

природа

www.press.bas.bg

Чакалът – малкият брат на Вълка

Трансмутацията – зелена светлина
за ядрената енергетика

В епигенетичния контрол е нашата съдба

Нобеловите награди по природни науки за 2023 г.

Година първа на телескопа „Джеймс Уеб“ в космоса

Луи Пастър – живот отдаден на науката

Мезозойски птици

Велека – магията на Странджа



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 Редакцията 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

Списание „Природа“ е включено в
Националния референтен списък на
съвременни български научни издания
с научно рецензиране на НАЦИД

природа

Научнопопулярно списание
на Българската академия на науките

Излиза от 1952 г.

Редакционна колегия

проф. Николай Спасов

(гл. редактор)

акад. Васил Големански

чл.-кор. проф. Вася Банкова

чл.-кор. проф. Димитър Иванов

проф. Николай Лазаров

доц. Мая Гайдарова

доц. Стефан Манев

доц. Ина Анева



На корицата:
Чакал

Автор:
Латинка Христо-
ва, Национален
Природонаучен
музей
Ломско 19.10.2017
година

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 3
Юли-
септември
2023г.

природа

СЪДЪРЖАНИЕ

Хоризонти на науката

**Христо Протохристов,
Чавдар Стоянов**

Трансмутацията – зелена
светлина за ядрената енер-
гетика 4

Георги Милошев

В епигенетичния контрол е
нашата съдба 18

Лауреати

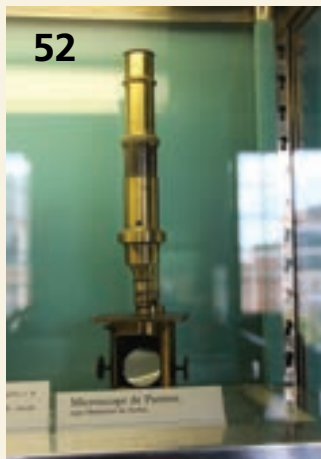
Стефан Манев

Нобеловите награди по при-
родни науки за 2023 година са
в областта на взаимодействи-
вия в микросвета 28

Небето над нас

Вася Банкова

Телескопът „Джеймс Уеб“
откри в космоса молекула,
ключова за възникването на
живота 40



52

Светослав Александров

Какво научихме за извън-
слънчевите планети след
година работа на телескопа
„Джеймс Уеб“ 44

Юбилей

**Христо Найденски,
Ангел Гълъбов**

Луи Пастър – живот, от-
даден на науката в полза на
здравето и благоденствие-
то на хората 52

Синя планета

Васил Големански

Символът „Неразделни до
смъртта“. Кой е той? 66

Фосилна летопис

Златозар Боев

Мезозойски птици 72

Зелена планета

Христо Мишков

Силфиум – загадката на ан-
тичната ботаника 80

С бинокъл сред природата

Еберхард Унджиян

Всеядният чакал или „онзи,
който вие“ 88

Еберхард Унджиян

Птици, гнездящи
в земята 94

Отечество любезно

Апостол Апостолов

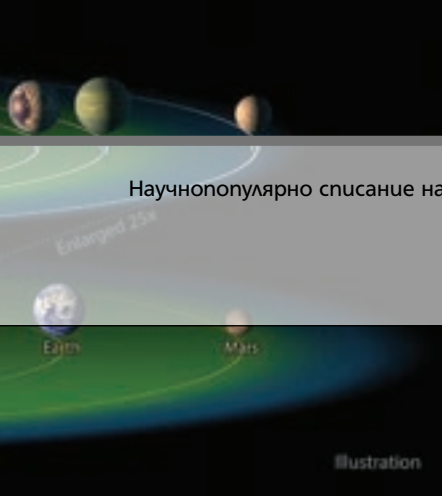
Велека – магията на Стран-
джа 102



44



102



88



CONTENTS

Horizons of Science

**Hristo Prothristov,
Chavdar Stoyanov**

Transmutation – a Green Light
for Nuclear Energy 4

Georgi Miloshev

Our Destiny Is in Epigenetic
Control 18

Laureates

Stefan Manev

The 2023 Nobel Prizes
in Natural Sciences Are
in the Field of Interactions
in the Microcosm 28

The Sky Above Us

Vassya Bankova

The James Webb Telescope
Discovered a Molecule in Space
that is Key to the Origin
of Life 40

Svetoslav Alexandrov

What We Learned about
Exoplanets after a Year of
Operation of the James Webb
Telescope 44

Anniversary

**Hristo Naydenski,
Angel Galabov**

Louis Pasteur – a Life,
Devoted to Science for the
Benefit of Human Health and
Well-being 52

Blue Palanet

Vassil Golemanski

The “Inseparable till Death”
Symbol. What Is It? 66



72

Fossil Chronicle

Zlatozar Boev

Mesozoic Birds 72

Green Planet

Hristo Mishkov

Silphium – the Mystery of
Ancient Botany 80

Watching Nature through Binoculars

Eberhard Undzhian

The Omnivorous Jackal or „the
One who Howls“ 88

Eberhard Undzhian

Ground-nesting Birds 94

Homeland So Kind

Apostol Apostolov

Veleka River – the Magic of
Strandzha Mountain 102

Трансмутацията – зелена светлина за ядрената енергетика

Христо Протохристов, Чавдар Стоянов

Методите на „ядрената алхимия“, приложени в новите реакторни и ускорителни системи, предлагат днес един напълно различен подход. Чрез изкуствено превръщане на елементите или *трансмутация*, дългоживеещите радиоактивни отпадъци

могат да бъдат трансформирани в безвредни вещества. В допълнение, съдържащият се в ОЯГ потенциално опасен оръжеен плутоний, може да бъде бързо унищожен, като процесът се съпътства от значителен енергосдобив. Рязко увеличащата се в световен мащаб консумация на енергия, ограничените запаси от фосилни горива и най-вече глобалните

Едно от най-големите препятствия пред по-нататъшното развитие на ядрената енергетика е свързано с проблема за преработката и съхранението на отработеното ядрено гориво (ОЯГ), в което се съдържат значителни количества силно радиоактивни и радиотоксични вещества, т. нар. радиоактивни отпадъци (РАО). До неотдавна, погребването на РАО за „вечни времена“ в надеждно изолирани хранилища се разглеждаше като единствено възможно решение.

изменения в климата, карат много правителства да обръщат отново поглед към практически неограничените ресурси от енергия, заключени в атомното ядро от самото възникване на материята. Трансмутацията на ОЯГ, съчетана с въвеждане

на нови реакторни системи с повишена сигурност биха осигурили едно чисто бъдеще за ядрената енергетика.

