мисии ще имат задачата да спуснат по един ровър върху марсианската повърхност.

По-забележителни взаимни съединения между ярките планети

В сутрините около началото на астрономическата пролет, близо час и половина преди изгрева на Слънцето (около



Марс, Юпитер, Сатурн и Луната на 19 март рано сутринта над югоизточния хоризонт. Марс ще се движи бързо на изток и ще премине видимо близо до двете гигантски планети. Съединението му с Юпитер ще бъде на 20 март, а със Сатурн – на 31 март

05^h 00^m за София), ниско над югоизточния хоризонт ще може да се наблюдава малък парад на планетите Марс, Юпитер и Сатурн. И трите планети ще бъдат в североизточната част на съвездието Стрелец. На 18, 19 и 20 март сутринта видимо близо до тях ще бъде и изтъняващият сърп на Луната, приближаваща новолуние. Така четирите ярки обекта ще привличат погледа към небето на югоизток.

На 20 март в 08^h 20^m Марс ще бъде в съединение с Юпитер – на 42' 54" южно от него. От България явлението ще се наблюдава от около 04^h до зазоряване (около 05^h 15^m). На следващата сутрин двете планети все още ще бъдат видимо близо една до друга. Скоро след това Марс ще премине видимо близо и до Сатурн – съединението ще бъде на

31 март в 14^h 00^m, когато двете планети ще са на ъглово отстояние 55' 22". От нашата страна явлението ще се наблюдава в края на нощта на същата и на следващата дата, подобно както съединението Марс – Юпитер.

Много астролобители с нетърпение очакват взаимното съединение на двата газови гиганта Юпитер и Сатурн на 21 декември. Това явление се случва веднъж на около 20 години – т. нар. **голямо съединение**. Ректасцензиите (небесните дължини) на двете планети ще се изравнят в 16^h на тази дата, когато Юпитер ще бъде само на 06' 14" южно от Сатурн. Вечерта на 21 декември двете планети ще могат да се наблюдават заедно в окуляра на телескоп с голямо увеличение – около 400 пъти или повече, ако инструментът позво-

лява. Наблюдението обаче ще бъде затруднено – планетите ще са ниско над югозападния хоризонт, в гаснещото сияние след залез слънце. На 21 декември за София Слънцето ще залезе в $16^h 56^m$, а двете планети – в $19^h 17^m$. Около 1 час и 15 минути след залеза на Слънцето, когато небето ще е вече достатъчно тъмно (около $18^h 10^m$), за наблюдател от София Юпитер и Сатурн ще бъдат на височина 10° над хоризонта. Преглед това, наблюдателите трябва да изберат място с нисък хоризонт в посока югозапад. За наблюдател от Варна, от посочените моменти трябва да се извадят 19 минути.

По-ярка комета

Първата сравнително по-ярка комета за 2020 г. ще бъде C/2017 T2 (PANSTARRS). Очаква се през пролетта нейната яркост да достигне около 8.5 mag, когато ще може да се наблюдава лесно с бинокъл. Кометата ще премине през перихелия си (през най-близката до Слънцето точка от своята орбита) в първите часове на 5 май 2020 г., на разстояние 241 615 200 km от централното ни светило. Тази комета е открита от телескопите Panoramic Survey Telescope and Rapid Response System (PANSTARRS) през 2017 г.



Юпитер и Сатурн с по-ярките си спътници, така както ще изглеждат на 21 декември в $18^h 10^m$ през телескоп с голямо увеличение и с поле $9'$. Тогава двете планети ще бъдат на ъглово отстояние $06' 09''$ една от друга. Компютърната симулация е за алт-азимутално монтиран телескоп, без обръщане на образа (север е горе-вдясно)



Видимият път на кометата C/2017 T2 (PANSTARRS) през пролетта и лятото на 2020 г. Позициите на кометата са означени през 10 дни за 22^h 00^m EEST, във формат месец-дата (mm-dd)

В края на лятото и през есента ще премине друга сравнително ярка комета – 88P/Howell. Тя също ще бъде достъпна за наблюдение с бинокъл или с малък телескоп. Очаква се да достигне най-високата си яркост през септември и октомври – около 9 mag. Тогава кометата ще се наблюдава ниско над югозападния хоризонт, веднага след свечеряване, в съзвездията Скорпион и Стрелец. 88P/Howell ще премине през перихелия си на 26 септември 2020 г., на разстояние около 202 419 000 km от Слънцето. Нейният период е 5.5 години. Тази комета носи името Ellen Howell – на изследователка от Калифорнийския технологичен институт, която я открива по време на преглеждане на фотографски плаки, заснети на 29 август 1981 г. с 46 cm Шмит телескоп на обсерваторията Маунт Паломар.

По-интензивни метеорни потоци

Максимумът на най-популярния метеорен поток Персеиди (PER) за 2020 г. ще бъде на 12 август от 16^h до 19^h българско време. В нощите около 12 август Луната ще бъде във фази около последна четвърт и ще изгрява около полунощ. Например в нощта на 12 срещу 13 август Луната ще изгрее за София в 00^h 57^m. Въпреки светлия фон поради Луната, във втората половина на нощите биха могли да се проведат ефективни наблюдения при наличие на много прозрачна атмосфера – например от място високо в планините.

Потокут Персеиди е активен от около 17 юли до 24 август. Тогава Земята, обикаляйки по своята орбита около Слънцето, преминава през облаци от космически частици, отделили се от кометата

Запознайте се с Диего от ...архипелага Галапагос

Диего е само на 130 години и е роден някъде в джунглите на о-в Еспаньола от прочутия архипелаг Галапагос в Тихия океан. Неговото научно зоологическо име е *Chelonoidis hoodensis*, а популярното му име е Гигантска сухоземна костенурка от о-в Еспаньола. През последните десетилетия на XX в. малката островна популация на Диего е била заплашена от пълно изчезване и видът е поставен от Международните природозащитни организации в категорията „Критично застрашен“ (Critically endangered species).

В началото на 70-те години на миналия век Диего е още млад, буен мъжки екземпляр, който нямал проблеми със здравето и бил включен в специални научни програми за запазване на неговия вид от изчезване. Поради неговата жизненост и полова активност, заедно с още 12 женски индивиди от вида, той е бил



включен в размножителна програма на Зоологическата градина в Сан Диего (САЩ) за опазването на вида от пълно изчезване. В резултат на „работата“ му популацията на вида е нараснала от 15 индивиди през 1976 г. на около 2000 индивиди през 2019 година по данни на Службата за опазване на природата в Галапагос. Част от тях са връщани периодично на о-в Еспаньола за възстановяване на естествената популация на вида. По данни на посочената служба днес над 40% от популацията на този вид в Галапагос са преки потомци именно на Диего.

В програмата е участвал и друг мъжки екземпляр, но Диего бил най-забележителен и най-активен. По думите проф. Джеймс

Гибс (James P. Gibbs), преподавател от университета в Сиракуза и Ню Йорк, Диего се отличавал като участник в програмата с това, че бил „достатъчно агресивен, активен и гласовит в неговите размножителни действия и така печелел повече внимание“ от участниците в нея. А световната новинарска телевизия CNN представил през януари 2020 г. резултата от тази спасителна програма по следния начин: „Diego the sexy tortoise saved his species from extinction!“ („Секси костенурка Диего спаси вида си от изчезване“) По същото време и вестник New York Times съобщава новината под следното заглавие: „Diego, the Tortoise whose high sex drive helped save his species“ („Диего, костенурката чиято сексуална активност спомогна за спасяване на вида му“).

Програмата продължава в скоро време Диего и неговите най-млади потомци да бъдат върнати на остров Еспаньола, където да продължат стабилизирането на възстановената популация на вида. А за да бъде напълно успешна тази програма директорът на Националния Парк на Галапагос г-р Жорж Карион (D-r Jorge Carrion) предвижда възстановяване и поддържане на острова и на богатата плантация от кактуси, които са основният хранителен ресурс за този ендемичен вид. Диего вече е герой в много научни съобщения и репортажи в световните медии като спасител на своя вид от пълно изчезване и се завръща като ветеран на заслужена почивка в своята ролина.

По ScienceNews и MNN

Околна среда и рак

Олга Антонова, Алекс Райчев

Всъщност в медицината с термина „рак“ се обобщава голяма група заболявания, които могат да засегнат всяка част от тялото. Една от основните му характеристики е бързото създаване на аномални клетки, които нарастват извън обичайните граници на засегнатия орган и имат способност за метастазирание. В организма има редица гени, важни за правилното функциониране на клетките. Те ги предпазват от увреждане, поправят вече съществуващи грешки и спомагат за осъществяването на клетъчната смърт, когато клетката вече не може да функционира правилно. Ако в тези гени – пазители на клетката – настъпи мутация, те не могат да изпълняват нормалните си функции. В резултат свойствата на клетката се променят, тя започва да расте и да се дели неконтролируемо, обезсмъртява се и се превръща в ракова клетка. Установено е, че наследствените фактори играят важна роля в около

Благодарение на съвременните постижения на медицината онкологичните заболявания, диагностицирани относително рано, са излечими, а установените в по-късен етап вече се възприемат като хронично заболяване, при което се дава поддържаща терапия и се наблюдава увеличена продължителност на живота. Независимо от тези позитивни изменения, раъкът си остава една от водещите причини за смъртност в световен мащаб.

5 – 10% от всички ракови заболявания. При тях има унаследена мутация в гените, свързани с поправката на ДНК. Това означава, че носителите на подобна мутация са много по-чувствителни към действието на

канцерогенните фактори от околната среда, отколкото представителите на общата популация. Понастоящем 30 – 50% от раковите заболявания могат да бъдат предотвратени, ако се избягва контакт с рисковите фактори и се прилагат подходящи методи за профилактика. Това е най-изгодната дългосрочна стратегия за борба с рака.

Международната агенция за изследване на рака подразделя карциногенните фактори от околната среда на три основни категории – физични (ултравиолетова и йонизираща радиация), химични (компоненти на тютюневия дим, замърсители в храна и питейна вода) и биологични канцерогени (вируси, бактерии или паразити). Тук ще разгледаме основ-

ните категории канцерогени, свързани с тях ракови заболявания и съществуват възможности за превенция.

Ултравиолетова радиация. Данните от експериментални и епидемиологични проучвания показват, че ултравиолетовото лъчение (УВЛ) трябва да се възприема като канцероген защото има потенциал да доведе до развитието на кожни тумори. Лъчите от УВ-А и УВ-В спектъра са тези, които се свързват със зачервяване, пигментация, стареене и канцерогенен ефект на кожата. Злокачествените кожни тумори преобладават сред представителите на бялото население и особено сред синеоките и сивооките – блондини и червенкоси, които в повечето случаи имат лунички и често изгарят на слънце. Под действието на продължителното ултравиолетово лъчение се наблюдава мутагенеза (промяна) и натрупване на голямо количество „увредена“ ДНК в клетките на кожата. В резултат се нарушават клетъчните сигнални пътища, водещи до апоптоза и се активират механизмите на неконтролирано клетъчно делене на мутиралите кожни клетки. Поради повишената честота на случаи с меланома сред посетителите на солариуми,

през 2017 г. Световната здравна организация (СЗО) предложи избягването на солариуми, като мярка за профилактика на кожен меланом. В момента се събират данни за оценка на ефекта на УВ-лампите за маникюр, използвани за „печене“ на гел лак.

Йонизираща радиация: Първите данни за вредата на йонизиращото лъчение се появяват през средата на XX век след наблюдение на деца, оцелели при атомните експлозии в Хирошима и Нагасаки. Днес се знае, че йонизиращото лъчение има двойнствен ефект. Освен че води до образуване на ракови заболявания на почти всички органи, то се използва и при лечението им. Онкологичните заболявания се развиват при натрупващи се дози $<100\text{mSv}$ или дози $<10\text{mGy}$ годишно. Този риск зависи от използваната радиационна доза и броя на експозициите. Една отделна група с повишен риск за развитие на ракови заболявания са деца и юноши, преболедували рак и лекувани с химио- и лъчетерапия. Рискът за развитие на вторични ракови заболявания се модифицира допълнително от генетиката на пациента, начина на живот и налични хронични заболявания. Така жените, които са преминали през лъчелече-



Най-често срещаните фактори от околната среда, провокиращи развитието на рак

ние във връзка с различни туморни процеси, са с повишен риск за развитие на рак на млечната жлеза в зряла възраст.

Компоненти на тютюна: Пушенето на цигари е най-вредната форма на употреба на тютюн и един от основните причинители на рак. Международната агенция за изследване на рака класифицира тютюнопушенето като причина за тумори на ларинкса, устата, гърлото, бронхите, хранопровода, панкреаса, бъбреците, пикочния мехур, белия дроб,

дебелото черво, носната кухина и околоносните синуси, хранопровода, стомаха, черния дроб и шийката на матката. Пасивното пушене също е канцерогенно, като димът, който се издига от горящия връх на цигарата е четири пъти по-вреден от този, който се вдишва от пушача. В опушена стая непушачът вдишва три пъти повече въглероден диоксид, над 10 пъти повече нитрозамини, 15 пъти повече бензен и до 70 пъти повече амоняк от активните пушачи на цигари. Установено е, че има статистически повишен риск от рак на кръвта сред децата на жени, които са пушили по време на бременност.

В световен мащаб употребата на тютюн е най-големият рисков фактор за смърт, причинена от рак – около 6 милиона души всяка година. Според СЗО, всички тютюневи изделия, изцяло или частично изработени от листа и използвани за пушене, гъвчене или друг вид консумиране са източници на различни канцерогени и групи токсични фактори. В цигарения дим има над 60 различни канцерогена, като в негоримия тютюн има най-малко 16. Сред тях са тютюноспецифичните нитрозамини, полициклически ароматни въглеводороди, ароматните амини, алдехиди, феноли, бензен, бутадиен, етиленоксид, акрилонитрил и неорганичното вещество кадмий. Най-разпространените силни канцерогени в негоримия тютюн са нитрозамините, които се образуват от тютюневи алкалоиди по време на втвърдяването и преработката на тютюна.

Като цяло карциногените в цигарите се срещат в различни концентрации – „силните“ канцерогени като полициклическите ароматни въглеводороди, нитрозамини и ароматни амини се срещат в малки количества 1 – 200 ng на цигара, докато „слабите“ канцерогени



Карциногени, съдържащи се в горящата цигара



Приносът в проценти на отделните групи фактори от околната среда за развитието на онкологични заболявания

като ацеталдехид се срещат в концентрации от порядъка на 1 mg на цигара. Първият установен карциноген в тютюневия дим –бензо[а]пирен (BaP) води до нарушения в гена, който се определя като „пазител на генома“ – TP53. Характерно за канцерогените в тютюневия дим е, че се наблюдава потенциране на отделните канцерогени и последващо туморно инициране.

Подходът за превенция на раковите заболявания, причинени от тютюневи изделия, се основава на познанието за канцерогените в тютюна и биохимичните механизми, чрез които те причиняват рак. Не всички хора, които употребяват тютюневи изделия обаче развиват рак. Предполага се, че някои хора са по-податливи към действието на тютюневите продукти от други, тъй като в случая с рака на белия дроб, само 11–24% от пушачите през целия живот развиват рак на белите дробове. Така например пушачите, които са носители на специфични генетични варианти в гени, които кодират ензими, преобразовачи тютюневите карциногени

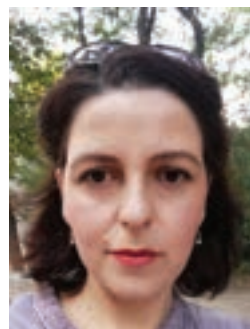
(CYP1A1, GSTT1, GSTM1, SULT1A1 и NAT2) са с по-висок риск от развитие на рак на белия дроб.

Етанол. Хроничната консумация на алкохол е друг, външен за човешкия организъм фактор, преграждащ към развитието на ракови заболявания. Честотата ежедневна консумация на алкохол – над 14 грама чист алкохол или над една напитка на ден за жени и повече от 2 напитки на ден за мъже, е свързана с повишен риск от няколко вида рак, включително рак на дебелото черво, гърдата, устната кухина, фаринкса, ларинкса, черния дроб и хранопровода. Рискът за карциногенеза варира и зависи от количеството консумиран алкохол, от неговия тип и вътрешни за организма фактори, като се предполага, че консумацията на една алкохолна напитка на ден (6 – 8 g чист етанол) повишава риска от рак на гърдата с 11%, докато две напитки на ден увеличават риска от рак на дебелото черво с 8%. Така рискът от рак на гърдата се повишава с около 1,1% за една алкохолна напитка на ден, 1,2% за две и 1,4% за три или повече алкохолни

напитки на ген, в сравнение с неконсумиращите. Честотата на рака на гърдата, свързана с алкохолна консумация сама по себе си не е висока, но поради големия брой случаи на този вид рак, честотата на онкологичните случаи, дължащи се на алкохолна консумация са много повече, отколкото при всеки друг вид рак. Най-висок относителен риск за ракови заболявания под въздействие на алкохола се наблюдава за тъканите от горната част на дихателния и стомашно-чревния тракт. А международната агенция за изследвания на рака определи алкохола като канцероген от клас I за рак на черния дроб. Отчита се риск от 1,8 пъти за най-тежко пиещите (т.е. 100 г чист алкохол на ден), като се смята, че рискът от рак на черния дроб е повлиян и от допълващите се взаимодействия между тютюна и алкохола, както и между вируса на хепатит В и С, и алкохола.

Индивидуалната чувствителност към алкохола и предразположеността на определени хора към раковите заболявания се дължи на варианти в гените, преработващи алкохола, витамин В9, както и поправката на ДНК повредите. Носителите на вариантни ензими, които се свързват със забързан метаболизъм на етанола до ацеталдехид имат по-силно изразена токсична реакция след консумация на алкохол. Доказани са и варианти в седем гена: *CYP2E1*, *MTHFR*, *XPC*, *ERCC2*, *ERCC1*, *XRCC1* и *OGG1*, които се свързват с двойно негативно действие и засилват отрицателните ефекти от тютюна при хронична употреба на алкохол.