„Ядрената алхимия“ – превръщането на един елемент в друг – стана реалност през XX век. През 1869 г. големият руски химик Дмитрий Менделеев (1834 – 1907) предлага Периодична система на елементите като ги подрежда по въз-

ходящ атомен номер, с периодичност, съответстваща на техните химични свойства. Вътрешната закономерност, която управлява тази периодичност, останала загадка и била разкрита няколко десетилетия по-късно, след откриването на рентгеновите лъчи. Енергията на рентгеновите лъчи е съизмерима с енергията на връзка на електроните от най-вътрешните слоеве на атома. През 1914 г. младият британски физик Хенри Мозли (Henry Moseley), загинал като войник през 1915 г. в злополучния десант при Галиполи, изследва характеристиките на рентгеново лъчение на различни химични елементи и открива зависимост между дължината на вълната и поредния номер в Периодичната система. Атомният номер представлява броя на протоните в ядрото, които определят неговия положителен електрически заряд. Гениалното прозрение на Менделеев намерило своето обяснение на атомно и субатомно ниво. Откритието на Мозли се превръща в един от фундаментите на популярния атомен модел на датчанина Нилс Бор (Niels Bohr). Става ясно, че химичните свойства на елементите се определят от валентните електрони в най-външния електронен слой, а повтарящите се периоди са свързани с постепенното запълване на отделните слоеве и подслоеви, което се подчинява на принципа на Паули и зависи от общия брой на електроните. Последният, обаче, се определя еднозначно от заряда на атомното ядро Z . Следователно превръщане на един елемент в друг може да стане само чрез промяна на броя на протоните в ядрото.

За да проникнем във вътрешността на ядрената структура, трябва да преодолеем силното електростатично отблъскване на атомното ядро, което е пропорционално на неговия заряд и се



Доц. д-р Христо Протохристов е сред изтъкнатите български специалисти в областта на ядрената спектроскопия. Изследва свойствата на късоживеещи, екзотични ядра с многодетекторни системи във водещи международни ядрени центрове. Участва в разработването на иновативни методи за преобразуване на радиоактивни отпадъци от АЕЦ, чрез облъчване с неутрони, т. нар. трансмутация. Доцент Протохристов е автор на повече от 100 научни труда и има пет патента.

увеличава с приближаване към ядрото. Това са чудовищните сили, които се освобождават при деленето на уран-235 и плутоний-239 в атомната бомба. Електростатичното отблъскване, или в терминологията на ядрената физика „височината на Кулоновата бариера“ достига, дори за леките ядра, няколко милиона електронволта (MeV). Още през 1903 г., Ърнст Ръдърфорд (Ernest Rutherford), създател на Планетарния модел на атома и пионер на ядрената физика, отбелязва, че освободената при ядрените превръщания енергия е „най-малко двадесет хиляди, може би

дори милиони пъти по-голяма от енергията на молекулните реакции“. Откриването на естествената радиоактивност, и по-специално на радия (1898) от Пиер Кюри (Pierre Curie, 1859 – 1906) и Мария Склодовска-Кюри (Marie Curie, 1867 – 1934) дава на ученияте първия „снаряд“, който може да пробие Кулоновата бариера и да проникне във вътрешността на ядрата. Освен гама- и бета-лъчи (електрони) радият, по-специално RaC, излъчва алфа-частици с енергия 7,7 MeV, достатъчна за преодоляване на Кулоновата бариера на леки ядра. Височината на Кулоновата бариера може да се пресметне с простата формула $E = 0,24 (Z \times z) \text{ MeV}$, където Z е зарядът на ядрото, или номерът в Периодичната система на елементите, а z е зарядът на „снаряда“ (за алфа-частици $z = 2$).



Ърнст Ръдърфорд (1871-1937), пионер на ядрената „алхимия“

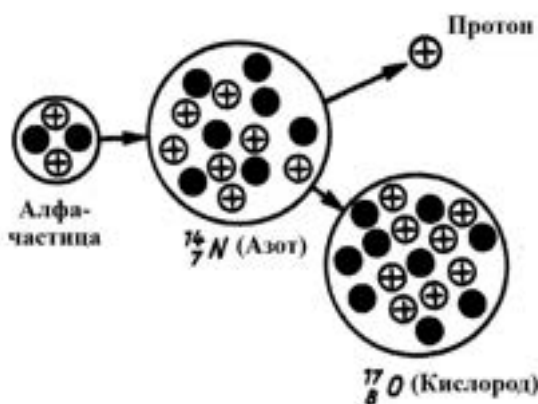
През 1919 г. Ръдърфорд и неговият ученик Марсден (Ernest Marsden) успяват да осъществяват отколешната мечта на алхимиците – тайнственото *transmutatio elementae* (превръщане на елементите). Забележителен е също фактът, че в тази реакция е била открита първата съставна частица на ядрото – протонът. Като обстрелват азот с алфа-частици, ученияте получават изотопа кислород-17, който има един неутрон повече от най-разпространения изотоп на кислорода с маса 16. Алфа-частиците с висока енергия, излъчени от полониев препарат, преодоляват Кулоновата бариера на ядрото на азота и проникват в него. Образуваното съставно ядро изхвърля един протон и се получава изотопът кислород-17. От азот се е получил кислород. Тази ядрена реакция може да се напише и като химическа: хелий + азот = кислород + водород. С нея е поставено началото на „ядрената алхимия“.

Естествените радиоактивни източници остават задълго единствените „оръдия“ за обстрелване на атомните ядра. Докато обаче, Кулоновата бариера на азот ($Z=7$) има височина 3,36 MeV и може да бъде преодоляна сравнително лесно, енергията на естествените алфа-емитери не е достатъчна за преодоляване на Кулоновата бариера на ядра по-тежки от сяра ($Z=16$). За бомбардиране на калай ($Z=50$) са необходими алфа-частици с минимална енергия 24 MeV. За успешна бомбардировка на уран ($Z=92$) са необходими проектили с енергия над 40 MeV. При увеличаване на заряда, височината на бариерата нараства пропорционално.