Други химикали. Като мутагенни фактори се възприемат редица вещества от химическата, нефтопреработващата и транспортната промишленост. Така емисиите от автомобилите, промишлените замърсители, токсичните отпадъци и др. в зависимост от концен-



Гл. ас. г-р Ольга Антонова е лекар генетик в Катедра медицинска генетика на МУ София. Преподавател, занимава се с генетична диагностика, извършва консултации с пациенти и разработва научни проекти в сферата на онкогенетиката и връзката на храненето и генетиката – нутригенетика. Автор на научни и научно-популярни статии в чуждестранни и български списания. Работи по проект МУ-13, 2017 г. финансиран от ФНИ.



Алекс Райчев е студент по медицина 3 курс, МУ София. Научните му интереси са насочени към проучвания в сферата на микробиологията, в частност към изследвания на бактериофаги, заместители на антибиотичните препарати и иновативни лечения.

трацията си могат да причинят неспецифична увреда на ДНК и изразждане на здравите клетки в ракови. Познанието на точните нормативи за това къде се срещат конкретните мутагени и нивата на позволената експозиция, е необходимо за профилактиката на инициацията и прогресията на раковите заболявания. Най-често определяните за канцерогени вещества са: афлатоксини, арсен, азбест, бензол, берилий, кадмий, катран, кристален силициев диоксид, етиленов оксид, формалдехид, вътрешни емисии от изгарянето на въглища в домакинства, минерални масла, никелови съединения, радон, сажги, силни неорганични киселини, торий, трихлороетилен, винил хлорид, прах от гърво и пр.

Хранене: През последните години един от основните фактори, свързан с развитието на онкологични заболявания, е нездравословният начин на живот и по-специално неправилната диета. През последните няколко десетилетия в хранителния рацион на хората се включват множество токсични вещества, които имат онкогенен ефект. Постоянната им употреба, заедно с развитието на повишено телесно тегло, със заседналият начин на живот, недостатъчният внос на диетични фибри, ниският прием на калций и витамини и високия прием на натрий се свързват с развитието на рак на: дебелото черво, гърдата, хранопровода, стомаха и панкреаса. Сред 1,5 милиона нови случаи на рак, диагностицирани всяка година, най-малко 20% са резултат от затлъстяване, а онкологично болните пациенти със затлъстяване имат по-лоши прогнози и по-висока смъртност от пациентите с нормално телесно тегло и индекс на телесната маса.

Инфекции: Определени инфекциозни агенти – вируси, бактерии и паразити,

могат да причинят или да увеличат риска от развитие на рак. Механизмът на инициране на онкологичното заболяване е чрез нарушение на клетъчната регулация за растежа и размножаването, отслабване на имунната система или хронично възпаление, което може да доведе до отклоняване на раков процес. Повечето от вирусите, които са свързани с повишен риск от рак се предават чрез кръв и/или други телесни течности. Такува са вирусите на Epstein-Barr (EBV), хепатит В и С (HBV, HCV), СПИН (HIV) и папиломи (HPV); бактерии и паразити *Helicobacter pylori* (*H. pylori*), *Opisthorchis viverrini*, *Schistosoma hematobium* и пр.

В заключение може да се каже, че раковите образувания като цяло са резултат от нарушената функция на клетките. Подобно нарушение се стимулира от редица фактори от околната среда и техните нива на експозиция, които предразполагат към развитието на злокачествени заболявания. Под въздействие на разгледаните неблагоприятни фактори се натрупва поредица от нарушения, която води до генетична нестабилност и изразждане на нормалната клетка в ракова. Познаването на механизмите на развитието на рака и разгледаните в статията инициращи агенти, позволява превенцията на раковите заболявания чрез минимизиране на експозицията в работната среда, спазването на предпазни профилактични мерки и придържане към здравословен начин на живот с поддържане на нормални граници на телесното тегло, адекватна физическа активност, избягването на инфекциозни заболявания и провеждането на профилактични прегледи за откриването на онкологични заболявания на ранен етап, което позволява пълното им излекуване. ■

Редактиране на човешкия геном

Драгомира Николова

Това не означава, че усилията по разработването на методи за въздействие и редактиране на генома трябва да бъдат поставени под абсолютна забрана. Днес генните технологии се използват широко за създаване

на генно модифицирани животни и растения, а при хората чрез тях могат да бъдат премахнати опасни болести. Една от перспективните техники за „редактиране на генома“ е **CRISPR/Cas9 генната технология**.

Става дума за РНК – насочен метод за редактиране на човешкия геном (РНК – рибонуклеинова киселина, състояща се от единична верига от ковалентно свързани нуклеотиди в клетката). Тя дава възможност за генен нокаут (изключване от функция на определени

Генетиката напоследък отбелязва забележителни успехи не само в опознаването на тайните на генома, но и в разработване на методи за неговото редактиране. Това обаче поставя пред учените, а и не само пред тях, изключително сложни морални и юридически проблеми, които човечеството трябва да разреши. В противен случай научните открития вместо да отворят вратата към знания и благоденствие могат да отворят една истинска „кутия на Пандора“.

гени), включване на SNP (единични варианти на определени места в ДНК), инсерции и делеции („вмъкване“ и „изтриване“ – типове мутации) в човешки или животински клетъчни линии.

Тази система се състои от два задължителни компонента – ендонуклеаза Cas9 (ензим), която реже ДНК на определено място и насочваща РНК (sgRNA), която „посочва“ локацията на геномната секвенция, която следва да бъде отрязана. Cas9 има секвенция, наречена ПАМ (PAM), чиято функция е да развива двояната спирала на ДНК и да разрязва двете вериги след разпознаване на таргетната секвенция от водещата (sgRNA) РНК.

Засега CRISPR/Cas системата е **най-бързият, евтин и точен метод** за реда-

ктиране на генома от всички досега съществуващи. Това дава много надежди за неговото приложение за лечение на ред заболявания. Системата е заимствана от бактериите. Тя им помага да се защитават от „вирусите“. При навлизането на вируса в бактерията, в нея остават части от вирусната ДНК. Тя помага на бактерията да „разпознае“ вируса при следващото му навлизане и тя произвежда РНК, която го атакува. Бактерията използва Cas9 или подобен ензим, който да среже генетичния материал на вируса и да го дезактивира.

По подобен начин работи CRISPR-Cas9 системата в лабораторни условия. Учените създават „изкуствена“ РНК с насочваща секвенция, която е свързана и с Cas9 ензима. Така, когато РНК разпознае прицелната секвенция в генома, ензимът я разрязва. Освен Cas9, могат да се използват и други ензими, като например Cpf1.

След разрязването, учените оставят естествените възстановителни системи на клетката да поправят ДНК, като прибавят или отнемат части от генетичния материал. Друг начин е липсващият сегмент да се замени с „нарочно“ синтезирана ДНК секвенция.

Геномното редактиране е с голям потенциал за превенция и терапия на човешките болести. Все още то се прави с научна цел, за да се разберат по-добре механизмите на болестта и се прилага на животински модели с цел да се осигури



Схема на CRISPR/Cas9 геномно редактиране на ДНК



Въвеждане на нова база в молекулата на ДНК

зури максимална безопасност при прилагането му при хора. Има съобщения за прилагането му при голям брой човешки заболявания като муковисцидоза, хемофилия, сърповидноклетъчна анемия. Методът е обещаващ и при по-комплексни заболявания, като рака, сърдечно-съдовите болести, психиатричните болести и ХИВ инфекцията.

Етичните въпроси, свързани с геномното редактиране, касаят герминативните клетки, т.е. сперматозоидите или яйцеклетките. Геномното редактиране на соматичните клетки не е въпрос на дебати, тъй като индуцираните промени не се предават от поколение на поколение. От друга страна,

промените в герминативните клетки или в гените на ембриона (ембрионалните клетки) могат да се предават в поколението. Учените се притесняват, че редактирането на генома може да „обърне“ естествения ход на нещата и да наруши природните закони, ако използваме тази технология за „насочване“ на определени, желани човешки черти и избягване на нежелани такива (например раждане на деца с определени желани черти, ръст, интелигентност). Ето защо повечето държави смятат приложението на тази технология върху герминативни или ембрионални клетки за недопустима и класифицират това деяние като „противозаконно“.

Този морален проблем вече реду първите си скандали и създаде юридически казус. Хе Джанкуей (He Jiankui) е китайски биофизик, изследовател, доцент към Катедрата по биология в Университета по Науки и Технологии в Шенжен, Китай. Той овладява CRISPR/Cas технологията за редактиране на генома като постдокторант в Станфордския университет в Калифорния. Става известен на света през месец ноември 2018, когато изнася информация, че е създад първите в света генно редактирани бебета – близначетата от женски пол с псевдонимите Лулу и Нана. Близначетата са родени месец по-рано, през октомври 2018 г. Първоначално новината е посрещната с възхита, но по-късно експериментът е осъден от световната общност, а китайските власти прекратяват научната дейност на Хе. През месец май 2019г става ясно, че всеки, който се е осмелил да манипулира човешкия геном чрез технологии за генно редактиране като CRISPR-Cas9, ще бъде държан отговорен за всички странични ефекти и последствия от своите действия.



Драгомира Николова е молекулярен биолог, магистър-генетик със защитена докторантура в областта на онкогенетиката и специалност по „Лабораторна имунология“, преподавател по „Медицинска генетика“ към Медицински университет – София. Специализирала е в Лаборатория по молекулярна медицина в Токио, Япония, както и в Лаборатория за анализ на геномни данни в институт Сан Рафаеле, Милано, Италия. Професионалните ѝ интереси са свързани с диагностични тестове и таргетна терапия на онкологични заболявания, нови изследователски методи на анализ на гени, молекулни маркери на социалнозначими заболявания и имуногенетика.

Според доклад на Хе в университета в Хонг Конг, близначетата са родени от генетично модифицирани ембриони, които са резистентни на ХИВ. Бащата е ХИВ позитивен, а майката – ХИВ негативна. По време на *in vitro* оплождането, сперматозоидите стават резистентни към ХИВ вируса, като се въвежда мутация в гена *CCR5* (*CCR5 Δ32*). Някои вестници определят новината като „исторически пробив“ във въвеждането на технологията за генно редактиране за превенция на заболяването. Има форми на ХИВ вируса, които при навлизането си в клетката, използват друг рецептор (не *CCR5*), така че мутацията, която Хе въвежда, не осигурява

защита срещу други форми на ХИВ.

Хе използва преимплантационна генетична диагностика на ембрионите, като дава на родителите право на избор дали да използва за имплантиране редактирани или нередактирани ембриони. Големият проблем в експеримента е, че не е ясно дали ще има и какви ще бъдат дългосрочните ефекти от генното редактиране върху здравето на децата.

Много хора коментират, че Хе не е селектирал гена за ХИВ правилно, защото, освен чрез CCR5 рецептора, има много други начини хората да избегнат зараза с ХИВ вируса – например чрез раждане с цезарово сечение на бебета от ХИВ заразени майки. Джордж Дейли от Харвардското медицинско училище в Бостън, Масачузетс, отбелязва, че болести като Хънтингтън или болестта на Теј-Сахс биха били по-добър обект на техниката за генно редактиране.

В края на краищата, Хе казва, че един от генетично модифицираните близници ще бъде резистентен към ХИВ, тъй като генното редактиране е отстранило и двете копия на CCR5 гена. Другият близник е все още податлив на инфекция, тъй като процесът на генно редактиране е оставил едното копие на гена CCR5 интактно.

Защо Хе решава да имплантира податливия ембрион? Защо избира него? По време на речта си, Хе обяснява, че така са решили родителите.

През април, 2019, генетични експерти от Китайската академия на науките



Хе Джанкуей в неговата лаборатория



Двете близначета Лулу и Нана

излизат със становище, че „няма научна причина да се извършва генетично редактиране върху човешки герминативни клетки и че поведението на Хе и неговия екип е грубо нарушение на китайските регулации и консенсуса на международното научно гружество. “Ние силно осъждаме неговите действия и ги определяме като безотговорни, както от научна, така и от етична гледна точка“. На 21 януари 2019г Хе е уволнен.

На 30 декември 2019, Окръжният съд в Шенжен осъжда Хе Джанкуей на 3 години затвор и глоба от 430 000 долара. Не-



Денис Ребриков планира скоро да публикува своите експерименти за поправка на гени в човешки яйцеклетки

говите сътрудници получават присъди от 2 години и 18 месеца.

В кратките анали на генното редактиране вече има и „пуска следа“. Биологът Денис Ребриков прави генно редактиране на яйцеклетки, дарени от жени с цел да помогнат на глухи двойки да имат деца без генетичната мутация, която предизвиква глухота. Според Ребриков експериментите имат за цел да се променят определени мутации с новата технология на CRISPR–Cas9 за редактиране на ембриони.

В негов имейл до списание Nature през септември 2019г, Ребриков признава, че използва редактиращата технология за поправка на гена GJB2, свързан с глухота, в клетки, взети от хора с тази мутация. Хората с две мутирани копия на гена не

могат да чуват без хирургична интервенция или кохлеарни импланти. Ребриков казва, че е получил разрешение за своите експерименти да поправя гени в яйцеклетките от местната комисия по етика без разрешение да връща поправените ембриони в матката и да реализира бременност.

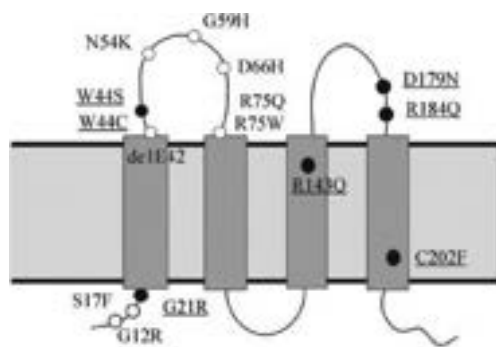
През юни Ребриков огласява своите планове да направи

ХИВ резистентни бебета. Новините шокират международната научна общност, тъй като всички се страхуват да не се повтори историята с Хе Джанкуей. Неговата цел е да модифицира същия ген CCR5, който помага на ХИВ вируса да влезе в клетките, а хората с мутирало копие на този ген са много по-трудно податливи към ХИВ вируса.

В края на миналата година СЗО стартира изработване на нормативни документи за мониторинг и управление на клиничното използване на генното редактиране. Американската академия на науките, Националната академия по медицина и Кралското дружество на Обединеното кралство също подготвят рамка за насочване на клиничните експерименти на генното редактиране, която се очаква да бъде издадена през пролетта на 2020 г.

Робин Бадж, биолог на развитието в Института на Франсис Крик в Лондон и член на СЗО, казва, че Ребриков трябва да изчака създаването на рамката. По неговите думи, „това не е лесно и е глупаво да се смята, че можем да излезем с глобално решение по този много труден научен и потенциално клиничен въпрос само за няколко месеца“.

CRISPR-Cas9 технологията обещава да стане **основна бъдеща генна технология за елиминирание на генетичните**



Доминантни мутации в протеина конексин 21, кодиран от гена GJB

болести. За приложението ѝ в клиниката все още трябва да се преодоляват много пречки, като наличието на допълнителни нежелани таргети (off-target effects), ниска ефикасност и специфичност на действие, имуногенност (активиране на имунната система) на Cas9 генерираните пептиди, оцеляването на редактираните клетки и други. С развитието на CRISPR технологията, можем оптимистично да очакваме тези трудности да бъдат преодоляни в обозримо бъдеще с цел техниката да се прилага за терапия на заболявания при човека.

Трябва обаче да се създадат общовалидни регулаторни механизми за пре-

венция на всякакъв род злоупотреби с човешкия вид, които биха могли да произтекат от редактиране на определени гени за създаване или избягване на дадени мутации. В противен случай, едно замислено благородно дело би взело драматичен обрат и би нарушило естествените биологични закони на природата.

Можем да наречем CRISPR-Cas9 технологията „революционна“, начин за подобряване на гените, но при неправилно използване тя би могла да се превърне и в опасно оръжие за създаване на подобрена човешка раса и ограничаване на естественото биологично разнообразие. Бъдещето е в ръцете на настоящето. ■

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.

„Мравките на Иван Лазаров“

Васил Големански

Името на акаг. Иван Лазаров е добре познато на българската общественост, защото той е един от най-известните и талантиливи скулптори през първата половина на XX в. Този забележителен творец и майстор

на чука и длетото е оставил десетки силно вълнуващи творби – шедьоври като „На нож“, „Те победиха“, „Плачещи жени“, „Майка“ за паметника на Димчо Дебелянов, бюстовете на Петър Берон и Марин Дринов в Борисовата градина и много други, с които името му остава завинаги записано със златни букви в историята на българската култура и

В края на 2019 една необичайна изложба в София привлече вниманието на много любители на изкуството и природолюбители в столицата. Тя бе уредена в новата специализираната галерия Little Bird Place на ул. „11 Август“ и нейното име подсказва, че това е място за представяне на художествени творби от български автори, посветени на разнообразието, красотата, хармонията и могъществото на Природата. А изложбата, на тема „МРАВКИТЕ НА ИВАН ЛАЗАРОВ“, бе част от честванията, посветени на 130-годишнината от рождението на бележития български скулптор. Куратор бе младият български изкуствовед г-р Любен Домозетски.

изкуство. Едновременно с това той е и активен преподавател - професор в Държавната художествена академия от 1919 г. (след 1924 г. прераснала в Национална художествена академия – НХА), 3 пъти Ректор на НХА,

основател и директор на Института за изобразително изкуство при БАН (до смъртта си през 1952 г.).

Малцина обаче знаят, че в годините на най-активната си творческа, преподавателска и обществена дейност акаг. Иван Лазаров е отделил много време и на едно свое хоби – изучаването на животата и поведението на мравките като



Архивна снимка: Иван Лазаров с децата си Елена и Стефан наблюдават мравки, Панагюрски колони, ок. 1938.