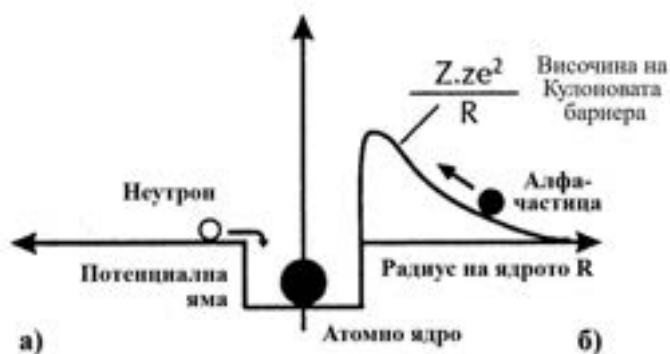
Тъй като максималната енергия на алфа-частиците, излъчвани от радиоактивни източници е около 10 MeV, в началото на тридесетте години на помощ идват високите напрежения. Елек-

простатично поле с високо напрежение може да ускори „снарядите“ – протони или алфа-частици до енергии, които значително превишават Кулоновата бариера на най-тежките ядра. Започва голямата надпревара на ускорителите, продължаваща и днес, когато тези колосални машини се конкурират по размери с пустите на „Формула 1“.

Още няколко години атомното ядро крие ревниво тайните си, докато неговата втора съставна частица – неутронът, е открита от Джеймс Чадуик (James Chadwick, 1891-1974) през 1932 г. Още през 1913 г. Чадуик забелязва, че при облъчване на различни вещества с алфа-частици се получават „твърди“ (силно проникващи) лъчи. В своята книга „Ядреното устройство на атомите“, отпечатана през 1920 г., Ръдърфорд изказва предположение за съществуването на две неизвестни дотогава ядра: едното с маса 2 и заряд единица (ядро на тежкия водород, или деутрон), второто – с маса единица и без електрически заряд, т. е. неутрон. За хипотетичния неутрон той пише: „Един такъв атом би притежавал съвсем необикновени свойства. Неговото външно поле трябва да бъде нулево, освен в непосредствена близост до ядрото. Вслед-



Превръщане на елементи е осъществено чрез бомбардиране с алфа-частици на ядро на азот, от който се получава кислород



Електростатичната (Кулонова) бариера (а) отблъсква положително заредените частици. Кулоновата бариера на урановото ядро ($Z = 92$) за алфа-частици ($z = 2$) има височина 30 MeV. Електронейтралните частици – неутроните ($z = 0$) могат да проникнат безпрепятствено в ядрото (б), да попадат в потенциалната яма и да променят структурата на ядрото, образувайки друг изотоп

ствие на това той ще може да премине свободно през материята. Да се установи съществуването на такъв атом със спектроскоп би било навярно трудно и той не ще може да се съхранява в затворен съд.“ Наистина, поради липсата на електрически заряд, неутронът не взаимодейства с електрични полета и има голяма проникваща способ-



За откриването на неутрона английският учен Джеймс Чадуик е удостоен с Нобеловата награда по физика за 1935 г.

ност. По същата причина неутронът не „чувства“ Кулоновата бариера и се оказва идеалния „снаряг“ за проникване в атомното ядро, както се вижда от схемата на стр. 7, за трансмутация и за синтез на нови елементи. Този процес на неутронно захващане (захват на руски или capture на английски) променя ядрената структура – получават се различни изотопи на началния елемент, а след бета-разпад и на напълно различни елементи. С откриването на неутрона се създават нови големи възможности за трансмутация.

Пионер в използването на неутрони за синтез на нови елементи е големият италиански учен Енрико Ферми (Enrico Fermi, 1901 – 1954). През 1934 г. той и неговите сътрудници от университета в Рим започват да облъчват с неутрони редица елементи, от най-леките до най-тежките като уран. След няколко успешни експеримента Ферми стига до заключението, че е получил елементи, по-тежки от уран, т. нар. трансуранови елементи, за което е удостоен с Нобелова награда. Избраният път е принципно верен, но в действителност велики-

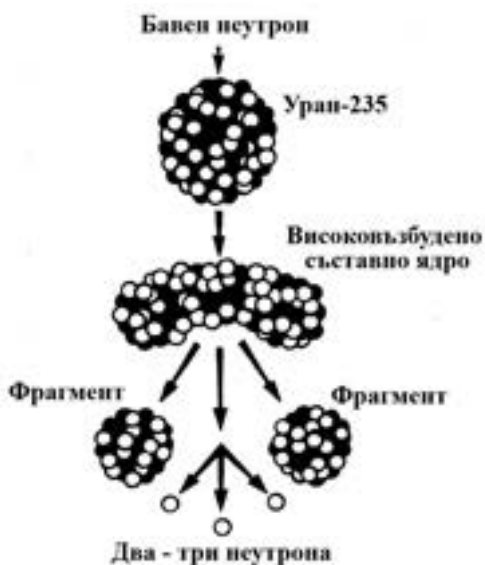
ят физик се е натъкнал на напълно ново и непознато явление – деленето на урана, открито няколко години по-късно, в края на 1938 г. от германския радиохимик Ото Хан (Otto Hahn). След осъществяване на трансмутация с алфа-частици (1919) и неутрони (1934) деленето се оказва третият способ, чрез който тежките ядра могат да се превърнат в значително по-леки.

Чрез залавяне на неутрони са получени редица трансуранови елементи и техни изотопи, които не съществуват в природата. Елементите, по-тежки от желязо, във Вселената се получават в горещата „неутронна сауна“, при избухвания на свръхнови звезди. Мечтата на средновековните алхимици е сбъдната – превръщането на груби метали в злато днес не е проблем за ядрените лаборатории, но интересът на учените е насочен по-скоро към производство на свръхрежки или нови, непознати досега елементи, които намират приложение във висшите технологии.

Верижната реакция даде на човечеството достъп до огромна енергия, но създаде и проблема с ядрените отпадъци. Ядрената енергетика се основава на деленето на уран-235 (в един акт на делене се освобождават около 200 MeV), което протича в ядрените реактори (Вж схемата на стр. 9). След захват на един бавен неутрон, съставното ядро уран-236 се възбужда и започва да извършва силни колебания, в които силите на електростатичното отблъскване между протоните превишават ядрените сили. Ядрото се разделя на два фрагмента, като се излъчват два до три неутрона, които се използват за поддържане на верижната реакция. За да предизвикат делене на нови ядра уран-235 тези неутрони трябва да се забавят. Вероятността за залавяне на неутрон и следователно – за

делене, зависи до голяма степен от скоростта на неутрона. Ядрените сили, за разлика от гравитационните, действат на късо разстояние, от порядъка на геометричните размери на нуклоните. Вероятността за залавяне се увеличава с удължаване на времето на пребиваване на неутрона в близост до ядрото. Ако неутронът има голяма скорост, той ще „профучи“ покрай ядрото; обратно, ако се движи бавно вероятността да попадне в обсега на ядрените сили (подобно на топка за голф в дупката), да бъде заловен от ядрото на уран-235 и да го „разцепи“ се увеличава. Вероятността за захващане (σ) е обратно пропорционална на скоростта (v) т.е. $\sigma \sim 1/v$. Затова деленето се осъществява с по-голяма вероятност от бавни или още топлинни неутрони със скорости около 2×10^5 см/с и енергии от 0,005 до 0,05 еВ. Неутроните от деленето се забавят най-ефективно чрез съткновения с леки ядра, например водород, когато поради еднаквите маси става пълен обмен на импулса – при централен удар на билиардни топки, движещата се топка спира, а ударената започва да се движи със скоростта на първата. Във водно-водните енергийни реактори (ВВЕР) за забавител се използва обикновена вода H_2O , която съдържа два протона (маса 1).

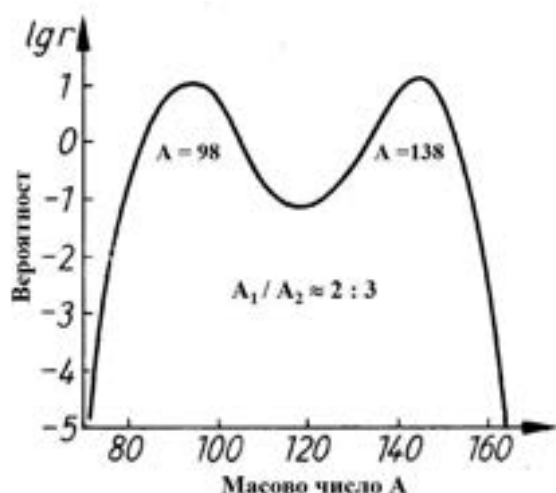
При делене на уран-235 се образуват над 200 ядра на елементи от цинк ($Z = 30$) до итербий ($Z = 65$), с масово число A (брой на протоните плюс неутроните) в областта $72 \leq A \leq 165$. Деленето е статистически процес и няколко особени фактори, които зависят от колективните и едночастичните свойства на ядрата, правят по-вероятно деленето на асиметрични фрагменти с отношение на масите 2 : 3. Както показва характерната „двузърба камила“ на разпределението по маси, с макси-



Реакция на ядрено делене. След захват на бавен неутрон, урановото ядро се възбужда и се разделя на два фрагмента с излъчване на бързи неутрони

мален гобив се образуват ядра с $A = 98$ и $A = 138$. В тези максимуми попадат и особено опасните за здравето технеций-99 и йод-129.

Ядрата – продукти на деленето, са силно възбудени с излишък на неутрони, който намалява постепенно при последователни бета-разпади, съпроводени с излъчване на гама-кванти. Това радиоактивно лъчение може да продължи от секунди до милиони години за различните продукти. Последните остават затворени в ОЯГ и именно те представляват главната опасност за хората и околната среда. Засега ОЯГ се остава да отлежи известно време за намаляване на общата активност, след което се преработва. От него се извлича образуваният плутоний-239, който може да се използва за ядрено гориво, а радиоактивните продукти се опаковат надеждно



Деленето е статистически процес, който води до образуване на повече от 200 ядра с различно масово число A като разпределението по маси има форма на двугърба камила

и се погребват за продължителен срок в специални хранилища, разположени в стабилни геологични формации. Въпреки мерките за сигурност, рискът от натрупване на големи количества радиоактивни вещества с дълъг период на полуразпадане, много от които са и силно токсични, се превръща в силен аргумент срещу по-нататъшното интензивно развитие на ядрената енергетика.

Трансмутацията става както чрез залавяне на неутрони, така и чрез делене. Ядреното гориво на класическия вид ядрен реактор, например ВВЕР-1000, представлява нискообогатен уран. В един тон уран се съдържат 44 кг от делящия се изотоп уран-235 и 956 кг уран-238. За приблизително тригодишен период на експлоатация, уран-235 изгаря до голяма степен, а в ОЯГ се натрупват 40 кг продукти на деленето. Най-голям дял в активността на ОЯГ имат изотопите: цезий-137 + бариий-137m (24%), церий-144 + празеодим-144 (21%), стронций-90 +

итрий-90 (18%), рутений-106 + рений-106 (16%), прометий-147 (10%) и цезий-134 (7%). Двойките изотопи с еднакво масово число A представляват майчино и дъщерно ядро в радиоактивния разпад, а буквата m добавена след означението на даден изотоп означава изомер (възбудено състояние със значително време на живот) на същия изотоп.

В далечна перспектива най-опасни са изброените по-долу дългоживеещи изотопи, чиито периоди на полуразпад в години са дадени в скоби: стронций-90 (29), цезий-137 (30), калай-126 (10^5), селен-79 (6×10^4), цезий-135 ($2,3 \times 10^6$), цирконий-93 ($1,5 \times 10^6$), технеций-99 ($2,1 \times 10^5$), йод-129 (16×10^6).

В ядрената спектроскопия се приема, че активността на малки количества от даден изотоп изчезва след 10 периода на полуразпад – например цезий-137 от катастрофата в Чернобил ще се разпадне окончателно след 300 години, т. е. до 2286 г.

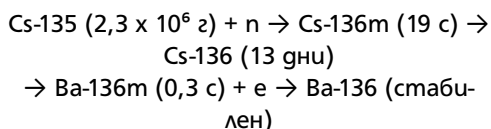
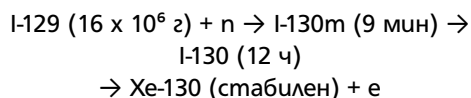
Освен продукти на деленето, в ОЯГ се синтезират следните дългоживеещи актиниди (обособена група тежки елементи с близки химически свойства): америций-241 (430), нептуний-237 ($2,1 \times 10^6$), кюрий-244 (18), плутоний-239 (24×10^6). В един тон ОЯГ се съдържат около 10 кг плутоний, 0,6 кг нептуний, 0,2 кг америций и 60 г кюрий. Актинидите са радиоактивни, но и силно токсични, а плутоният е особено опасен, поради възможно използване за терористични цели.