социални насекоми. Сложната организация на мравешката колония, диференциацията и задълженията на отделните касты в мравешкото общество, поведението им при добиването на храна или при нападения и защита от врагове, грижите за болните мравки и погребенията им – тези и много още въпроси са били обект на многогодишни системни наблюдения, проучвания и експерименти от акад. Лазаров. Той ги е извършвал навсякъде в природата – както в собствената си градина в околностите на София, така и на по-далечни екскурзии в гората или планинските ливади, по крайбрежието на морето и на морския плаж по време на летните почивки. И винаги със скицник и моливи за записване и изобразяване на интересните наблюдения и заключения от своите изследвания и експерименти. Много интересни и ценни

са и многобройните легенди, вярвания и поговорки на нашия народ, свързани с мравките, които акад. Иван Лазаров е събирал в продължение на много години от различни места в страната ни и старателно е записвал.

Записките на нашия бележит художник и учен са написани увлекателно, често с любов и преклонение пред необикновената целесъобразност и хармония в сложното социално общество на мравките. Значителна част от своите наблюдения той е илюстрирал в голям брой – над 90 черно-бели и цветни графики и акварели. Нещо повече, творецът акад. Ив. Лазаров, запленил от живота и поведението на изучаваните от него мравки, е увековечил срещата на две мравки с кръстосани антени, вероятно в момент на комуникация помежду им, в една красива едномет-



Иван Лазаров (1889 – 1952) – Рисунок две мравки, 1936, цветни моливи върху хартия

рова гървена скулптура. За съжаление днес съдим за нея само по запазена фотография, защото тази негова творба е изгоряла напълно по време на опустошителните бомбардировки в София през Втората световна война. Вълнуващите разкази и наблюдения на нашия бележит художник върху живота и поведението на мравките, както и репродукции на много от неговите оригинални скици и рисунки, са публикувани през 2001 г. със съдействието на неговия син архитект Стефан Лазаров в художествено оформена книга от Издателска група „Агата-А“ под заглавието „Иван Лазаров. Из живота на мравките. Разкази и рисунки на един художник“ (180 стр.). Поради ограничения тираж

– само 600 бройки, тази книга остава малко позната и достъпна за българския читател. А тя заслужава да бъде преиздадена не само заради нейната документална и художествена стойност, но и защото е убедително доказателство за богатата душевност и любов на талантливия художник към Природата и нейните творения.

На страниците на сп. „Природа“ представяме няколко от графиките и акварелите на акад. Ив. Лазаров, показани на изложбата в памет на неговия 130 годишен юбилей. Там бяха представени общо 32 творби, които носят и оригиналните пояснения под тях, написани



Иван Лазаров (1889 – 1952) – Колаж композиция мравка и полутвърдокрило насекомо, 30-те години на XX век, цветна хартия, моливи върху хартия



Иван Лазаров (1889 – 1952) – Колаж композиция мравки и слънчогледова семка, 30-те години на XX век, цветна хартия, молив върху хартия



Иван Лазаров (1889 – 1952) – Колаж композиция две мравки с гъсеница, 30-те години на XX век, цветна хартия върху хартия

от ръката на техния автор. Редакцията на сп. „Природа“ изразява дълбока благодарност на собственика на галерията Little Bird Place г-р Росен Узунов и на куратора на изложбата г-р Любен Домозетски за готовността им и любезното съдействие да предоставят за публикуване в нашето списание на част от изложените рисунки, с което и ние

засвидетелстваме нашето уважение към славния юбилей на талантливия български творец. Искрено се надяваме примерът на акад. Иван Лазаров за любов и всеотдайност не само към изкуството, но и към Природата чрез неговите любими мравки, да бъде стимул и за групи млади интелектуалци и творци в нашата Родина. ■

Гликобиология – науката, в която въглехидратите оживяват

Йордан Георгиев

Терминът гликобиология е въведен през 1988 г. от английския биохимик Реймънд Двек (Raymond Dwek), който в момента е директор на Институт по гликобиология към Оксфордския университет. Представката „глико“ в думата гликобиология има гръцки произход (от *γλυκός*) и означава „сладък“, като тя подсказва, че става въпрос за биологията на най-разпространените молекули със сладък вкус или по-точно – на въглехидратите.

По исторически причини тези съединения се приемат за сладки, тъй като се свързват с най-известния въглехидрат – глюкозата, която има сладък вкус, но не всички

представители са сладки. Въглехидратите (наричани още гликани или захари) по определение са хидрати на въглерода, който заема централно място в изграждането на структурата на молекулите в организмите на нашата планета. Например монозахаридите рибоза и дезоксирибоза са неделима част от ДНК и РНК, а полизахаридите целулоза (растения) и хитин (плесени, гъби, насекоми, членестоноги) са най-разпространените молекули на Земята. В гликобиологията се изучават структурата, биосинтезът и функциите на гликаните в организмите, както и въобще на всички

съединения, които се съдържат в тях (гликопротеини, протеоглики, гликолипиди, фенолни гликозиди и др.). Тя е дял от молекулярната биология, който обединява знанията

на традиционни дисциплини като органична химия, биохимия и имунология с цел изучаване на живата клетка.

Появата на идеята за гликобиологията е резултат от многогодишния труд на плеяда от блестящи учени по цял свят, като някои от тях дори са били удостоени с Нобелова награда. Изключително важно значение за разбирането на структурната организация на въглехидратите и аминокиселините и техните производни има откриването на явлението оптична изомерия от френския учен Луи Пастър (Louis Pasteur, 1822 – 1895), което спомага за развитие

то на стереохимията. Гликаните имат множество хидроксилни групи (-ОН) в техните молекули и благодарение на оптичната изомерия е възможно да се определи точното им разположение в пространството. Разбирането на това явление позволява да бъде



Опростен модел на животинска клетка

различена глюкоза от нейния изомер (епимер) галактоза. Възможно е също така да се разграничат биогенните изомери на аминокиселините (α -L-аминокиселините), които изграждат нашите белтъци от изомерите, които не изграждат белтъците и имат други функции или са продукт на органичния синтез. Пространствените изомери могат да се различават по своите физикохимични свойства, като вкус и мирис, както и по своята физиологична активност. Монозахаридите глюкоза и фруктоза образуват дихахарида захароза или това е трапезната захар, а глюкозата и галактозата изграждат млечната захар, наречена лактоза. Според своята степен на сладост споменатите захар

и могат да бъдат подредени в следния ред: фруктоза>захароза> глюкоза>галактоза>лактоза.

За периода 1901 – 2019 г. Нобелова награда по химия е била присъдена 111 пъти на 183 учени, като няколко пъти отличията са били за открития, посветени на въглехидратите. Блестящият немски учен Емил Фишер (Emil Fischer, 1852 – 1919) е бил награден през 1902 г. за своя принос в изясняване структурата на глюкозата (1891 г.) и на други монозахариди, както и за работата му върху пурините. Нобелов лауреат през 1907 г. е Едуард Бухнер (Eduard Buchner, 1860 – 1917), който установява, че екстракт от умъртвени дрожди може да превръща захарта в алкохол, което го



Луи Пастьор



Емил Фишер

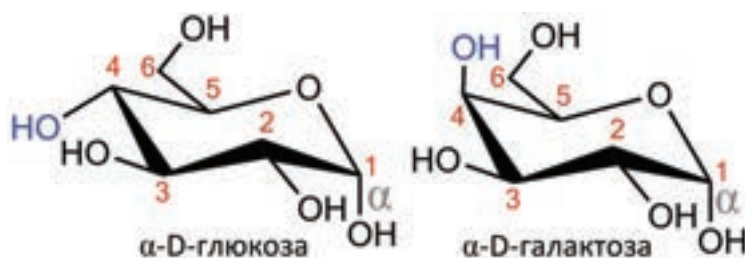


Ханс Кребс



Едуард Шарний

Портрети на известни учени с принос за въглехидратната химия и биохимия



Структура на изомерите (епимери) α -D-глюкоза и α -D-галактоза

този момент се е смятало за невъзможно без живи клетки. Бухнер показва, че екстрактът съдържа ензими – биокатализаторите, които участват в химичните процеси в нашето тяло. Ензимите са молекули, без които е невъзможно съществуването на живота на нашата планета. Това откритие внася светлина върху алкохолната ферментация на въглехидратите, която лежи в основата на производството на хляб, пиво, вино и гр. Сър Уолтър Хауърт (Walter Haworth, 1883 – 1950) получава половината от Нобеловата награда през 1937 г. за установяването на структурата на редица захари (напр. лактоза) и тази на витамин С. През 1953 г. Херман Стаудингер (Hermann Staudinger, 1881 – 1965) е награден за своите изследвания върху макромолекулите и по-конкретно за определянето на полимерната структура на целулозата, която е основният полизахарид в растителната клетъчна стена. По-късно Луи Лелоар (Luis Leloir, 1906 – 1987) е бил награден през 1970 г. за своята работа върху нуклеотидите и тяхната роля при биосинтеза на въглехидратите.

За периода 1901 – 2019 г. Нобелова награда по физиология или медицина е била присъдена 111 пъти на 219 изявени учени, като и тук не липсват отличия, посветени на гликаните. За да получи енергия, тялото ни трябва да може да окислява най-важния въглехидрат – глю-

козата. През 1922 г. биохимикът Ото Майерхоф (Otto Meyerhof, 1884 – 1951) получава половината от Нобеловата награда за своите изследвания върху метаболизма на глюкозата в ор-

ганизма. Неговата работа е доразвита от Густав Ембден (Gustav Embden, 1874 – 1933), който предлага известния и до наши дни гликолитичен път за разграждане на глюкозата в живата клетка. Гликолизата е най-древният метаболитен път за извличане на енергия от глюкозата, използван при еволюционното развитие от едноклетъчните до многоклетъчните организми. За развитието на ендокринологията голямо значение има откриването на хормона инсулин, който регулира нивото на кръвната глюкоза. През 1916 г. физиологът Сър Едуард Шарпий-Счафър (Edward Sharpe-Schafer, 1850 – 1935) предполага, че Лангерхансовите острови на панкреаса са отговорни за ефекта на този орган върху кръвната глюкоза. През 1921 г. Фредерик Бантинг (Frederick Banting, 1891 – 1941), заедно с Джон Маклауд (John Macleod, 1876 – 1935), успяват да получат екстракт, съдържащ инсулин и да докажат неговата ефикасност като третират болен от диабет и затова получават Нобелова награда (1923 г.). През 1947 г. половината от Нобеловата награда е присъдена на съпрузите биохимици Карл Кори (Carl Cori, 1896 – 1984) и Гърти Кори (Gerty Cori, 1896 – 1957) за изследванията им върху метаболизма на гликоген. Това съединение е основният резервен полизахарид в нашето тяло, който е изграден от глюкоза и може да служи като източник на енергия, докато работим или

дори по време на сън. Най-важният метаболитен път за получаване на енергия при човека и всички останали аеробни организми от крайното окисление на основните хранителни вещества: въглехидрати, липиди и белтъци е цикълът на Кребс. Той е изучен в завършен вид от лекаря Сър Ханс Кребс (Hans Krebs, 1900 – 1981), за което натурализираният британски учен получава и половината от Нобеловата награда за физиология и медицина през 1953 г. Любопитен факт е, че Кребс първоначално изпраща ръкопис на цикъла до редакцията на престижното списание *Nature*, където не е проявен интерес към неговата работа и тя е отхвърлена. Съвсем скоро той публикува статията си в холандското списание *Enzymologia*, което остава в историята като публикувало най-известния метаболитен път. През 1994 г. Алфред Гилман (Alfred Gilman, 1941 – 2015) печели половината от Нобеловата награда за откриването на G-белтъците, които служат за предаване на информация от околната среда вътре в клетката. G-белтъците влизат в състава на регулационни рецептори за хормони (напр. адреналин). Голяма част от съвременните лекарства действат през тези рецептори, като е интересно да се отбележи, че те са гликозиларни.

Като оптически активни съединения, богати на хидроксилни групи, въглехидратите притежават най-голямото структурно разнообразие, в сравнение с всички останали класове молекули в живата природа. Те се срещат във вид на по-прости структури, като монозахариди и дизахариди, а по-сложно устроените са линейни и/или разклонени олигозахариди и полизахариди. За да се илюстрира колко сложни могат да бъдат гликаните, ще бъде даден следният пример. Четири аминокиселини или четири



Д-р инж. Йордан Георгиев е постдокторант и главен асистент в Институт по органична химия с Център по фитохимия към БАН и хоноруван преподавател по биохимия в Медицински университет – Пловдив. Изследванията му са в областта на фитохимията, фармакогнозията, биохимията и диететиката. Работи по проект на Национална програма „Млади учени и постдокторанти“.

нуклеотиди от ДНК могат да образуват 24 различни тетрапептида или тетра-нуклеотиди, но четири хексози (монозахарид от типа на глюкозата, съставен от 6 въглеродни атома) могат да дадат 35 560 уникални тетразахариди. Това структурно разнообразие предполага и разлика във физиологичните функции на изомерите. Ето защо гликобиологията представлява една необятна област за изследване. Важно е да се отбележи обаче, че въглехидратите не се кодират директно в ДНК за разлика от белтъците. Всеки клетъчен гликом се определя от експресията на гените, отговорни за биосинтеза на въглехидрати, като това включва гените, кодиращи ензимите гликозилтрансферази, гликозидази, ензи-



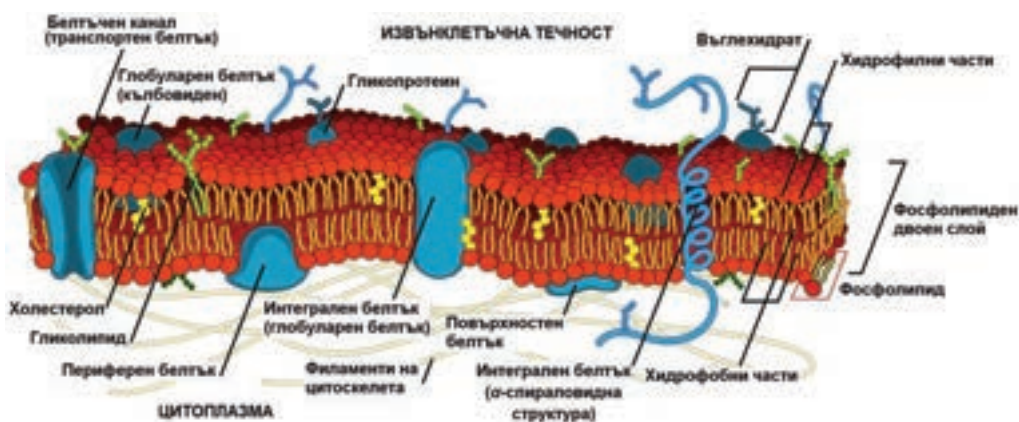
Схематично представяне на N- и O-гликозилиране при белтъци

мите за получаване на предшественици на възлехидратния синтез и преносители, които заедно съставляват повече от 3% от всички човешки гени.

Наред със синтезирането на гликаните като свободни ди-, олиго- и полизахариди, те могат да бъдат химически прикрепени към белтъци и липиди, образувайки гликоконюгати. Най-често срещаните монозахариди в животинските възлехидрати са фукоза, галактоза, глюкоза, маноза, N-ацетилглюкозамин, N-ацетилгалактозамин, сиалова киселина и ксилоза. Гликаните биват N-свързани, когато те образуват ковалентна връзка с азотния атом от $-CONH_2$ групата на аминокиселината аспарагин и O-свързани, когато са закачени за $-OH$ групата на аминокиселините серин или треонин. Повече от 50% от човешките белтъци са гликозилирани, като най-малко 10% от генома участва в гликозилирането. Най-общо гликозилираните белтъци се срещат по клетъчните повърхности, в цитоплазмата, ядрото и други органи. Например, добавянето на N-ацетилглюкозамин към хистонови белтъци,

обграждащи хромозомната ДНК, е ключов елемент, който регулира генната експресия. МСР е специфично гликозилиран белтък от плацентата, който предпазва трофобласта от системата на комплемента на майката, по този начин фетусът не се отхвърля и може да се развива. Майчиното мляко е богато на

гликопротеини и свободни олигозахариди. Установено е, че млечните гликани, особено богатите на сиалова киселина, допринасят за развитието на мозъка на новороденото. Иммуноглобулин G (IgG) е едно от най-важните оръжия в нашия арсенал, което ни позволява да се борим успешно с микроорганизмите. Гликозилирането на IgG обуславя възможността му да се свързва към рецепторите на имунните клетки, предизвиквайки антияло-зависима клетъчна цитотоксичност, водеща до разрушаване на прицелни патогени. Гликозилирането на Notch белтъка е жизненоважно за ембрионалното развитие и на индивида. Муцините по епитела на кухите органи също са гликозилирани, като те осигуряват ефективно смазване на повърхностите и помагат за поглъщането и придвижването на храната в хранопровода. През септември 2019 г. беше публикувана научна статия в списание *bioRxiv* (на бълг. „Биоархив“) от екипа на проф. Каролън Бертози (Carolyn Bertozzi) от Станфордски университет в САЩ, в която се съобщава, че е намерено за



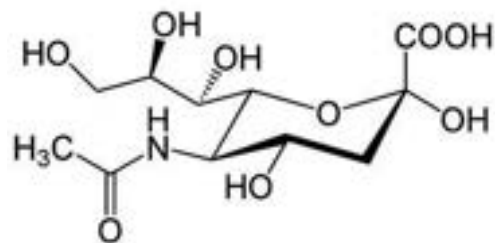
Моделна структура на клетъчна мембрана на животинска клетка

първи път гликозилиране (със сиалови киселини) и на РНК. Учените са открили, че гликозилираните РНК-и съдържат некодиращи области, които се разпознават от антитела, характерни за автоимунни състояния. Това изследване за пореден път разбива класическото схващане за функциите на нуклеиновите киселини, белтъците и гликаните.