При трансмутация на ОЯГ се прилагат два основни метода: неутронен захват и делене. Посредством залавяне на неутрони, например, йод-129 и цезий-135 се трансформират в стабилни (нерадиоактивни) изотопи. По-долу са дадени съот-



Чл.-кор проф. Чавдар Стоянов е роден през 1944 година в Стара Загора. Средното си образование завършва в София (1961), а през 1968 година се дипломира като специалист по „Атомна физика“ в СУ „Св. Климент Охридски“. Специализирал е в Дубна (Русия), Мичиган (САЩ), Япония, Германия, Франция и Италия. От 1987 е професор, а от 2004 година е и член-кореспондент на БАН. Основна тема в научните му изследвания е развитието и приложението на Квазичастично-фононния модел (КФМ) на атомното ядро.

ветните реакции и веригите на радиоактивните бета-разпади до стабилни ядра като в скоби са посочени периодите на полуразпад на междинните изотопи:



Както се вижда от горните примери, живеещите милиони години Iog-129 и

цезий-135 могат да се трансформират в стабилни ядра съответно за часове и дни. За унищожаване и „изгаряне“ на актинидите се използва трансмутация чрез делене. В това отношение най-важно е ликвидирането на големите количества оръжеен плутоний, натрупан през годините на Студената война, който в случая се използва за добив на енергия.

Spallation като източник на неутрони. За ефективна трансмутация на ОЯГ са необходими подходящи източници на неутрони. В ядрената физика са известни различни такива източници, като най-голяма интензивност имат т. нар. високопоточни реактори, които работят с чист уран-235 или плутоний-239. Значителен напредък в ядрените технологии бе постигнат със създаването на интензивни източници на неутрони, в които се използва т. нар. *процес на дълбоко ядрено разцепване* (spallation), иницииран с високоенергетични протони. Различните взаимодействия, които участват в процеса на дълбоко ядрено разцепване са показани на стр. 12. При енергия на протона над няколко стотин МеВ, преобладава т.нар. вътрешноядрен каскад. Падащият протон предизвиква поредица от сътолковения с еднични нуклони, при което от ядрото се излъчват нуклони, алфа-частици, мезони и др. Каскадът спира, когато средната енергия на взаимодействащите нуклони стане по-малка от енергията на връзка. Остатъчното ядро е силно възбудено, намира се в (предравновесно) състояние, което се разрежда чрез делене и/или емисия на нуклони. При достигане на равновесие по-нататъшното освобождаване на енергия става чрез изпарение на нуклони, делене и чрез излъчване на гама-кванти. Емисията на неутрони доминира във всички видове взаимодействия. От друга страна, ускорените

протони проникват дълбоко в мишената и нуклоните, възникнали в реакцията на дълбоко ядрено разцепване, могат да взаимодействат с околни ядра, посредством т. нар. междуядрен каскад, произвеждайки допълнителни неутрони. Големото многообразие от взаимодействия се моделира чрез статистически „Монте Карло“ симулации (изчислителни алгоритми, при които се разчита случайността да разкрие закономерности), в тях се произграват всички възможни варианти на реакцията. Извършените пресмятания и експерименти показват, че един протон с енергия 1-2 GeV (10^9 eV) може да произведе в мишена от тежки елементи от 20 до 50 неутрона. Тези именно неутрони се използват за трансмутация на ОЯГ и за инициране на верижна реакция в подкритични реакторни системи.

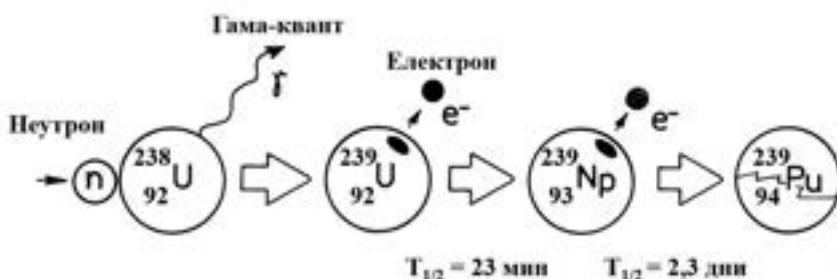
Реакторите на бързи неутрони (РБН) са нов етап в ядрената енергетика. В обикновените реактори с бавни неутрони за гориво се използва изотопът

уран-235, който съставлява едва 0,7 % от природния уран. За осъществяване на верижна реакция е необходимо минимално обогатяване на ядреното гориво до 3 – 4% съдържание на уран-235, което става с прилагане на сложни и скъпи технологични процеси. Изразени в количество енергия, световните запаси от този изотоп са приблизително равни на запасите от фосилни горива. Очевидно, поради нарастващите нужди от енергия, уран-235 не може да се разглежда като перспективен източник. Такъв обаче може да бъде най-разпространеният и недеящ се с бавни неутрони изотоп уран-238.

РБН използват за гориво плутоний-239, който може да се дели под действие на високоенергетични, бързи неутрони. За топлоносител вместо вода, която забавя неутроните, се използват втечени метали. Активната зона на РБН е обградена с обвивка от уран-238, т. нар. бланкет. Част от неутроните, които се получават при деленето на плутоний-239



Схема на взаимодействията в процеса на дълбоко ядрено разцепване (spallation), при облъчване на ядро-мишена от тежък елемент с високоенергетични неутрони

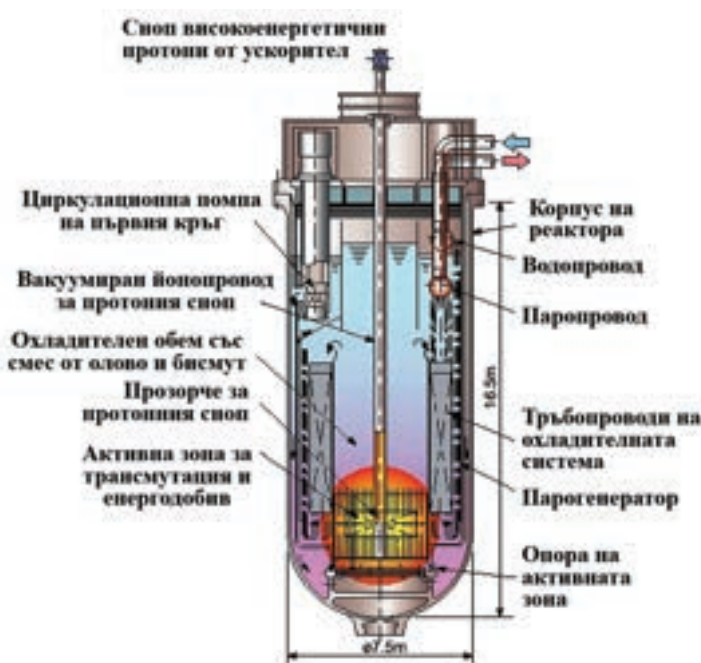


Плутоний-239 се получава при облъчване на уран-238 с неутрони и два последователни бата-разпади, съответно в уран-239 и в нептуний-239

поддържат верижната реакция, докато друга част се залавят от ядрата на уран-238. Разгледаният по-рано тристъпков процес на производство на плутоний-239 (виж схемата горе), включва образуване на уран-239 чрез залавяне на неутрон и следващ бета-разпад в нептуний-239, който от своя страна претърпява бета-разпад и се превръща в плутоний-239. Така в процеса на изгаряне на ценния плутоний-239, същият се възпроизвежда от евтиния уран-238. При ефективно управление на реактора, полученото количество нов плутоний-239 може да превишава многократно количеството на изгорелия. По тази причина, реакторите на бързи неутрони се наричат още реактори размножителни или бридери. Технологията на РБН е силно развита във Франция и Русия. Във френските РБН са проведени едни от първите експерименти по трансмутация на ОЯГ. Този вид реактори е много перспективен, тъй като, в комбинация с класически реактори, се осъществява затворен цикъл на ядреното гориво. Особено ценно допълнително преимущество на РБН е възможността за ефективна трансмутация на ОЯГ.

Реакторни системи, управлявани от ускорител – Accelerator Driven Systems

(ADS). В класическия тип ядрени реактори, верижната реакция протича спонтанно. Активната зона на реактора, т.е. обемът, в който протича реакцията, съдържа достатъчно количество ядрено гориво, значително повече от т. нар. критична маса, и е така конструирана, че да се гарантира известен излишък от неутрони за поддържане на реакцията. Неутронният баланс се характеризира с т. нар. коефициент на размножаване k , който при постоянна мощност е около 1, т. е. всеки заловен неутрон се замества от нов. При $k < 1$ реакцията затихва, а при $k > 1$ протича лавинообразно, т. е. става неуправляема. Управлението се осъществява чрез поглъщане на излишните неутрони от т. нар. регулиращи пръти от кадмий, които се въвеждат на различна дълбочина в активната зона. Основна причина за ядрените аварии, включително за катастрофата в Чернобил, е лавинообразното протичане на верижната реакция. Такава опасност не съществува в новите под- или субкритични системи, където реакцията се управлява посредством ускорител. ADS се състои от стоманен корпус, биологична защита и парогенераторна система, които не се различават съществено от тези



Вертикален разрез на реакторната част на подкритична хибридна система ADS (ускорител+реактор) за трансмутация на ОЯГ и за получаване на енергия (японски проект)

на класическите реактори. За охлаждане на активната зона се използва смес от олово и бисмут. Управлението на ADS се осъществява чрез сноп високоенергетични протони, които се инжектират в активната зона. Протоните предизвикват реакции на дълбоко ядрено разцепване с голямо възпроизводство на неутрони. Те, от своя страна, иницират верижната реакция. Едновременно с получаването на енергия, ADS се използват за трансмутация на ОЯГ, която е особено ефективна поради високата плътност на неутроните.

Трансмутацията чрез ядрен фотоелект е друг метод. Той се основава на използването на т.нар. ядрен фотоелект. Когато атомните ядра се облъчват с гама-лъчи с енергия, по-висока от енергията на връзка на нуклоните

($E_{\text{гама}} \geq 8 \text{ меВ}$), се наблюдава реакция, при която възбуденото ядро излъчва един или два нуклона (неутрон, два неутрона, неутрон и протон). Това явление наподобява много фотоелектрическият ефект (накратко *фотоелект*), при който атом от дадено вещество, облъчен със светлина, с дължина на вълната под определена граница (енергиен праг), освобождава електрон и по аналогия се нарича ядрен фотоелект или фотоядрена реакция. Реакцията се усилва с увеличаване на енергията на гама-квантите, достига максимум

около 15 MeV и после намалява. Тъй като съответният спектър има много голяма ширина от 4 – 8 MeV, тя се нарича *гигантски резонанс*, отново по аналогия с фотоелекта. При много по-високи енергии на гама-лъчите ($E_{\text{гама}} \approx 100 \text{ меВ}$) ядрото може дори да се раздели на две части чрез т. нар. фотodelене.

Първото обяснение на гигантския резонанс е дадено от съветския физик А. Мизгал през 1945 г. Той предполага, че под действие на външно електромагнитно поле в ядрото възниква колективно движение на всички протони спрямо всички неутрони. Тъй като групата на протоните има положителен електрически заряд и нейното преместване спрямо групата на неутроните представлява диполно колебание, явлението се нарича *гигантски дипол*

резонанс (ГДР). В ядрото колебанията имат много висока честота от порядъка на 10^{21} херца, с което се обяснява голямата енергия на ГДР.

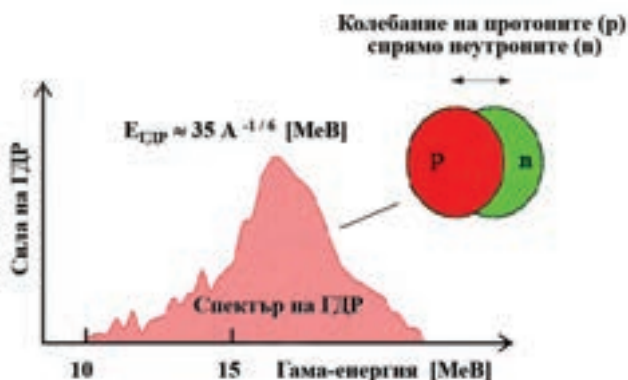
За получаване на високоенергетични гама-фотони се използват релативистички електрони, т. е. такива, движещи се със скорост, близка до скоростта на светлината. Когато релативистички електрони бомбардират мишена от вещество с висок атомен номер Z , например тежък метал, те се спират в материала и произвеждат т. нар. *спирачно лъчение*. Аналогичен механизъм се използва за възбуждане на лъчение в рентгеновите апарати, но в горния случай енергията е с няколко порядъка по-висока. ОЯГ се облъчва с високоенергетично спирачно лъчение. Вследствие на ядрения фотоефект се изби́ва неутрон и гългоживеещото начално ядро се трансформира в късоживеещ или стабилен изотоп. Този метод може да се приложи, например, за ^{129}I по следната схема:



Трансмутацията с използване на ядрен фотоефект е важно допълнение към облъчването с неутрони и деленето, особено в специални случаи, когато последните два метода не водят до получаване на късоживеещи или стабилни крайни ядра. Понастоящем се разработват методи за трансмутация с неутрони, получени при облъчване на мишени от тежки метали с мощно лазерно лъчение. Използваните в случая неутронни източници

са принципно нови и все още не съществуват точни оценки за ефективността на трансмутация, а също така за изразходваната и получена енергия.