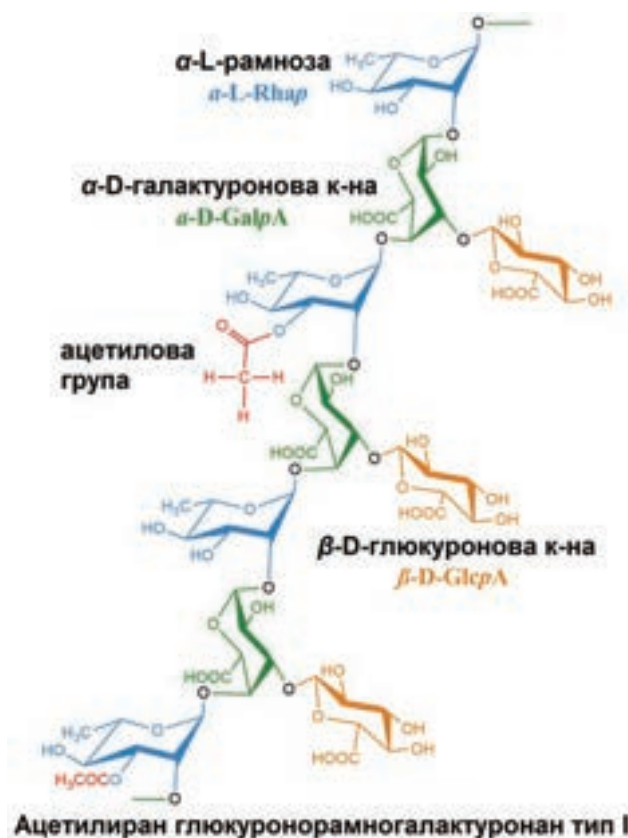
Повърхността на всички еукариотни клетки е покрита с дебел слой сложни гликопротеини и гликолипиди, който при бозайниците се нарича гликокаликс. Много клетки в нашия организъм могат да функционират без ядро (напр. еритроцити), но не са известни клетки, които могат да съществуват без гликани върху тяхната повърхност. Всичко, което доближава клетката, било то протеин, друга клетка или микроорганизъм трябва да взаимодейства с клетъчната гликанова обвивка. Разпознаването на въглехидратната част в гликоконюгатите се осъществява от специални свързващи белтъци, наречени лектини (от лат. *lect* – избран). Лектините се експресират върху всички видове имунни клетки, изпълняват разнообразие от регулаторни роли в левкоцитното

общуване, разпознаване на патогени, обработка на антигени, активиране и потискане на имунната система. Познаването на лектините ни позволява да обясняваме както физиологичните процеси, така и процесите в патология и да създаваме лекарства.

Гликаните играят значителна роля при взаимодействието между различните организми, включвайки оплождането и взаимодействия от типа патоген – гостоприемник или между симбионти (напр. човека и пробиотичните бактерии). При бозайниците в тези процеси основна роля имат сиаловите киселини, които са най-големите и структурно



Структура на представител от групата на сиаловите киселини (N-ацетилневраминовата киселина)



Структура на растителен полизахарид с имуномодулиращо действие

най-сложните монозахариди при нас. Сперматозоидите на бозайниците са маскирани със сialiрани захари, за да се предотврати разпознаването им като чужди клетки от женската репродуктивна система. След успешната адаптация на сперматозоидите към новата среда, отстраняването на остатъците от сialова киселина от повърхностните им гликани е необходимо в процеса на съзряване на сперматозоидите и установяване на взаимодействие между тях и яйцеклетката. При попадане на грипния вирус в дихателните пътища на човек той разпознава рецептори по повърхността на епитела, които съдър-

жат сialови киселини и се закрепва за тях посредством своя гликопротеин хемаглютинин. След това вирусът прониква в клетката и се размножава, като за освобождаването на вирионите от заразените клетки и разпространението на вируса той използва ензимът сialiдаза. Този ензим освобождава сialовите киселини от вирусните частици и по този начин те могат да се свържат към рецептори на други клетки. Познаването на тези процеси е позволило разработването на лекарства аналози на сialовите киселини, които инхибират действието на сialiдазата. Наскоро беше установено, че вирусните хемаглютинини могат да разпознават и да се закрепват и към фосфорилирани гликани, които не съдържат сialова киселина. Вирусите на ХИВ и херпес симплекс проникват в клетката чрез свои глико-

протеини, които разпознават протеогликана хепаран сулфат, който се намира на повърхността на клетката.

Една от важните стъпки от формирането на многоклетъчния организъм е образуването на извънклетъчния матрикс. Той има структурна функция за организма и участва при клетъчната пролиферация, комуникация, адхезия, оцеляване и миграция. Основните компоненти на матрикса са различни гликопротеини, протеоглици и по-конкретно гликозаминогликаните хиалуронова киселина, хепаран сулфат, хондроитин сулфат, хепарин и др. Хиалуроновата киселина действа като лубрикант в телесни течности,

като синовиална течност в ставните кухини и съзлите на очите. Хепаринът е фармакологично доказан противосъсирващ агент. Аналог на извънклетъчния матрикс при растенията е клетъчната стена, която представлява мрежа от целулоза, хемицелулози, пектин, арабино-галактанови протеини и др.

Отсъствието на гликозилиране има летален ефект още на ембрионално ниво и мутациите, които пречат на правилното гликозилиране, водят до развитие на инвалидизиращи заболявания. Тези промени са свързани с потискане на нормалния синтез на гликани или гликозилиране на белтъци и липиди, или синтез на нови нежелани гликани и нежелано гликозилиране. Промяната в гликозилирането на белтъци и/или липиди се среща при ревматоидни заболявания, Алцхаймер, диабет тип 2, болест на Гоше, шизофрения, ракови заболявания и др. Промяната на захарните вериги при протеогликаните и гликолипидите с възрастта се свързва с със стареенето. В организма се среща също нежелано, неспецифично и неензимно гликиране на белтъци като хемоглобин, храносмилателни ензими, белтъци от очната леща и др., което се наблюдава при диабет. Наскоро беше установено, че нечовешката сиалова киселина Neu5Gc може да се внесе от храната (в частност от червени меса) в определени клетки в тялото, появявайки се по тяхната повърхност. Това се свързва с изострянето на някои болестни състояния, като карциноми и усложнения при атеросклероза след консумацията на червени меса. При различни терапии може да се използва потискане на специфични гликозилтрансферази с нормална или нарушена активност, които са отговорни

за синтеза на гликопротеини. Например, при вирусен хепатит Б е установено, че ако се потисне гликозилирането на гликопротеините от обвивката на вируса се нарушава правилното образуване на капсула и оттам се потиска развитието на инфекцията.

Оказало се, че възлехигратите и гликоконюгатите могат да проявяват биологична активност не само в организма, в който са синтезирани, но и в други организми и дори други видове. Доста често в чуждия организъм се наблюдават съвсем нови свойства. Например установено е, че растителните полизахариди в животните и човека играят ролята на имитиращи антигени. Те имитират микробиалните полизахариди на патогените и в зависимост от здравословното състояние на организма могат да проявяват имуностимулиращо или имунопотискащо действие. Полизахаридите могат да се използват за имуностимулация при инфекциозни и туморни заболявания, а също и за имуносупресия при хронични възпалителни и аутоимунни заболявания. На стр. 76 е представен един необичаен полизахарид, изолиран от нашия екип от българска сребролистна липа, с имуностимулиращ и противовъзпалителен потенциал. Една от основните цели на действащ постдокторантски проект в нашия институт, финансиран от МОН по програма „Млади учени и постдокторанти“, е именно откриването на подобни полизахариди и търсене на начини за тяхното приложение във функционалното и лечебното хранене на човека. Обект на изследване са билката кръвен здравец, ядливата гъба сърнела и цианобактериите *Anabaena laxa*, *Oscillatoria limosa* и *Phormidium molle*. ■

ЛЮБОПИТНО

Морски таралеж причинява екологична катастрофа в САЩ



Пурпурен морски таралеж

Морските таралежи са едни от най-древните обитатели на моретата и океаните още от ранните епохи на Палеозойската ера. Установено е, че са се появили преди около 480 – 450 милиона години и досега са едни от честите и многобройни обитатели на крайбрежията на топлите и умерени морета и океани. Познати са около 950 – 990 вида, обединени в отделен клас Морски таралежи (*Echinoidea*) от древния тип Бодлокожи животни (*Echinodermata*). Поради това, че живеят само в морета и океани с нормална соленост ($S\% = 33 - 35\%$) морски таралежи не се срещат в Черно море.

Тялото им обикновено е с правилна кръгла форма с диаметър около 10 – 15 см. Малко са видовете с диаметър до 35 – 36 см., т.е. колкото футболна топка. Пълзят бавно върху морското дъно с долната по-плоска част на тялото, където е разположена и уста-та им. Морските таралежи са всеядни, но

се хранят главно с водорасли, които се развиват върху подводните камъни и скали, върху коралови образувания и рифове и гр. Не се отказват обаче и от разлагащи се умрели животни като риби, ракообразни, миди и други морски обитатели. Въпреки че са снабдени с остри хитинени игли и шипове срещу врагове и хищници, морските

таралежи също имат врагове и често биват нападани от по-едри ракообразни (напр. омари), риби, морски звезди, морски вигри и гр. В много крайбрежни страни, особено в районите на Тихия и Индийския океани (Америка, Индия, Япония, Корея и гр.) морските таралежи са обект на улов и използване за приготвяне на различни хранителни деликатеси.

В края на 2019 г. в някои научни списания и обществени медии в САЩ се появиха тревожни съобщения, че през последните 2 – 3 години по западното крайбрежие на страната, от щата Орегон до Калифорния, се наблюдава неочаквано увеличаване на популацията на един вид морски таралеж, който унищожава водорасловите обраствания и вече причинява сериозна екологична катастрофа в крайбрежната екосистема. Това е видът пурпурен или лилав стронгилоцентротус (*Strongylocentrotus purpuratus*). В някои крайбрежни райони на Орегон той вече

е унищожил до 90% от запасите на кафяви водорасли, а те са важен източник за храна на други морски обитатели и за производство на лекарствени средства и препарати. Изследвания на еколози показали, че само в една неголяма крайбрежна плитчина край бреговете на Орегон популацията на вида достигала до 350 милиона морски таралежи, което било около 10 000 пъти повече в сравнение с популацията на този вид там преди нашествието му. Някои списания даже сравняват нашествието на пурпурния таралеж под водата с нашествията на прелетните скакалци на сушата, които оставят пустиня след преминаването си. Изследователите описват как многобройни пълчища пурпурни морски таралежи бавно се придвижват в различни посоки по крайбрежието на Орегон, опитвайки се да намерят нови водораслови полета, след като са унищожили предишните водораслови ресурси. Подобни наблюдения и данни се съобщават и за крайбрежието на Северна Калифорния, където е установено, че морските таралежи там са унищожили вече около 90% от крайбрежните кафяви водорасли.

Изясняването на причините за това масово намаляване на морските таралежи показва, че то се дължи главно на намаляването през последните години на популацията на техния най-голям естествен неприятел слънчогледовата морска звезда (*Pycnopodia helianthoides*). Тук възниква друг важен въпрос – а какво е довело до силната редукция на числеността на тази морска звезда при наличието на такава изобилна хранителна база от морски таралежи? Първоначалната хипотеза за появата на някакво неизвестно инфекциозно заболяване, причиняващо

висока смъртност на морските звезди, не се оправдала. По-обстойни изследвания върху разпространението и числеността на слънчогледовата морската звезда и в други райони от нейния ареал показали, че подобно забележимо намаляване на популацията на вида съществува и около Големия коралов бариерен риф на Австралия, както и по крайбрежието на много страни и острови в Индийския океан. А основната причина за това е повишаването на средните годишни температури на морските води в резултат на глобалното затопляне на климата. Изследвания на температурните предпочитания на слънчогледовата морска звезда показали, че този вид наистина е твърде чувствителен към повишените температури на водата през последните години, които най-вероятно влияят негативно на неговия размножителен потенциал. А тези повишени температури даже се оказват благоприятни за размножаването на пурпурните морски таралежи. Как ще завърши това екологично бедствие за западното крайбрежие на Северна Америка засега е трудно да се предскаже?

По Science News и Наука и Жизнь



Слънчогледова морска звезда

Късно плейстоценската хроника на птиците от Ръжишката пещера

Златозар Боев

През следващите две десетилетия се появиха проучвания на редица пещери в Северозападна България, откъдето бяха открити останките на стотици видове гръбначни животни, главно птици и бозайници (основно гризачи, прилепи, насекоми-ядни и зайцеобразни).

Една от тези пещери е и Ръжишката. Намира се недалеч ж.п. гара Лакатник в землището на с. Миланово (Област София), разположена на около 320 м. н. в. В пещерата са намерени костни останки от редица интересни видове едри бозайници като червения вълк (*Cuon alpinus*) и алпий-

Допреди 30-ина години почти нищо не се знаеше за плейстоценската фауна на птиците в България. С изключение единствено на проучването на плейстоценските птици от пещерата Бачо Киро от 1982 г. на полския палеоорнитолог Зигмунд Бохенски (1935 – 2009), останалите публикувани до голяма данни съдържаха само откъслечни сведения – обикновено за единични и неопределени до вид костни находки. В повечето случаи това се отнасяше до многобройните проучвания на животинските останки в наши пещери на бележития ни археолог праисторик Рафаил Попов (1976 – 1940).

ския козирог (*Capra ibex*), но също и от гребни бозайници – като земеровката белококоремна белозъбка (*Crocidura leucodon*), снежната полевка (*Chionomys nivalis*), подземната полевка (*Microtus subterraneus*) и гр., определени от зоолога Васил Попов. Въз основа на установените гребни бозайници В. Попов

гатира отложенията в пещерата като финал на късния плейстоцен, вероятно включващ прехода към холоцен. Техният произход (или тафономията) се обяснява с жизнената дейност на едри нощни грабливи птици, най-вероятно бухал (*Bubo bubo*).



Входът на Ръжишката пещера, м. ноември 2018 г. (Сн. Димитър Рагъов)

Останки от бухал госога в Ръжишката пещера не са намерени, но от неговите жертви са събрани общо 185 цели кости и костни фрагменти от птици, които сега се съхраняват в колекциите на Националния природонаучен музей при БАН в София. Те са събрани чрез разкопаване, пресяване и промиване на костноносни слоеве от пещерните отложения.

Както показват нашите данни, авифауната в околностите на пещерата е била богата и разнообразна. Установени са най-малко 27 вида (общо 39 таксона) от 7 разреда птици. Сред тях има постоянни (целогодишно обитаващи) видове, както и мигриращи (гнездящи летни прелетници и зимуващи у нас зимни

посетители) от гледна точка на съвременния статут на техните популации на Балканите.

Палеоекологичният анализ показва, че установеният късно плейстоценски състав на птиците включва 4 екологични типа според техните предпочитания за гнездене и хранене – горски, полски, водолюбиви и скалолюбиви. Най-многобройни са били видовете, доказващи някогашното разпространение на смесените, предимно широколистни гори. Тази група била представена от поне 11 вида – тетрев (*Tetrao tetrix*), лещарка (*Tetrastes bonasia*), горска ушата сова (*Asio otus*), горска бърбрия (*Anthus trivialis*), голям синигер



Европейски червен вълк (*Canis alpinus europaeus*). Рис.: Златозар З. Боев

(*Parus major*), недоопределено до вид коприварче (*Sylvia* sp.), планинска чинка (*Fringilla montifringilla*), обикновена кръсточовка (*Loxia curvirostra*), черешарка (*Coccothraustes coccothraustes*), зеленика (*Carduelis chloris*) и сойка (*Garrulus glandarius*).

След горските се нареждат видовете, които обитават откритите ландшафти за гнездене и хранене. В тяхната група са установени 6 вида – плейстоценската палеояребица (*Perdix palaeoperdix*), съвременната полска яребица (*Perix perdix*), пъдпъдъкът (*Coturnix coturnix*), дебелоклюна степна чучулига (*Melanocorypha* sp.), вероятно щиглец (*Carduelinae* gen.) и недоопределена до вид врана (*Corvus corone* / *frugilegus*).

Водолюбивите (хидрофилни) видове, показващи наличието на големи, бавномечащи или стоящи сладководни водоеми, се отнасят към 4 таксона – неопределени до вид сиви гъски (*Anser* sp.), езерни патици (*Anas* sp.), ливаген гърдавец (*Crex crex*) и малък зеленоног водобегач (*Tringa stagnatilis*). Скалолюбивите (петрофилни) видове са били представени от 7 вида – обикновена кукумявка (*Athene noctua*), алпийски бързолет (*Tachymarptis melba*), скална лястовица (*Ptyonoprogne rupestris*), чавка (*Corvus monedula*), жълтоклюна хайдушка гарга (*Pyrhocorax graculus*), изчезналата днес червеноклюна хайдушка гарга (*Pyrhocorax pyrrhocorax*) и скално врабче (*Petronia petronia*). По-запознатите читатели навярно вече разпознаха 3 изчезнали видове птици от съвременната орнитофауна на страната. За тях и за другите открити животни в пещерата, ще разкажем по-голу. Започваме с типично горските видове. Тетревата вероятно е просъществувал у нас голям първата третина на XX век. Днес населява бореалната и умерената зона. Предпочита крайнините на изголистни, разреждени смесени гори и тревисти местообитания в близост до блатата и горите. В северните части на ареала си обитава предимно равнини, а в южните части – планини до 2000 м. н. в. В Алпите се разглежда като ледников плейстоценски реликт (остатък). През XIX век драстично съкращава разпространението си в цяла Европа. Тетревата е постоянен вид и само понякога извършва къси миграции до 17 – 20 км. Затова намирането на негови кости в пещерата доказва, че някога той със сигурност е обитавал горите наоколо. По онова време, в края на плейстоцена и през ранния холоцен, тетревата е имал много по-широко разпространение. Негови ос-

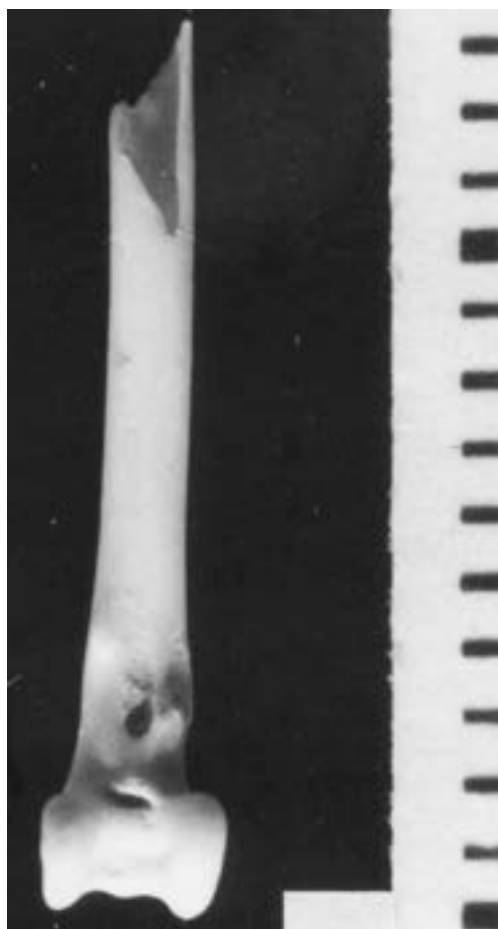
танки са намерени в над 500 находища из цяла Европа. Някои от холоценските му находища (от неолитната и бронзова епоха) обаче днес са далеч откъд сегашния ареал на вида – Малта, Испания, Монако, както и България. Ръжишката пещера е важна за опознаването на миналото разпространение на тази птица в България, защото тя представлява третото (по ред на намиране) плейстоценско находище на вида у нас. Лещарката е сравнително широко разпространен вид от бореалните и умерените ширини. Обитава гъсти, предимно иглолистни гори с подлес в планините. Ареалът ѝ е ограничен между юлските изотерми от 13° и 21 – 22°C. Обезлесяването на обширни територии през последните хилядолетия силно съкратило нейното разпространение. Днес населява основно старите гори от смърч, ела, бор и лиственица, както и от елша, дрян, топола и бреза. Любопитно е, че лещарката е най-гървесният вид от всички тетревови птици и наличието на плодове от храсти през летния и есенния сезон е от съществено значение за нейното разпространение. Находките от Ръжишката пещера са първите фосилни останки от вида в България.