А какви са перспективите? Бурното развитие на ядрените изследвания и технологии през 50-те и 60-те години на миналия век осигуриха основа за разработка на първите мащабни проекти за трансмутация. В началния период 1950 – 1970 г. в Националните лаборатории (НЛ) в Оук Ридж, Ливърмор и Бъркли (САЩ) започват да се използват ускорители за получаване на плутоний от обеднен уран. Във връзка с инициативата за неразпространение на ядрените оръжия, през 1975 – 1985 г., в НЛ Брукхайвън се разработва проект за регенерация на ОЯГ, а в Изследователския център Юлих (ФРГ) се работи по хибридна система за трансмутация на ОЯГ. След 1990 г. започва трети период, който се характеризира с включването на Япония (проект ОМЕГА) и Европейската общност. Най-видният апологет на идеята за трансмутация в Европа е Нобеловият лауреат проф. Карло Рубия (Carlo Rubbia), някогашен директор на



Диполно колебание на протоните спрямо неутроните в атомното ядро (а) при възбуждане на Гигантски диполен резонанс (ГДР) и спектр на ГДР (б)



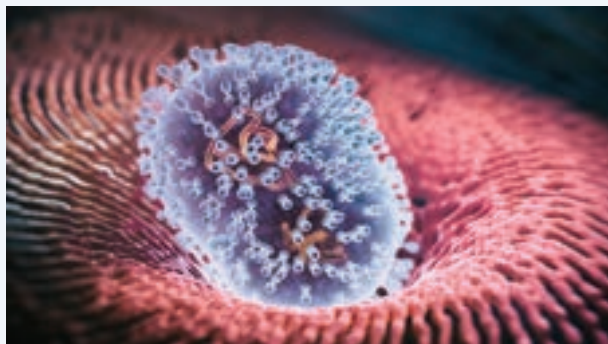
Карло Рубия, бивш директор на ЦЕРН, лауреат на Нобеловата награда по физика за 1984 г. и застъпник на идеята за трансмутация на ОЯГ

Европейския център за ядрени изследвания (ЦЕРН). През 1993 г. той лансира проект за създаването на хибридна система с подкритичен реактор (реактор на Рубия), използващ за гориво торий. При инжектиране на протонен сноп от 10 mA в активната зона, топлинната мощност на реактора трябва да достигне 300 – 400 MWt. Според Рубия най-важните физически и технически проблеми са вече решени в предхождащи експерименти и следва да се пристъпи към създаване на голям комплекс за трансмутация на ОЯГ, който да обслужва ползвателите на ядрена енергия в Европа. В момента водеща страна в използването на реактори на бързи неутрони за трансмутация е Франция. В Япония, Русия и други напреднали страни са създадени различни видове пилот-

ни системи. В България по проблемите на трансмутацията на РАО в ИЯИЯЕ при БАН работи изследователска група, която се занимава с моделиране и експериментално изследване на процесите на размножаване на неутрони в реакции на високоенергийни протони с мишени от тежки елементи, вкл. уран. Значителният интерес към проблема е свързан с постепенното завръщане на редица страни към ядрената енергетика като неизбежна и по-чиста (при спазване на най-строги правила за безопасност, разбира се) алтернатива на фосилните горива в един свят с бързо растяща консумация на енергия.

Ядрената енергия е стара като света. Преди около два милиарда години на Земята са заработили първите ядрени реактори, които са произвеждали енергия безаварийно в продължение на осемстотин хиляди години. Такъв е Урановият обект Окло (Габон), открит чрез наличието на радиоизотопи, които се образуват само в ядрени реактори. Пропорциите на различни радиоизотопи потвърждават, че това е бил естествен реактор. В онази епоха делът на уран-235 в рудата е бил много по-висок и е достигнал ниво, установено в сегашните конвенционални реактори. В същото време урановата руда е била залаята с вода, която е действала като модератор. По този начин Природата е изпреварила човека. Това е било ефективно формиране на естествен ядрен реактор. Днес, с осъществяването на вековната мечта на алхимиците за превръщане на елементите, човечеството има шанс да придобие контрол над практически неограничени енергийни ресурси, чрез трансмутация на ОЯГ и РАО и чрез синтез на редки и непознати до сега нови елементи. ■

Открити са инфузории, които предпочитат вируси в менюто си



Поглъщане на *Chlorovirus* от инфузорията *Chalteria*

Инфузориите, познати и под името ресничести едноклетъчни животни (Infusoria или Ciliata) са едноклетъчни организми, които населяват както сладководните, така и морските водоеми, влажните почви, мъховете и други влажни биотопи, а значителна част от тях са и паразити на човека и животните. Огромната част от свободно живеещите инфузории се хранят предимно с бактерии и се означават като бактериовори, други поемат едноклетъчни водорасли и гъбни хифи и се класифицират като хербивори, а има и такива, които нападат и поглъщат и по-дребни от тях едноклетъчни организми като голи и черупчести амеби, камшичести, дребни инфузории и пр. и с право се считат за хищници или карнивори. Огромната част от познатите в света инфузории са всеядни организми и се отнасят към категорията омнивори.

В началото на 2023 г. в научното списание *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS – САЩ) бяха публикувани резултати от изследване на американски учени, в които се доказва, че и между инфузориите съществуват тясно специализирани в хранително отношение видове или монофаги. За такива

монофаги авторите на изследването определят инфузориите от рода Халтериа (*Chalteria*), които имат космополитно разпространение и обитават най-разнообразни сладководни водоеми. Авторите на изследването доказват, че те се хранят основно с вируси от рода *Chlorovirus*, които се срещат често в сладководни водоеми (езера, блатата, разливи, реки и гр.) с разнообразни водорасли в

тях. Вирусите заразяват и в крайна сметка се размножават в клетките на водораслите, а това довежда до разпукване на заразените клетки и освобождаване на въглерод и органични вещества в околната среда. По такъв начин във водоемите се натрупва значително количество въглерод и органични вещества, които нормално биха били изядени от другите водни организми, използващи водораслите за храна. А това влияе негативно върху екологичния баланс във водоема.