Горската ушата сова е постоянен вид от северните и умерените ширини. Обитава иглолистни и гъсти широколистни гори. Юлска изотерма от 15°C ограничава размножителния ѝ ареал на север. През зимата извършва непериодични миграции на юг, но и тогава обикновено се придържа към места с надморска височина между 300 и 530 м. От плиоцена насам горската ушата сова е характерен елемент на горската авифауна в Евразия и Северна Америка. Ръжишката пещера е третото находище на вида у нас от плейстоцена.

Горската бърбрица е прелетна птица от бореалните и умерените ширини, но зимува в субтропичния и тропичния пояси. Среща се в полски ландшафти с единични дървета, разреждени гори, крайнини на иглолистни и широколистни гори чак до горната граница на гората. Лятното ѝ разпределение е ограничено между 10°C и 26°C – юлски изотерми. Смята се, че горската бърбрица има степен произход, но вторично е навлязла и завлаждала горските местообитания. Разглежда се като нов (холоценски) елемент за европейската горски степна авифауна. Находките от Ръжишката пещера представляват втора среща на този вид в плейстоцена на България.



Горска бърбрица (*Anthus trivialis*).
Рис.: Златозар З. Боев



Стъпална кост (голям пищял) от левия крак на голям синигер (*Parus major*) (Сн.: Борис Андреев)

Големият синигер е широко разпространена птица от Субарктика до умерения пояс. Предпочита старите гори, но обитава и храстови формации до горната граница на гората във високите планини. Навсякъде разпространението му се ограничава от юлските изотерми от 12°C и 32°C. За него е много важно наземното му хранене, а за гнезденето му – наличието на дървесни кухини. За България Ръжишката пещера

е първото находище на вида с плейстоценска възраст.

Планинската чинка е прелетна птица от Субарктика и умерения пояс. Среща се в откритите изголистни и брезови гори и брезово-върбови храстови тундри покрай реките. Размножителният ѝ ареал е ограничен от 10°C и 18° – 19°C юлски изотерми. Поради наземното си хранене по време на размножителния сезон може да оцелее в районите, където снежната покривка е с дебелина до 15 см. Зимува в умерения пояс. Находките от Ръжишката пещера представляват първите фосилни данни от този вид в България. Обикновената кръсточовка е постоянен и скитащ вид на изголистните гори в бореалната и умерената зона. Предпочита старите гори. Обитава както вътрешните райони на обширни гори, така и горските окрайнини, най-често от смърч, бор и лиственица. Недостигът на храна (главно семена от изголистни) причинява характерните нередовни скитания на вида на юг. Според едно изследване на шведския палеоорнитолог Томи Турберг през вюрмския стадиал (залежаване) основната популация от *L. curvirostra* е била съсредоточена в Западна Европа. На Балканите останала изолирана популация, която след края на плейстоцена отново възстановила връзката си със западноевропейската. Досега кръсточовката бе известна само от две групи пещери у нас.

И черешарката е постоянен и прелетен вид от бореалния и умерения пояс, обитаващ широколистните и смесени гори. Предпочита горските местообитания в близост до реки и езера, както в гористите степи, така и в равнините и планините. Недостигът на храна през зимата я принуждава да мигрира на юг. Лятното ѝ разпространение е ограничено от 17°C и 25°C юлски изотерми.

Черешарката се смята за най-специализирания вид птица по отношение на дъбово-габървите гори, макар че обитава и горите от бук, бряст, ясен и клен, както и смесените гори до горната граница на гората в планините. Тя е древен вид, чийто род възникнал през неогена. Силно е приспособен към дърветата с орехови и костилкови плодове, както и големи семена. През плейстоцена е оцелял само в подходящите рефугиуми на южноевропейските полуострови. За първи път нейни плейстоценски находки са открити именно тук – в Ръжишката пещера.

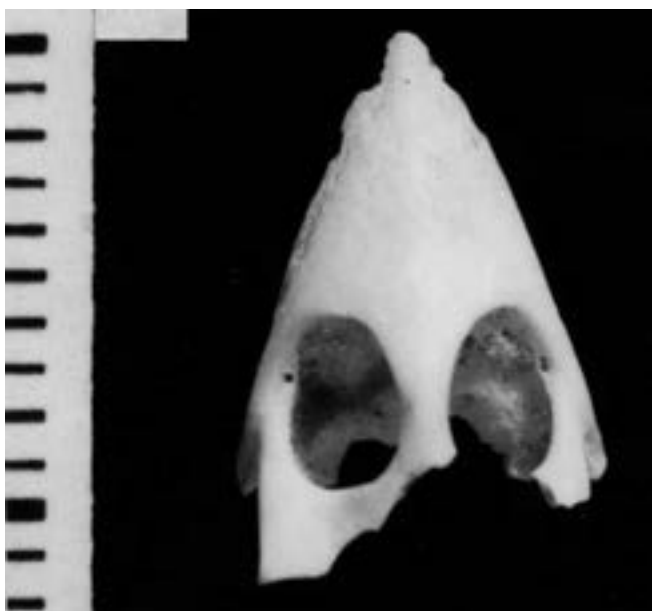
Зелениката е постоянна птица в бореалните и умерените ширини, но в северните части на ареала е мигрираща. Тя е типичен дървесноживеещ (генгрофилен) вид и е зърноядна. По време на размножителния период обитава различни местообитания, но тогава ареалът ѝ е ограничен от 14°C юлска изотерма. Тя е древен вид в широколистните гори в Европа. Находките ѝ в пещерата са първите за вида в България.

Сега да разгледаме и полските видове. Полската яребица е постоянен вид главно от умерения пояс. Обитава влажни тревисти местообитания (ливади, пасища, степи, синури с храсти. Тя е птица с наземно хранене, обитаваща обширните тревисти местности. Избягва сухи, скалисти и дървесни местообитания. Яребицата е характерен вид за степната зона на Евразия, но от степите постепенно заселила и лесостепите. Смята се за

местен, автохтонен вид в Европа още от плиоцена.

И сега – за една по-непозната яребица – палеояребицата (*Perdix palaeoperdix*). Тя е описана от множество находки от края на средния плейстоцен (руския стадиал) от Южна Франция. Разглежда се като примитивна форма в рода *Perdix*, която се различава от съвременния вид *Perdix perdix* със забележимо по-малките си размери. Смятана е за характерен вид за средно плейстоценските находки в Европа. Палеояребицата се счита за пряк предшественик на полската яребица. Досега видът бе известен само от Франция, Гърция, Испания, Южна Русия (Кавказ) и Китай.

Пъдпъдъкът е постоянен и мигриращ вид от южните части на умерената зона и субтропичната зона. Северната граница на ареала му е очертана от 15°C юлска изотерма. Обитава тревисти ра-



Горночелюстен фрагмент от черепа на зеленика (*Carduelis chloris*) (Сн.: Борис Андреев)

йони в равнините със сухи почви, ливади и полупустини. Избягва сухите местообитания и влажните зони. Препочита открити хълмисти безлесни терени до 1000 м.н.в. Обширният му днешен ареал се дължи на разширяването му през кватернара.

От степна (дебелоклюна) чучулига (*Melanocorypha*) са намерени два черепни фрагмента. Въпросът за плейстоценските останки от нея в Европа е все още неясен. Те са многобройни в пещерните находища от късния плейстоцен на континента. Размерно попадат в диапазона на съвременната дебелоклюна чучулига (*Melanocorypha calandra*). Тази птица е постоянен и прелетен вид от южните степни райони в умерения пояс и е типичен степен обитател. Препочита съобществата с пелин и избягва каменистите местообитания. Добре понася и летните горещини с температури до 32°C. Разглежда се като реликтен вид за девствените степи в Европа. Находките от Ръжишката пещера представляват първите фосилни данни от този род в България. Интересни са и двата водолюбива вида птици, открити в пещерата. Ливадният гърдавец (*Crex crex*) е прелетна птица, размножаваща се в бореалната и умерената зона. Среца се в тревните местообитания, покрай мочурища, блатата и влажни ливади, основно в низините. Препочита хладните влажни високотревни местообитания и избягва езера, речни брегове, пясъчни и скалисти местности. Днес в България той е рядък гнездещ прелетен и пасажер вид.

Малкият зеленоног водобегач (*Tringa stagnatilis*) е прелетен вид от сухите степи в умерения пояс. Гнезди във влажните тревисти местообитания близо до блатата, мочурища и сладководни езера. Избягва засолените местооби-

тания. Днес е рядък инцидентен зимен посетител на Балканите. Находките му в Ръжишката пещера са първо доказателство за разпространението му у нас през плейстоцена.

Съвсем естествено, скалолюбивите видове са добре представени. Обикновената кукумявка е постоянен вид от субарктичния до умерения пояс. Обитава разнообразни местообитания, включително скалисти терени в планините, степи и разреждени гори. Тя е най-наземният вид от всички сови в Палеарктика. Всички останали са много по-свързани с горите от нея. Кукумявката избягва гъстата дървесна и храстова растителност, както и влажните зони. В Западна Палеарктика е разпространена докъм 2000 м.н.в. Големият ѝ брой подвидове (13) показва дългата ѝ еволюция в неогенските пустини на южна Европа и Азия. Находките от Ръжишката пещера представляват първо доказателство за плейстоценското ѝ разпространение в България.

Белокоремният (алпийски) бързолет (*Tachymarptis melba*) е прелетен вид от южните части на умерения пояс. Гнезди по скалите в сухите планински скалисти терени и скалните брегове. Изотермата от 21,1°C ограничава разпространението му на север. Той е една от най-аериалните (въздушни; пребиваващи във въздуха летейки) птици. Може да се отдалечи до 600-1000 км от гнездовата колония само за един ден! Избягва дървесните местообитания. Според някои палеоорнитолози през плейстоцена в Европа не останали подходящи местообитания за него. Многобройните му находки от България обаче, не подкрепят подобни твърдения. Очевидно в периоди на временно затопляне, алпийският бързолет бързо възстановявал ареала си в северна посока.

Скалната лястовица (*Ptyonoprogne rupestris*) също е прелетен, но и постоянен вид в южните части на умерения пояс. Обитава скалисти терени с вертикални повърхности както в низините, така и в планините до 2200 м. н. в. Избягва сенчести и ветровити места. Зависи от близостта на реките и потоците. Има средиземноморско разпространение в Западна Палеарктика. Юлските изотерми от 20 – 21,6°C ограничават гнездовия ѝ ареал.

Жълтоклюната хайдушка гарга (*Pyrhacorax graculus*) обитава алпийската зона в южноевропейските планини. Среца се в степните високопланински терени и скалисти местообитания до снежната линия. Тя е специализиран планински петрофилен вид. Обикновено се среща над 1500 м. н. в. Силно зависима е от наличието на скални кухини и пукнатини за гнездене. През вюрмския етап по-добре преживяла захлаждането на климата от родственицата си – червеноклюната хайдушка гарга (*Pyrhacorax pyrrhacorax*).

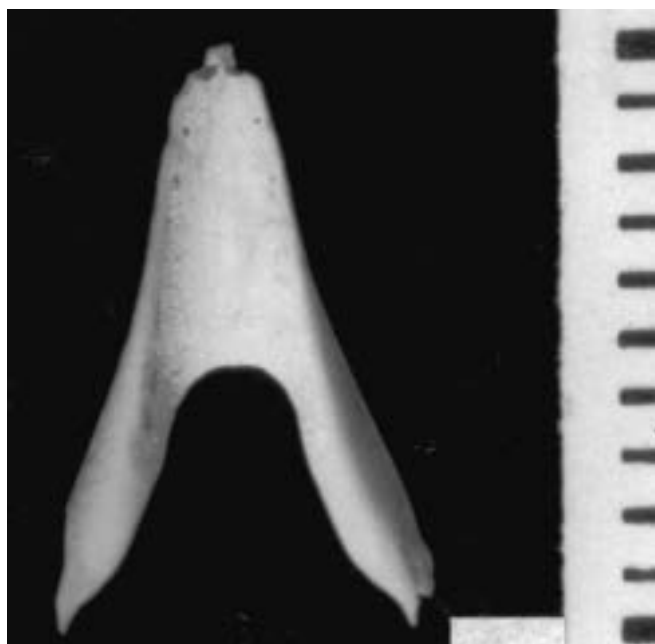
Всяка находка на червеноклюната хайдушка гарга у нас е от изключителен интерес. За последен път видът е наблюдаван в България на планината Славянка през 1937 г. и оттогава се смята за изчезнал от българската орнитофауна. Обитава скалисти местообитания до горната граница на гората. Ръжишката пещера е второто плейстоценско находище на вида в България, след намирането му в пещерата Бачо Киро. *P. pyrrhacorax* е индикатор за хладен климат. Днес в Западна Палеарктика ареалът ѝ се е разпаднал на 4 изолирани популации. През вюрм вероятно те са били свързани помежду си. Известни са много находища на червеноклюни гарги, които сега са далеч извън видовия съвременен ареал. Понеже в късния плейстоцен е бил



Проф. г.б.н. Златозар Боев работи в Националния природонаучен музей при БАН от 1980 г. Завежда отдел „Гръбначни животни“. Създава палеоорнитологията като научно направление в България. Изгражда най-богатата в Югоизточна Европа колекция от фосилни (неогенски и плейстоценски) и субфосилни птици, сравнителна остеологична колекция от рецентни птици и научна библиотека по палеонтология и еволюция на птиците.

широкоразпространен вид, палеоорнитолозите го приемат за ръководен фосил за късния плейстоцен в Европа.

Чавката (*Corvus monedula*) е постоянен и прелетен вид от бореалните до умерените ширини. Разпространението ѝ е свързано с наличието на стари дървета и скални масиви за гнездене. Обитава различни видове местообитания, но на север ареалът ѝ е ограничен от 12°C юлска изотерма. Смята се, че е птица с планински произход, която обитава Европа от плиоцена. Видът е широко разпространен по време на плейстоцена в България. У нас е известна от пещерата Бачо Киро, пещерата Темната дупка, Пещера № 16 и още много други. И скалното врабче (*Petronia petronia*) е постоянен и частично мигриращ вид



Долна челюст на скално врабче (*Petronia petronia*)
(Сн.: Борис Андреев)

от южните части на умерения пояс. То обитава открити скалисти терени с оскъдна растителност от треви и разредени храсти, сипеи и сухи тревни терени докъм 2600 м. н. в. В южните планини. На юг не издържа на конкуренцията с испанското врабче (*Passer hispaniolensis*). Днес такава е ситуацията и у нас. Като цяло и скалното врабче е вид със средиземноморско разпространение в Западна Палеарктика. Намирането му в Ръжишката пещера е първото му регистриране у нас през плейстоцена. Досега

от плейстоцена бе известно само от 6 държави – Франция, Италия, Ирак, Израел, Испания и Украйна.

Вероятно вече се убедихте, че Ръжишката пещера е едно от най-важните палеоорнитологични находища в България. От установените по плейстоценските им останки в нея птици един вид (палеояребицата) е фосилен и два вида (тетревът и червеноклюната хайдушка гарга) са изчезнали от съвременната орнитофауна на страната. За първи път в България в плейстоценските наслаги от тук именно са установени девет вида: лещарка, малък зеленоног водобегач, обикновена кукумявка, степна чучулига, голям си-

нигер, планинска чинка, черешарка, зеленника и скално врабче. Според предпочитанията на гнездовите местообитания, регистрираните видове показват наличието на лесостепен пейзаж в околностите на пещерата, в който са преобладавали горските местообитания. Въпреки че околностите на пещерата са един ограничен район, това, което научаваме от запазените в нея останки от животни, значително разширява представата ни за природната обстановка в онова далечно минало. ■

Как пулсира най-голямото сърце в света?



Естествено е да се очаква, че най-голямо сърце при съвременните бозайници на Земята имат най-едрите представители на този клас. „Великани“ между бозайниците има както на сушата, така и във водата, но безспорен рекордьор между тях е Синият кит (*Balaenoptera musculus*). Неговите размери и маса наистина са впечатляващи – до 33 м. дължина на тялото и тегло до 150 – 160 тона! А през 2014 г. екип от учени от Кралския музей в Онтарио установили, че и сърцето на синия кит също е с огромни размери и тегло. След аутопсия на един син кит, изхвърлен от океанските вълни край бреговете на Нюфаундленд (Канада) през 2015 г. те установили, че сърцето му има дължина около 1.5 м. и тежи 181 кг.! Гигантското сърце е препарирано, консервирано и се съхранява вече в Кралския музей в Онтарио. То много наподобява човешкото сърце с 2 предсърдия и 2 камери и по време на работа изхвърля около 220 литра кръв. За дълготрайното му консервиране с многобройните му артерии и празнини са използвани около 3800 литра формалдехид.

В края на 2019 г. екип от учени от Станфордския университет (САЩ) публикуваха и резултатите от свои специални експе-

риментални изследвания върху дейността на гигантското сърце на сините китове в естествени условия. Те успели да монтират прецизен биофизичен уред с различни датчици на тялото на един син кит, плуващ в крайбрежните води на залива Монтерей (САЩ). Уредът измервал и сърдечния пулс на животното в продължение на 2 денонощия. „Такова едро животно не е възможно да бъде пренесено в лаборатория, затова ние пренесохме биофизичната лаборатория в океана“, казва г-р Джереми Голдбоген (Dr Jeremy Goldbogen), ръководител на експеримента. След 2 денонощия върху тялото на синия кит уредът се отделил по команда от животното и бил уловен от изследователите, а показанията му били разчетени в лабораторията.

Оказало се, че при нормално плуване и хранене на синия кит в повърхностните води на океана, пулсът му е между 25 – 30 удара /минута. А когато животното прониква в по-дълбоки води на около 100 – 180 м., което може да продължава до 20 – 30 минути, неговият пулс спада много и уредите регистрирали едва 2 до 5 удара в минута! При излизането на повърхността и възстановяване на нормалното дишане пулсът отново се повишавал и достигал нормалните 25 – 30 удара в минута. Най-ускорен пулс от 37 удара в минута е регистриран след излизането на животното на повърхността, когато чрез ускоряване на дишането се е постигало и бързо повишаване на кислорода в кръвта до нормалните му нива.

Първите резултати от експеримента, публикувани в престижното научно списание *Proceedings of National Academy of Sciences* (PNAS) (XI. 2019 г.) са само начало на следващи изследвания на екипа от 11 учени.

По PNAS и MNN



Завръщането – следледникови миграции при растенията

Петър Желев, Димитър Иванов

Всъщност климатът на Земята никога не е бил постоянен. В миналото той се е променял в една или друга посока в зависимост от различни, главно космически причини. За последните 2.5 млн. години са се сменили

няколко периода на значително понижаване на температурите, наречени залежавания (ледникови, или глациални периоди), а между тях е имало периоди на затопляния, наречени интерглациални. Тези въпроси са общо взето известни на учените, макар да остават за доизясняване неимоверно много детайли (все пак става дума за събития отпреди десетки и стотици хиляди години).

Болшинството от растенията по време на жизнения си цикъл не променят местоположението си. За едногодишни

Днес, терминът „климатични промени“ е все по-широко използван, както от учените (климатолози, географи, еколози и др.), така и от медиите, а практически и от всички хора. Причина е значимостта на проблема за настоящето и бъдещето на човечеството, а също и това, че през последното столетие човешката дейност оказва съществено влияние върху изменението на климата.

те видове това не е от особено значение, но за дългоживеещите дървесни видове е жизнено важно. Те понасят всички въздействия на средата, не могат да „избягат“, когато нещо ги застрашава, а трябва

да се справят със ситуацията „на място“. Ако не успеят – загиват. Такива масови загивания на дървесни видове и техните горски съобщества са се случвали многократно, особено в резултат на залежаванията. По време на последното от тях, т.нар. „Вюрмско залежаване“, Северна Европа и в частност Скандинавският полуостров, са били покрити с лед, чиято дебелина достигала до 3 – 4 км. При такива сурови условия никакви растения, били те дървета или не, не биха могли да оцелеят. Това



Схема на последните два ледникови периода в Европа.

Със светлосиня линия е очертан районът на покритите с лед територии по време на Риското заледяване (продължило приблизително от 300 000 до 130 000 години ВР), а с виолетова линия – на Вюрмското заледяване, неодожило приблизително от 115 000 до 12 000 години ВР). Червената пунктирна линия показва докъде е достигала зоната, в която земята по време на Риското заледяване е била постоянно замръзвала (т.нар. „пермафрост“)

заледяване е започнало приблизително 115 хиляди години преди нашето време, или както е популярното съкращение, ВР (от английското before present).

Видовете обаче са оцелявали значително по-на юг, в местата, в които не е имало заледявания. След оттеглянето на ледниците, чието присъствие е продължавало десетки хиляди години, условията в по-северните части на Европа отново са ставали подходящи за живот. Тогава много растителни видове, включително дървесни, чрез семена, пренасяни от вятъра, животните, водата и др., са тръгвали отново на север, завръщайки се у дома. Този процес често

е бил учудващо бърз и местата, в които преди десетки хиляди години са расли, например, бял бор и смърч, отново са бивали покрити с белборови и смърчови гори.

Този сценарий се е повтарял няколко пъти. Последното такова ледниково оттегляне се е случило преди около 12 000 години. Периодът оттогава насам се нарича „холоцен“, което на старогръцки означава „напълно нов“. Този времеви отрязък се смята за последния интергласиален период от историята на Земята. Самият Холоценски период, продължаващ досега около 12 000 години, също не е бил еднакъв – в него е има-



Чл.-кор, проф. Димитър Иванов е завършил биология в СУ „св. Климент Охридски“ през 1985-а година. Работи в Института по ботаника при БАН. От 2013 година е научен секретар на БАН в направления биомедицина и качество на живот, биоразнообразие, биоресурси и екология. Член е на регколегията на списание Природа.

ло по-влажни или по-сухи микропериоди, отличаващи се с по-ниска или по-висока температура. Общото обаче е, че холо-ценът всъщност е един междуледников период, т.е., очаква се ново застудяване на климата на Земята, макар и предвиждано за след най-малко 50 000 години.

Както е посочено по-горе, дори по време на ледниковите периоди ледът не е сковавал целия европейски континент, а само част от него. При всички залежавания трите южни полуострова на Европа (Балкански, Апенински и Иберийски) са останали практически неза-сегнати или слабо засегнати (предимно високите части на планините) от лед-ниците. В резултат в тези полуостро-ви са оцелели почти всички представи-тели на биотата – от гърветата до бактериите. Оцеляването им не е било свързано със значително мигриране към места с по-добри условия, с изключение на сравнително малки премествания на-горе-надолу към по-голяма или по-малка надморска височина. Поради това, тези части на континента са наречени *гласи-ални рефугиуми*, означаващо „ледникови убежища“. Реколонизацията на северни-те части на континента в много случаи е започвала от тези три южни полуос-трова.

Според общоприетата дефиниция гласиалните рефугиуми са места, къде-то биотата е оцеляла през периодите на залежаване по време на Последния ледников максимум – до преди около 12 000 години. Терминологията, свър-зана с гласиалните рефугиуми е доста усложнена, особено през последните десетилетия. Терминът „рефугиуми“ е бил използван първоначално, за да обо-значи местоположенията през гласиал-ния период на съвременни видове от по-големите географски ширини, обик-новено гървета и храсти, а след това



Доц. Петър Желев Стоянов за-вършва „Горско стопанство“ в Ле-сотехническия университет София през 1985. В началото на 1993 г. за-щитава докторска дисертация. От 1993 г. досега е преподавател в Ле-сотехническия университет (ЛТУ). Бил е ръководител на катедра „Ден-дрология“ от 2003 до 2007 г. и два мандата (2007 г. – 2016 г.) Замест-ник-ректор на ЛТУ.

е получил и по-широко значение. В зависимост от геологичната им възраст и размерите им, са дефинирани палео- и неорефузиуми, макро- и микрорефузиуми и др.

Проучването на процесите, които са обусловили съвременното разпространение на видовете е сравнително нова интердисциплинарна научна област, наречена *филогеография*. Терминът е въведен от американския учен Джон Авайз (John Avice) през 1987 г. и означава, че обекти на внимание са както съвременното разпространение на даден вид, така и генетичните (родствени) връзки между отделните групи индивиди, образувачи популациите на този вид.

Филогеографията обединява някои направления на палеобиологията и популационната генетика. Независимо от общите принципи, филогеографските изследвания при растителните и животинските видове се отличават значително, което е обусловено от особеностите на тези групи организми.

Голяма част от проучванията на следледниковите миграции използват като модел дървесните видове. Причините за това са няколко и могат да бъдат обобщени както следва:

1) Много от тях заемат обширни територии и поради това присъствието им в даден район, макар и в минали периоди, не остава незабелязано – те оставят много следи.

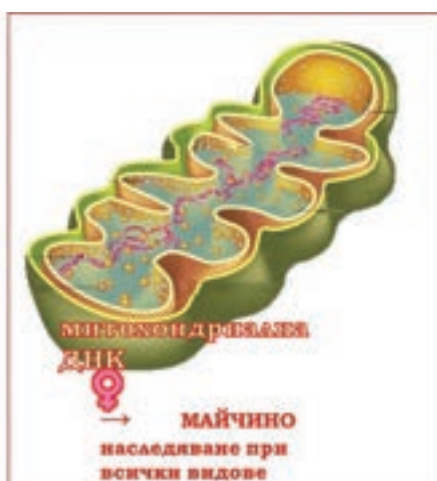
2) Много дървесни видове в Европа (всички иглолистни, голяма част от широколистните) са анемофилни (опрашват се с помощта на вятъра). Те образуват голямо количество полен, който се отлага всяка година на равномерни пластове в торфища, блатата, езера и други подходящи места и поради това тези видове са много удобни за палинологични изследвания.

3) Растителни макрофосилни остатъци (включени части от дървесина, кора, листа, плодове) в земните пластове се намират много по-често от дървесни, отколкото от тревисти растителни видове.

Палинологичните проучвания се основават на факта, че при дървесните видове разнообразието на полен е голямо, което позволява идентификация поне до ниво род, често и до вид. Освен това, поленовите зърна се отличават с голяма трайност и здравина, а престо-яването им в земята/водата в продължение на хиляди години не променя морфологичните им особености.

Палинологията и палеоботаниката са основни дялове от ботаниката, които имат за цел на своите изследвания възстановяването на древните екологични системи и климата, известни съответно като палеоекология и палеоклиматология. Освен това палинологията е основен метод за изучаването на развитието на растенията през ледниковите и междуледниковите епохи през кватернера.

През последните десетилетия обхватът на кватернерната палинология значително се разшири. Използването на съвременни методи за обработка на данните и сканиращият електронен микроскоп са едни от последните допълнения към „групата инструменти“ на палинологията. Изследването на автофлуоресценцията на изкопаемия полен е една от няколко нови техники, предоставящи допълнителна информация за палеосредата. Кватернерната палинология се използва също в геоложките проучвания за идентифициране и описване на различни палеоекологични обстановки в изследваните седименти. Но основното и най-важно приложение е в изследването на динамиката на растителните общества, миграцията на растителни-



Хлоропластна и митохондриална ДНК

те видове, процесите на съхранение на растенията и видообразуването.

За разлика от животните, при растенията миграцията на гени се осъществява не чрез придвижване на индивиди (с незначителни изключения), а чрез полен и семена/плодове. Чрез полена мигрират бащините гени, а чрез семената – гените на потомството, диплоидните зародиши, обединяващи наследствеността и на двата родителя. Независимо че чрез полена може да се осъществи пренос на гени на сравнително големи разстояния, образуването на нови популации на даден вид може да стане само от семената/плодовете. Поради това във филогеографията широко приложение намират генетичните маркери, наследявани чрез майчините индивиди. Такива маркери са главно тези, разположени извън ядрото, в цитоплазмата на клетката, поради което се наричат извънядрени маркери. При растенията това са маркерите, разработени на базата на хлоропластна и митохондриална ДНК (*cpDNA* и *mtDNA*).

Хлоропластна ДНК. В растителните клетки обикновено има по 20 до 40 хлоропласти и всеки от тях има по 100 – 150 копия от хлоропластния геном. Интересна особеност на наследяването на хлоропластната ДНК е, че при голосеменните, част от които са иглолистните, тя се наследява бащино, т.е., чрез полена (с незначителни изключения), а при повечето от покритосеменните (широколистните) – майчино.

Митохондриална ДНК. В една растителна клетка е възможно да има до 3000 митохондрии и всяка от тях има по 2 до 50 копия от митохондриалния геном. Митохондриалната ДНК се наследява майчино при повечето дървесни видове – голосеменни и покритосеменни.

Поради тези особености при повечето широколистни дървесни видове за изследване на миграциите се прилагат хлоропластни ДНК маркери, а при иглолистните – маркери, основаващи се на митохондриална ДНК.

Полиморфизмът в хлоропластната и митохондриалната ДНК се дължи на му-

тации (внезапни изменения), възникнали на определен етап от развитието на съответния вид. Въпреки че мутациите са редки събития, колкото по-дълго време един вид е обитавал дадена територия, толкова повече мутации са възникнали в ДНК на хлоропластите и митохондриите на отделните индивиди. Тези мутации след това се предават в поколението, но само чрез майчиното дърво, което позволява да се проследи откъде водят началото си дърветата в даден район. Тъй като тези варианти се съдържат само в единия родител, те се наричат също „хаплогенотипове“, или по-просто „хаплотипове“. Проследени в много поколения, тези хаплотипове се разглеждат като представляващи различни генетични (наследствени) линии. Накратко казано, те минават като червена нишка през поколенията (времето) и през географските области (пространството) и водят назад към общия прародител – индивида, в който за пръв път е възникнала мутацията, гала индивидуалност на конкретния хаплотип. Това малко опростено представяне цели да илюстрира значението на хлоропластната и митохондриалната ДНК като маркери, използвани във филогеографията.

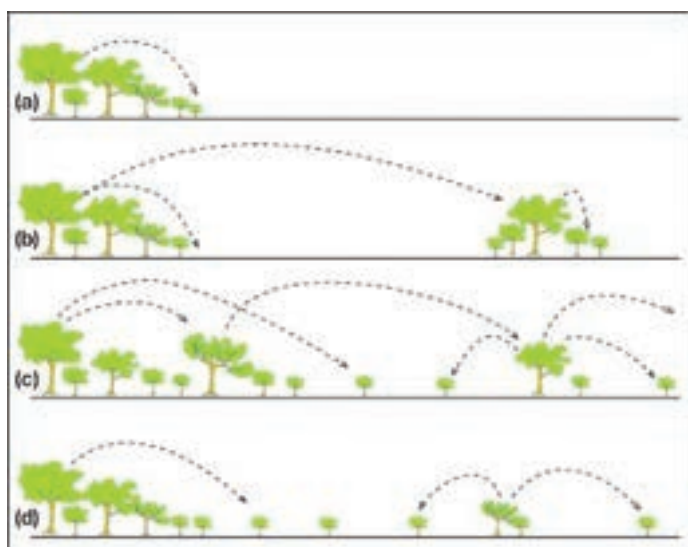
Различните варианти на ДНК на организмите могат да бъдат установени с подходящи методи на анализ, които са утвърдени в молекулярната биология. Така проследяването на интергласиалните и постгласиални миграционни пътища става постижима задача за съвременните изследователи.

Въоръжени с инструментариума да установяват с голяма достоверност какъв е бил в по-близко или по-далечно минало съставът на флората в даден район и в същото време откъде най-вероятно произхождат видовете в друг,

засегнат от залежавания район, филогеографите са намерили отговор на много въпроси, свързани със следледниковите миграции на дървесните видове. На помощ на палеоботаниката и генетиката идва и компютърното моделиране на климата, което допринася за още по-голяма достоверност на получаваните резултати.

По време на последния ледников период средната юлска температура на Балканския полуостров и в частност в България, е била само с около 5°C по-ниска от тази в наши дни. През този период най-голямо биологично разнообразие е съществувало не при най-малка, а при средна надморска височина, тъй като там въздушната влажност е била най-висока.

Както в момента, така и по време на залежаванията условията в големите гласиални рефугиуми не са били еднакви. Те са се отличавали както по стойностите на екологичните променливи (температурно-влажностен режим, почвени условия и др.), така и по някои специфични условия, които са важни от гледна точка на специализираните изисквания на конкретните видове. Поради това в рамките на големите гласиални рефугиуми са установени по-малки райони, които представляват „горещи точки“ за различни видове или групи от видове (т.е., там тези видове са оставили най-много следи от всякакъв характер – генетичен, палеоботаничен). Тези „горещи точки“ са получили названието „рефугиуми в рефугиумите“. Тяхното установяване и локализиране при дървесните видове се основава главно на базата на разпределението на генетичното разнообразие и на базата на палинологични данни. В тях генетичното разнообразие е достоверно по-високо, в сравнение с това в съседните територии.



Модели на разпространение на дървесните видове.

Пунктирните линии маркират пътя на разпространение: (a) Непрекъснат движещ се фронт: разпространението става от плътна популация малко след границата на разпространение. (b) Прекъснато разпространение – от малки дискретни отстояния към популации, разпространени на отдалечени територии, които водят началото си от родителска популация. Те от своя страна се разширяват и накрая се сливат помежду си. (c) Разпространение при ниска плътност на популацията: честото разпръскване на дълги разстояния води до малки разпръснати популации, които са нови източници за разсейване на дълги разстояния. (d) Обединяване на несъединени популации: малките разпръснати популации се разширяват и водят до сливане на отдалечени популации

След оттеглянето на ледниците е започнал процес на *реколонизация* на доскоро скованите от лед земи. Реколонизацията е част от по-общ процес на следледникови миграции, включващ не само заемането на доскоро залежени територии, но и придвижване на видовете в различни посоки в резултат на променените климатични и специфични екологични условия.

В контекста на общата закономерност, че реколонизацията на северните части на Европа е започнала от южни рефугиуми и се е движила по посока на

север, се е формирала хипотезата, че най-високото генетично разнообразие в рамките на видовете следва да бъде в глациалните рефугиуми. Съвременните изследвания обаче показват, че картината е значително по-сложна и че най-високото вътревидово генетично разнообразие е установено не в най-южните части на Европа, а при междинна географска ширина. Това се обяснява, както със смесването на различни „реколонизационни пътища“, идващи от различните главни рефугиуми, така и със смесване на миграционните потоци от главните рефугиуми с такива от по-северни, макар и по-малки рефугиуми. Глациални рефугиуми за дървесни видове са съществували и на север от Алпите, макар и разпространени наряд-

ко, главно поради ниската концентрация на CO_2 и високата скорост на вятъра по време на ледниковите периоди.

Общо за дървесните видове е установена твърде сложна картина на следледниковите миграции, която включва както участието на основните глациални рефугиуми, така и на други, сравнително по-малки, разположени при по-голяма географска ширина. Много често видове, които днес в определени райони растат заедно, са достигнали до тези райони по различен път и в различно време. Скоростта на мигриране на ви-



По време на последното заледряване обикновеният бук е оцелял на Балканския полуостров и в България и неговите популации тук се характеризират с високо генетично разнообразие

говете на север е впечатляваща – средно от 100 до 250 m за година.

По отношение на скоростта на мигриране видовата специфичност е силно изразена. Дървесни видове, които първи заемат новоосвободена територия (наричани в растителната екология *ранно-сукцесионни*), като обикновената бреза, белия бор, трепетликата и др. са мигрирали значително по-бързо в сравнение с *по-късно сукцесионни* видове от родовете ела, смърч, бук, дъб, габър и др.

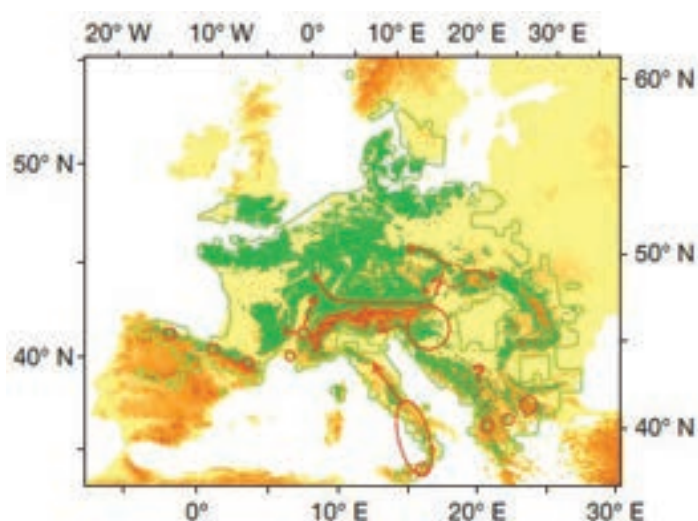
Потребно и приоритетно са изследвани широко разпространените и с голямо стопанско значение видове. Получената информация е косвено свидетелство за следлениковите миграции и на редица животински видове, чието съществуване е тясно свързано с горските екосистеми.

За обикновения смърч са установени четири по-важни глациални рефугиуми,

като Централна Европа е колонизирана от рефугиумите около Алпите, включително в Северозападната част на Балканския полуостров, а смърчът в Северна Европа води началото си от отделен, северен рефугиум на територията на днешна Русия.

Белият бор е оцелял в отделни благоприятни рефугиуми, разположени, както в трите южни полуострова, така и на север от Алпите. Реколонизацията на по-голямата част от Средна и Северна Европа е започнала точно от последния рефугиум, докато рефугиумите в южните полуострови са послужили като източник за локално увеличаване на площта на вида.

По подобен сценарий са протекли следлениковите миграции при много други видове, като сравнително най-изследван е случаят с обикновения бук. По време на последното заледряване той е оцелял в



*Разпространение на обикновения бук (*Fagus sylvatica*) в Европа през холоцена.*

Зелената линия маркира естественото разпространение според Atlas Florae Europaeae. Червените кръгове показват ориентировъчното местоположение на рефугиумите, а стрелките показват основните пътища на разпространение. Въпросителните знаци указват на засега недокрай изяснени рефугиуми и/или миграционни пътища

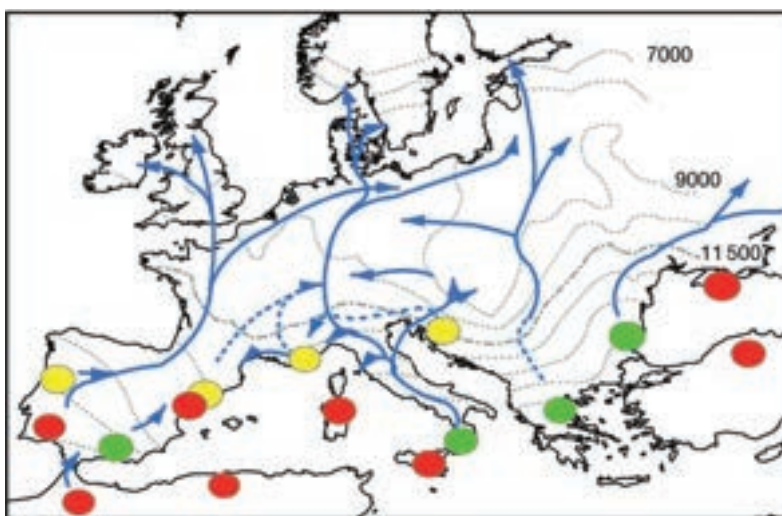
много по-големи и по-малки рефугиуми, като тези от Централна Европа са били ясно отделени от средиземноморските. Реколонизацията на Средна и Северна Европа е осъществена от Централноевропейските рефугиуми, докато тези от южните полуострови са били източник на разширяване на заеманите от вида територии през благоприятните за това периоди на Холоцена.

Следследниковите миграции при обикновената ела водят началото си от три рефугиума – един от Балканския полуостров, един от района на Западните Алпи и един на юг от Алпите. Миграционните потоци от Балканите се срещат с тези от другите два рефугиума и генетичните маркери показват точно къде това се е случило – в Словенските Алпи и в Източните Карпати. Рефуги-

умът на Иберийския полуостров е служил като източник за реколонизация на Пиринеите и отчасти на Южна Франция.

При летния дъб и горна главните рефугиуми са били в трите южни полуострова, като са съществували и вторични рефугиуми, които са били от сравнително малко значение за миграцията на видовете и реколонизацията на съвременните им ареали в Европа. Палеоботаничните данни подкрепят и допълват генетичните данни за този модел на разпространение на дървовете.

Формирането на съвременното разпространение на дървесните видове в Европа след последното заледяване е следвало три основни сценария, всеки от тях с много варианти. Според **първия** сценарий глациалните рефугиуми на видовете са били почти само в трите южни полуострова и миграцията на север е започнала от тук (обикновена ела, летен дъб и горун). Според **втория** сценарий миграцията към северните части на континента е започнала не от главните рефугиуми в южните полуострови, а от по-северни, макар и по-малки рефугиуми (обикновен бук, обикновен смърч). **Третият** сценарий се отнася за видовете, разпространени в Средиземноморската област, които са мигрирали към места с благоприятни за тях условия почти само в рамките на южните полуострови, или



Основни пътища на разпространение и динамика на разпространението на листопадните дървета в Европа.

Началото на постоянно присъствие на полен от дъб във фосилния летопис е представено със сиви пунктирни линии (изохрони, посочените години са ВР.). Сините стрелки отбелязват пътищата за разпространение, а кръговете показват предполагаемите рефугиуми: зелени – първични рефугиуми, изведени от поленовите данни; червени – първични рефугиуми, възстановени по генетични данни (хлоропластна ДНК); жълти – вторични рефугиуми. Изобразяването на пътищата на миграция отчита препятствията като напр. планински вериги, докато изохроните представляват интерпретация на разпространението в равни терени. Интересно е да се отбележи, че пътищата на разпространение не винаги са перпендикулярни на изохроните, подкрепяйки концепцията, че първоначалното разпространение е станало при ниска плътност на популацията по хаотичен път, а не по определена посока

иначе казано, те просто са били тук и са останали.

По време на заледяванията и междинните периоди, както и след последното заледяване дървесните видове са осъществявали миграции от по-малко благоприятни към по-благоприятни условия. За някои видове това е било дълго пътешествие и завръщане у дома, а за други – кратка екскурзия към по-добри условия за живот. Така са се формирали

съвременните популации и общества на дървесните видове в Европа. Филогеографските проучвания продължават да хвърлят светлина върху недоизяснените въпроси, свързани със следващите миграции. Това допринася за обогатяване на познанието за разпределението на генетичното разнообразие, за способностите на видовете да мигрират и за стратегиите за тяхното опазване. ■

ЛЮБОПИТНО

Галопиращите сахарски мравки



Регистрираща апаратура за движение на дребни животни

В края на 2019 г. научни списания разпространиха новината, че в горещите пустини на Сахара живеят най-бързите мравки в света. Принудени от горещото африканско слънце, те често „препускали галоп“ на четири крака по нажежените пясъчинки. Изследванията на немски учени от Университета в Улм, публикувани в известното научно списание *Journal of Experimental Biology* убедително доказват, че тези африкански мравки от вида *Cataglyphis bombicina*, известни и с популярното име Сахарски сребърни мравки (Saharan silver ants), са най-бързите мравки в света и заслужават да бъдат вписани в известната книга на Гинес.

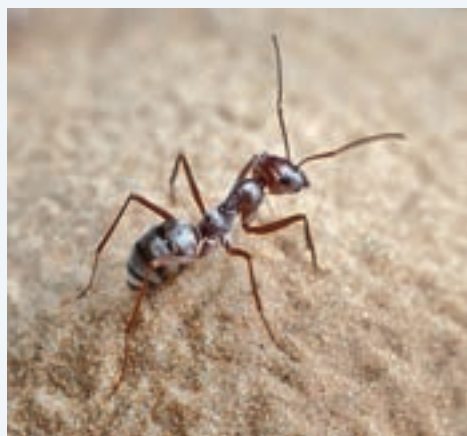
Сахарските сребърни мравки обитават едни от най-горещите райони на Сахара, където температурите на въздуха и пясъците често надминават 40°C. Много други пустинни насекоми не излизат при такива високи температури от своите скривалища в по-дълбоките пясъчни слоеве, но сахарските сребърни мравки не се боят от такива температури и често били наблюдавани да се движат много бързо и да подскочат по горещия пясък. По-съвременни микроскопски изследвания, вкл. сканираща микроскопия, бързо разкрили една от причините за тяхното „безстрашие“ от горещия повърхностен пясък. Оказало се, че главата и тялото на

тези мравки са плътно покрити с безброй къси хитинени косъмчета, които образували нещо като изолационен предпазен слой срещу високите температури. Той придавал по-светъл сребрист цвят на тялото и главата, поради което мравките били наречени „сребърни“. Но и тяхната поносимост към високите сахарски температури не е безкрайна и е установено, че температури на повърхността на пясъка над 53.6°C са фатални и за тях. Друга особеност на сахарските сребърни мравки, която привличала вниманието на изследователите, е фактът, че техните 3 чифта ходилни крайници са по-кратки с около 18% от крайниците на другите видове познати мравки и въпреки това те се движат много по-бързо от тях?

Екипът от немски учени, разкрил механизма на движение и бързината на придвижване на сахарските сребърни мравки е бил погръководството на г-р Сара Пфефер (Dr Sarah Elisabeth Pfeffer), известен невротолог от университета в гр. Улм (Германия). Учените извършили интересни изследвания и експерименти в Сахара със специално конструирана

апаратура и регистрираща техника за движение на гребни животни. Те установили, че сахарските сребърни мравки, за разлика от много други пустинни насекоми, излизат да търсят храна на повърхността и по обедно време, когато температурите на въздуха са вече доста високи и достигат понякога до 60°C. За разлика от другите видове мравки, те извършвали много бързи, почти светкавични придвижвания върху горещия пясък, при това често само с 4 чифта от крайниците си и за 1 секунда изминавали разстояние до 855 мм. А това разстояние било равно на около 108 пъти дължината на собственото им тяло. Това е изключително висока относителна скорост за гребните сахарски мравки, която ги нарежда между най-бързо движещите се животни в света. Просто пресмятане показва, че ако човек със среден ръст и височина 1.70 м. изминава също 108 пъти дължината на своето тяло за 1 секунда, той би трябвало да се движи със скорост над 180 км./час! Както се изразява г-р С. Пфефер, мравките като че ли подскочали в „гало“ и летели в експерименталния канал, в който измервали и филмирали движението им с високоскоростна камера.

Високата скорост на придвижване, както и „окосмяването“ на сахарските сребърни мравки, са безспорни адаптации на насекомите към високите повърхностни температури в горещите пясъчни пустини. Те, както и установеният наскоро факт, че пустинните мравки синтезират и специални протеини, известни като HSPs-протеини (Heat Shock Proteins), които осигуряват на клетките и органите им нормална функция в екстремните пустинни условия, разширяват значително представите ни за необикновените възможности на организмите за живот в разнообразни екстремни условия.



Сахарска сребърна мравка

По Journal of Experimental Biology

Парк или гора е Борисовата градина?

Атанас Ковачев, Владимир Маринов,
Мария Гуркова, Станимир Шаламанов

Въпросът в заглавието е го-
ляма степен реторичен,
защото са възможни и два-
та отговора, независимо
че става дума за „градина“,
поне по име. От юридическа
или научна гледна точка от-
говорът зависи и от това
какви определения за двете
понятия ще се дават, но в
масовите представи (и в
общоупотребителния език)
паркът може да бъде гора,
както и гората може да
бъде обявена за парк.

Все пак има базова
разлика – паркът по
принцип е дело на
човека, който се гри-
жи за него, а гората
може да се справя и
без него. Що се от-
нася до Борисовата
градина, то тя, поне
в самото си начало,
е била замислена по-скоро като градски
парк.

Идеята на кмета Иван Хаджиенов „*да
се садят и аклиматизират декоративни
и екзотични храсти и дървета от чуж-
бина*“ бихме определили като екстрава-
гантна за времето си. Една година след
решението на Софийската градска упра-
ва за създаване на градината е приет и
първият закон за горите (1883), който
задължава общините да поддържат в
добро състояние старите гори и да за-
саждат нови.

Първоначално градината е залесявана
с акации, но през 1888 г. Княз Фердинанд

препоръчва засажда-
не на горски дървче-
та (*дъб, явор, ясен,
бреза*) от различни
краища на страната
– Пасарел, Кокаляне,
Чамъ-Курия (*Боровец*).
С промяната в зако-
на Охранителните
гори са поставени

под особена правна защита и изискване
за лесовъдско образование на горския ин-
спектор. Организирана е първата горска
служба, начело със Стефан Дончов. Той
засява в бразди дъбови и борови семе-
на южно от градината, в частта меж-
ду Астрономическата обсерватория и
днешните обекти – стадион „Българска
армия“, Колодрум, Лятно детско игри-
ще. От тях все още има живи дървета,
залесени с дъбов жълд от помощник
горския инспектор чехът Юлиус Милде
(*Julius Milde*) над Рибното езеро.

От отчета на Софийския районен гор-
ски инспектор **Петър Сабо** **Беров** кой-



Фрагменти от първите ограждения, жив плет от глог и черници и дъбове в редица все още са запазени срещу БНР. Снимка: авторите

то прилага вече изработения **План за залесяване на София** (*ситуационният план е дело на инж. Калчев, а лесокултурният – на Константин Байкушев*) е видно, че мястото на Борисовата градина е градско, но се залесява за държавна сметка. Петър Беров, подпомогнат от Витан Минков, прави разсадник за създаване на посадъчен материал за София на мястото на днешния Дендрариум. Разсадникът се състоял от 40 лехи със смърч, бор, платан и други горски семена. В началото на XX век с железопътни вагони от Германия (*Саксония и Берлински разсадници*) пристигат секвои – днешните вековни дървета в Дендрариума. С железницата идват и първите фиданки червен дъб. За съжаление през 1968 г теренът на бившия разсадник (*10 300 кв.м*) е предоставен за изграждане на открити тенис кортове, а там по-късно е построена и зала София.

До 1905 г. година първите 700 – 800 дка черен бор са засадени в чисти еднотайни насаждения, разделени на кварта-

ли посредством стопански линии. След това продължава засаждането при смесване на черен бор, бял бор, веймутов бор, лиственица, смърч, липа, дъб и бреза: в чиста форма, с редуване на фиданките и в тесни и дълги пояси.

Създадената от хората гора започва своя живот, в началото обгрижвана, понякога занемарявана и дори губила част от територията си. За разлика от мощните естествени гори, разполагащи с имунитет, придобит през годините и защитавани от загадъчния механизъм на природата, гората от парка все още се нуждае от човека.

Поддръжката на Борисовата градина не е еднократен акт и трябва да се извършва непрекъснато, както е непрекъснато и развитието на основния ѝ градивен материал – растителността. Необходим е етапен план за постепенна подмяна на увредените дървета, на растителните насаждения. Това важи с особена сила за лесопарковата част, където целта е създаването на устойчиви



Борисовата градина в плана на София 1933г. Стоянова, Ив., Софийските градини 1878 – 1939

съобщества от горско дървесна растителност. От съществено значение е решаването на следните проблеми: какъв да бъде основният видов състав; какво да е съотношението между иглолистната и широколистната растителност и по какъв начин да бъдат групирани.

В частта си между булевардите „Цариградско шосе“ и „България“ (бивш *Евлоги и Хр. Георгиеви*) паркът е определен като **резерват** на ГПИ (*градинско-парково изкуство*) „Борисова градина“. За опазването на плановата и обемно - пространствена композиция е необходимо:

- Поетапно обновяване на емблематични растителни видове (*алейни дървета, масиви и солитери*).
- Постоянен контрол на инвазивни и плевелни дървесни и храстови видове.
- Осигуряване на подходящи условия за дълговечни видове (*на база препоръчителен видов състав – дъб, явор, ясен, липа, ела, секвоя, смърч*), изграждащи скелета на дървесните масиви.
- Опазване и постоянен контрол на оформилия се втори етаж от храсти и

подраст в закритите пространства.

- Грижи за санитарното състояние, обезопасяване и удължаване живота на използваната пионерна и бързорастяща растителност (*брези, акации, тополи*).

Друга част е **охранителната зона** на резерват „Борисова градина“, включваща различни по растителен състав части.

В **парковата ѝ част**:

- Запазване на дълготрайната дървесна растителност: алейни дървета, масиви и солитери.
- Постоянен контрол на самонастинали се инвазивни и плевелни дървесни и храстови видове.

В **лесопарковата част**:

- Запазване на чисто насаждение от цер.
- Подобряване на състоянието на насажденията чрез отстраняване на съхнещия сребрист явор, сухите и със суховършия индивиди за стимулиране възобновяването на летен и червен дъб, планински и полски ясен, явор, шестил и съпътстващи сребролистна липа, мекиш и бряст.
- Допълнително внасяне на явор.
- Подобряване на условия за растеж на брезата.
- Подобряване на условия за растеж на сребристия смърч, лъжекипариса, дугласката.
- Отделяне на особено внимание на атлаския кедър, тиса и гигантската секвоя. Иглолистните видове (*бял и черен бор*) доколкото в момента са нали-



Секвоите в Дендрариума и тенис игрищата на мястото на разсадника. Снимка: авторите

це, в бъдеще постепенно ще бъдат изместени от широколистни видове.

- Регулиране участието на бялата акация и американския ясен, контрол на бръшляна (*запазването му само като почвопокритен вид*). Единично участие на конски кестен.

- На някои места се налага намаляване на пълнотата на първия етаж с цел подпомагане развитието на втория етаж от гребнолистна липа, габър, бряст, мекиш и полски клен. На групи – увеличаване на пълнотата посредством толериране на широколистните видове от втори етаж.

- Включване на подрастовия състав в първи етаж в бъдеще, включително бряст и цер.

- Трансформацията на ясеновите култури в смесени дъбово-ясенови с тенденция към доминиране на дъбовете.

Между булевардите „Драган Цанков“, „П.К.Яворов“, продължението на пешеходната алея югозападно от къпалня „Мария Луиза“ и тенис кортовете на зала София е разположен „Дендрариумът“, също със статут на **резерват** на ГПИ. Днес в Дендрариума се срещат 30 – 40 дървесни вида, сред които испанска ела, странджански дъб, атласки кедър, блатен кипарис, секвоя. Освен запазване на цялото видово разнообразие на „Дендрариума“ като ценен генетичен ресурс добре би било да бъде регламентиран ограничен достъп с учебна цел, както е в „Обсерваторията“ на Софийския университет.

Между булевардите „П.К.Яворов“, „Др. Цанков“, улиците „Борова гора“, „арх. Й. Миланов“ и „Ст. Михайловски“ се простира **Изкуствено залесяване (1)** – защитена територия, паметник на ГПИ без режим на резерват (*определена с декларационни писма*). Преди да се засадят боровете, тук е изсечена естествена дъбова гора за построяване на „журналистическия“ квартал. Режимът на защита предвижда запазване на състава и структурата на насаждението, стимулиране на възобновяването на летния дъб. Бъдещият състав ще включва главно широколистни видове. Препостав-

между булевардите „П.К.Яворов“, „Др. Цанков“, улиците „Борова гора“, „арх. Й. Миланов“ и „Ст. Михайловски“ се простира **Изкуствено залесяване (1)** – защитена територия, паметник на ГПИ без режим на резерват (*определена с декларационни писма*). Преди да се засадят боровете, тук е изсечена естествена дъбова гора за построяване на „журналистическия“ квартал. Режимът на защита предвижда запазване на състава и структурата на насаждението, стимулиране на възобновяването на летния дъб. Бъдещият състав ще включва главно широколистни видове. Препостав-



*Иглолистните в бъдеще постепенно ще бъдат изместени от широколистни видове.
Снимка: авторите*

ка за това е съхненето на белия и черния бор и много доброто възобновяване на широколистни видове.

Между булевардите „П.К.Яворов“, „Симеоновско шосе“, ул. „Ст. Михайловски“, северната граница на Зоопарка е разположено **Изкуствено залесяване (2)** – защитена територия, паметник на ГПИ без режим на резерват. Тук е необходимо подпомагане на възобновяването на дървовете и техните спътници – липа, шестил, както и отстраняване на сухите и загинали индивиди за подпомагане на семенното възобновяване на ясена и летния дъб, редуциране на участието на бялата акация и злога. При иглолистните се запазва видовия състав и строежа на насажденията, особено от дуглазката, лъжекипариса, веймutowия бор и групата от европейска лиственица. По поречието на река Драгалевска – толериране на крайречни съобщества от бяла върба и черна топола. Наличието на достатъчно влага и слабата

антропогенна намеса са предпоставка за добро възобновяване на места и от обикновена ела, което също следва да се толерира.

Част от планинския ясен ще отпадне поради съхненето. Наложително е подпомагане на жизнения подраст от местни видове – летен дъб и спътниците му, шестил, гребнолистна липа, явор, габър и полски бряст, както и запазване на подраст от интродуцирания червен дъб.

Между булевард „П.К.Яворов“, ул. „Незабравка“, ул. „Трепетлика“, ул. „Н. Габровски“, река Слатинска, бул. „Симеоновско шосе“ и ул. „Ст. Михайловски“ се намира **Изкуствено залесяване (3)** – защитена територия, паметник на ГПИ без режим на резерват. Наложително е запазване на богатия видов състав и строежа на насажденията. С оглед на рекреационните функции на парка е особено важно **запазването на екзотите** – пондероски бор, синя дугласка, лъжекипарис и тис.

Борисовата градина е първият и си остава главният елемент на зелената система на града. Като открито публично пространство той е значима част от тематичен парк „Зелената памет на София“. При съвременните условия първоначално заложеният процент участие на изголистните не може да се запази. Изкуствено създавани преди 110 – 115 години изголистните зони с малки изключения не се развиват успешно и постепенно отпадат. В някои от насажденията се наблюдава отмиране на изголистната растителност вероятно от конкурентни процеси и ненавремено провеждане на сечи (*отгледни и санитарни*). Не се наблюдава изголистен подраст, за разлика от масовия широколистен. Залесявано е с богато разнообразие от видове. Времето показва, че бял и черен бор постепенно загиват. Има други изголистни видове – конколорка, гуглазка, веймутов бор, лиственица и секвоя, които засега са в добро състояние, но те са малко като участие и като площ. Равнинно-хълмистият горски пояс и утежнените градски условия обуславят преобладаването на широколистна растителност. Наблюдава се естествен процес на превръщане на смесените изголистно – широколистни насаждения в широколистно – изголистни такива.

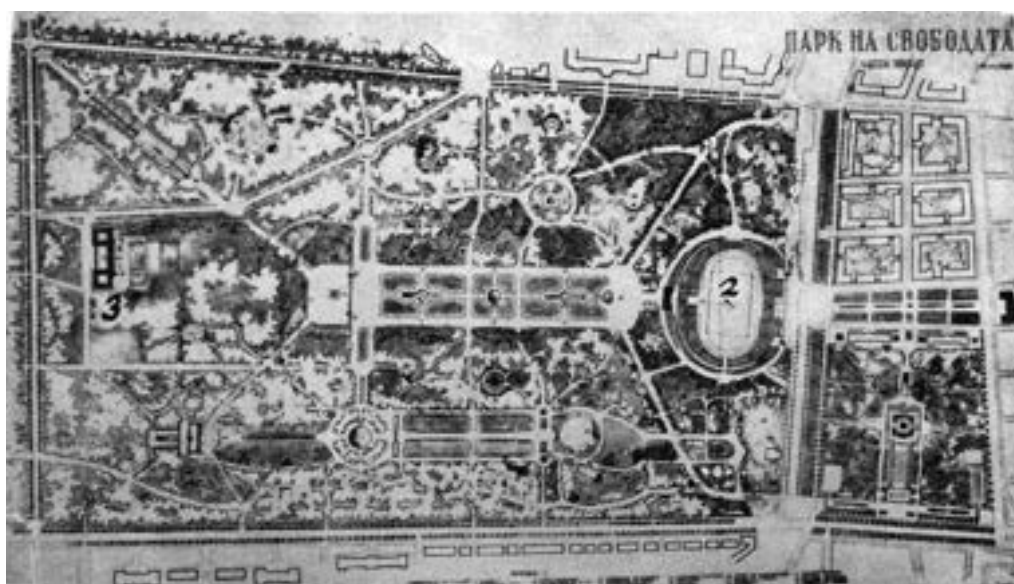
Оказва се, че дърбовете се чувстват добре на това месторастение – летен, червен дъб и цер. Самовъзобновяват се интензивно на отворени пространства. Планински ясен, шестил, явор, дребнолистна и сребролистна липа, клен – това е част от богатия списък с видове, които са залесени в парка. Но най-устойчиви са растенията, които имат семенен произход – оформени като втори, трети етаж, на много места има жизнен подраст. След провеждане на лесовъдска намеса ще има



Арх. Атанас Ковачев е професор по Градоустройство и териториално устройство, доктор на архитектурните науки, чл.-кор. на БАН, чуждестранен член на Руската академия на архитектурата и строителните науки, почетен член на Украинската академия на архитектурата, почетен професор на Московския архитектурен институт.



Ландшафтен архитект Владимир Маринов е специалист с дългогодишен опит в изграждане и поддържане на паркови площи. Преподава дисциплини, свързани с декоративна растителност в Аграрен университет Пловдив. Има публикации в списания и участия в научни конференции по теми от история на парковото изкуство и гендрологията.



План за реконструкция на арх. Делчо Сугарев 1946г.

пространства, където ще се появи още подраст.

Втората световна война се явява преломен момент за Борисовата градина. От бомбардировките над София са увредени в различна степен и части от парка. Сред най-пострадалите са цветнопроизводното стопанство в западната част и районът на Семинарията. Имуществото от повредените сгради на Семинарията е преместено за съхранение в Рилския и други манастири около София и Враца. През септември 1950 г. сградите са предоставени за „Дворец на пионерите“ и се ползват за тази дейност до 1990 г.

Съществен прелом в развитието на Борисовата градина след войната е сформиранието на колектив от общинското предприятие СОФПРОЕКТ и изработването през 1946 г. на план за реконструкция и превръщането ѝ в парк за отгих и култура.

Ръководител на колектива е **арх. Делчо Сугарев**, а паркът е наименуван „Парк на свободата“. В проекта паркът е ясно разделен на три части: декоративен парк, спортен парк, лесопарк.

В най-високата паркова част е предвидено изграждане на паметник „Братска могила“. Разположен по дължината на главната композиционна ос на парка той се явява неин завършек. Успоредно със строежа на мемориала, в близост до него, на склона откъм Цариградско шосе, започва изграждането на голям алпинеум между „Японския кът“ и „Братската могила“. За целта **Вилхелм Краус** привлича известния в Европа специалист в изграждане на алпинеуми с големи блокове ботаникът **Йозеф Цоликофер** (сътрудник на австриец **Йохан Келерер** в Царската ботаническа градина и парка Врана). За изграждането са доставени 1200 куб.м варовик от Беледие хан и 2 000 куб.м почва. Засадени са около 250 вида растения.

В оформлението взима участие **Георги Николов** – ученик на **проф. Жюл Лошо**, надписал етикети за всяко растение.

В периода 1957 – 1960 г. колектив с ръководители **арх. Иван Евгениев** и **арх. Стефан Добрев** разработва благоустройствени проекти за територията на парка откъм бул. „Драган Цанков“. По тези проекти са реализирани интересни обекти за отгиди, игра, обучение и развлечение за деца и подрастващи.

Детската светофарна площадка е предназначена за обучение на децата на правилата на движение. Обзаведена е с работещи светофари, пешеходни пътеки и маркировка на малки улички и кръстовища, по които децата се движат с автомобилчета. Друго забавление за децата в тази зона е водният канал. Това съоръжение е предназначено за возене с малки лодки.

Атракционният кът „Кривите огледала“ (в кръглата сграда на днешната автокъща) е един от най-атрактивните елементи в тази зона. В предвиденото открито пространство са разположени съоръжения – люлки, въртележки и други, както и розариум в кръгла форма.

През 1961 г. по препоръка на **Никола Минчев** след посещение на световната изложба за цветя в Торино са премахнати двете килимни цветни фигури до Рибното езеро с мотива, че са скъпи като из-



Благоустройствени проекти за територията на парка 1957 – 1960 г.



Ландшафтен архитект Станимир Шаламанов е специалист с дългогодишен опит в планирането и проектирането на зелени площи – от малки паркови пространства до планирането на зелени системи на големи урбанизирани територии. Има публикации в списания, както и участия в научни конференции и форуми относно проблематика свързана със зелените системи на градовете.

граждане и поддръжка. През следващата година пространството около езерото е асфалтирано и е поставен бордюр от глиц-зидария.

От началото на 70-те години са разработките на **арх. Магза Карлова** и **арх. Дельо Радославов** от Софпроект. По техен проект през 1972 г. е създадено езеро с водоплаващи птици, известно днес като „Езерото с патиците“. В центъра на водната площ е разположено островче с къщичка за водоплаващите птици. Езерото е разположено в центъра на открито парково пространство с голямо разнообразие от декоративна растителност. Тук се срещат ела, смърч, лиственица, каталпа, бреза, декоративни ябълки и груги, засадени още по времето на първоначалното изграждане на парка. По-късно са внесени туя, лъжекипарис, лавровишня, спирея, магнолии и груги.



Ланд. арх. Мария Гуркова е проектант в областта на ландшафтната архитектура, градоустройството и опазването на недвижимото културно наследство. През 2016 г. защитава докторска дисертация на тема „Принципи и методи за опазване и социализация на недвижими културни ценности в горски територии“.

В непосредствена близост се намира и т.нар. **Английски кът** с подарените от кмета и съветник от Уестминстърската община декоративни растения – излолистни в джуджести форми, рогоденгрони и ерики, открит на 23 септември 1972 г.

Друга съществена реконструкция по проект на **арх. Магза Карлова** е поредната реконструкция на езерото „Ариана“ и зоната около него. Обширната площ югоизточно от езерото е покрита с настилка от декоративни мозаечни черни и бели плочи със зигзагообразен рисунък. Бирарията е разрушена и островчето оформено като естрада. В центъра на водната площ са поставени „пеещи“(музикални) фонтани с художествено осветление. Обемното оформление с растителност в зоната на езерото е от характерните плачуши върби около живописно очертаните брегове и платани в настаната площ.



Езерото с патиците. Снимка: авторите

В този период се извършва и реконструкция на бул. „Цариградско шосе“ (тогава „Ленин“). Най-съществено значение тази реконструкция има за частта при кръстовището с бул. „Яворов“, където понижаването на нивото на уличните платна и изграждането на пешеходни връзки, налагат формиране на озеленени откоси в частта зад Братската могила.

Според **ланд. арх. Георги Радославов** към 1973 г. след тази реконструкция и двукратното разширение на стадион „Васил Левски“, вегетативната площ на парка е намалена с 30 гка.

През 1984 г. е обявен конкурс за концепция за реконструкция на цялата територия на „Борисова градина“, спечелен от **ланд. арх. Георги Радославов**. Паркоустройственият проект е изработен и приет през 1989 г. и предвижда запазване и доразвиване на основните функции на Борисовата градина. Основни моменти в този проект са реконструкция на розариума до Националния стадион „Васил Левски“, подмяна на настилките

с оформяне на ивици от павеа откъм бордюрите и други.

Преломен момент в развитието на парка е 10 ноември 1989 г. Често периодът от тази дата до днес е наричан „преходен“. С настъпването на демократичните промени паркът е преименуван на „Борисова градина“. Започват множество промени, сред които по-значими са промяната на собствеността, увеличаването на спортните площи, открити са нови заведения за обществено хранене, както и обекти за обслужване на спортните съоръжения. Още в началото на 1990 г. е възстановена собствеността на сградите и парка на Семинарията и в тях се възобновява обучението на семинаристи.

От създаването на Борисова градина са извършени няколко инвентаризации на растителността (*първата през 1909*).

През 1935 с възлагането на плана „Мусман“, на който се разчита да ограничи навлизането на спортните дейности в



*Инвентаризация и ландшафтната оценка на територията на лесопарковата част.
Снимка: авторите*

парковете и градините, а спортните организации да се обединят и да се задоволят с по-подходящи места е извършена втора инвентаризация, културите са обявени за строго охранителни.

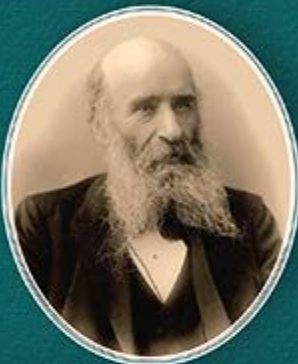
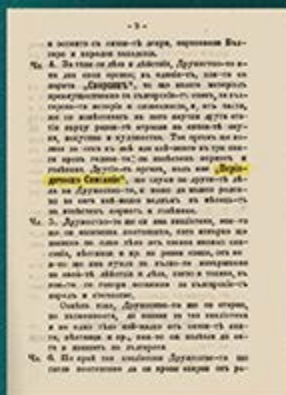
От същата година е назначена комисия включваща трима професори от Агрономо-лесовъдния факултет и специалист лесовъд, които да посочват главните дървесни видове за залесяване.

Третата е през 1980 г. последвана от цялостен паркоустройствен проект включващ и лесопарковата част (1999) изготвени от АГРОЛЕСПРОЕКТ.

Последната е от 2016 г., възложена на Научно-изследователския сектор към Лесотехническия университет.

Научната общност е единна. Специалистите са категорични, че човешка-

та намеса е закъсняла с около 70 години. Борисовата градина не може да бъде оставена на автопилот. Процесите в нея трябва да бъдат наблюдавани, проучвани и направлявани. Целта на лесотехническата оценка е комплексен подход за поддържане и подпомагане на естествените процеси, които протичат в лесопарковите насаждения. Без стриктното прилагане на установените и предвидени дейности и грижи от инвентаризацията и ландшафтната оценка на територията на лесопарковата част, ще последва деградация на растителността и редуциране на рекреационните ѝ възможности, изключително необходими в столичния град. В противен случай ще ни се наложи да започнем отначало. ■



Марин Дринов
Председател на БКД

1870
—
2020



Васил Стоянов
Първият главен редактор