Според д-р ДеЛонг (Dr DeLong), един от изследователите на този проблем, инфузориите *Chalteria* могат за едно генерационно да поглъщат и унищожават до 10 трилиона вируси, което представлява сериозна промяна в динамиката на въглерода във водоема. Авторите на изследването считат още, че този начин на хранене на инфузориите с вируси трябва в бъдеще да се означава и с ново понятие – вирофагия, а организмите, които се хранят с вируси да се класифицират като вировори, подобно на съществуващите вече понятия в науката като бактериовори, омнивори, карнивори и пр.

По PNAS и Live Science

В епигенетичния контрол е нашата съдба

Георги Милошев

Кой съм аз и как ще се развива моето тяло? Трябва ли да приличам на родителите си и дори загължително ли е да повтарям техните грешки и вредни навици? Защо напълнявам и

мога ли да отслабна? С какво трябва да се храня? Колко да спортувам? С какво да храня децата си при съвременното промишлено производство на храни? И така нататък, и така нататък...

Тези и подобни въпроси са вълнували и продължават постоянно да вълнуват много от нас. Хората винаги са се интересували от това кое упражнява по-силен ефект върху тях и децата им – гените или пък възпитанието? На английски често се употребява изразът: Nature or nurture? (Природа или възпитание/отглеждане?). Например, ако страдаме от дълбоко вкоренени лични, емоционални проблеми, то те резултат ли са от някакъв генетичен проблем (мута-

Законите на епигенетиката засягат всеки един от нас. Те привнасят нещо допълнително към генетичните черти, които сме наследили от нашите родители, като също така ни допълват и с качества, които придобиваме в ежедневието си живот. Важно е да се подчертае, че епигенетиката създава у нас черти, които ние ще предадем на нашите деца.

ция) или са ефект от средата и взаимоотношенията, в които сме отгледани? Или пък причината е и в двете? Отговорът на такива фундаментални въпроси може да бъде получен чрез

изследванията в областта на една нова наука – Епигенетиката.

Напоследък много се говори за нея. Нека се опитаме да внесем известна яснота в това какво е епигенетика, как се проявява тя и какви са последиците от действието на епигенетичните механизми.

Епигенетиката, заедно с направления като биохимия, генетика, физиология, молекулярна биология, е част от общата биологична наука. Думата произхожда от приставката „епи-“, която на гръцки означава „над“, „допълнително“ или „по-съвършено“, и познатата дума „генетика“. Така буквалният превод е „надгенетика“. На български обаче това

„наг“ обикновено се възприема и като нещо по-висше, по-съвършено. Всъщност епигенетиката не е нещо по-висше или по-съвършено от генетиката. Генетиката е наука за наследствеността, т.е. как се предават черти от родители на деца, как се унаследяват морфологични и психологични черти. Отдавна е известно, че предаването на тези характеристики става чрез гените, които са кодирани в ДНК. Епигенетиката, от друга страна, се занимава с онези допълнителна наследственост, която се предава на поколенията не директно чрез ДНК (чрез промяна в гените), а чрез други механизми. Затова определението за епигенетика буквално звучи така:

„Епигенетиката е наука за онези наследствени характеристики, които се предават в поколенията без промяна в гените и в генетичния код“. Това определение означава, че епигенетичното унаследяване е нестандартен механизъм. Чрез него родителски опит и придобити в живота черти могат да се предават на следващите поколения чрез епигенетични механизми.

Интересен факт е, че епигенетиката не е нова наука, а има своята **история**. Някои учени представят първите опити за оформяне на епигенетика, като взимат думи от размислите на древногръцкия учен и философ Аристотел (384 – 322 г. пр.н.е.). Разбира се, в антична Гърция нито е имало сериозни научни данни, които да подкрепят твърдение за съществуване на епигенетика, нито самите думи на Аристотел се отнасят директно за епигенетично унаследяване. Всъщност Аристотел говори за „епигенезис“, нещо предначертано, нещо „съдържащо се изначално в живите форми“. Доколко това може да се свърже със съвремен-



Професор Георги Милошев е завършил „Молекулярна биология и генетика“ в Биологическия факултет на СУ „Св.Кл. Охридски“. След завършването си, с изключение на няколко години във Великобритания, проф. Милошев работи в Института по молекулярна биология – БАН. В момента е ръководител на Лабораторията по молекулярна генетика, епигенетика и дълголетие към ИМБ „Акад. Р. Цанев“ – БАН. Интересите на проф. Милошев са в областта на молекулярната генетика, епигенетиката, организацията и динамиката на хроматина, както и стареенето на клетките и влиянието на околната среда върху генома.

ното понятие *епигенетика* е спорно и е въпрос на философски анализ. А за истински „баща“ на епигенетиката като наука се приема Конрад Уоддингтън (Conrad Waddington, 1905 – 1975 г.). Той е английски учен, изключителен ерудит в областта на биологията. Занимавал се е с генетика, ембриология, биология на развитието, палеонтология и дори философия. Уоддингтън за първи път рационално се опитва да реши един много интересен феномен: по какъв механизъм от една единствена оплодена яйцеклетка (зигота), която съдържа един

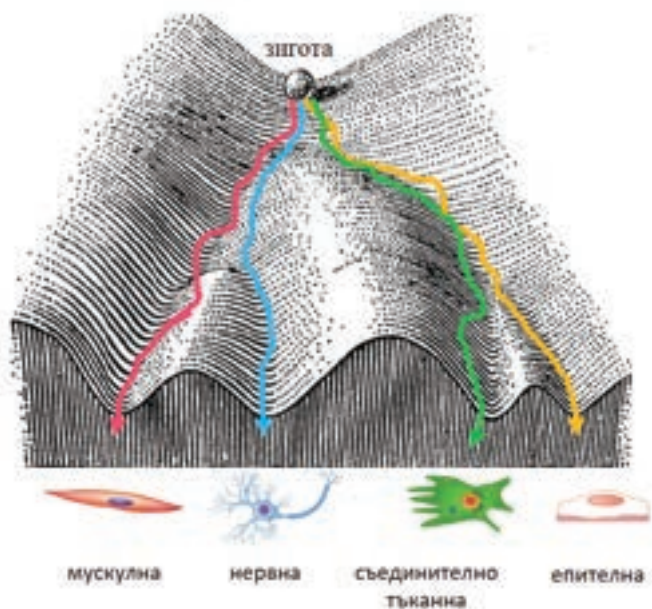
диплоиден геном, се получават над 200 различни типове клетки, които изграждат тъканите и органите на човешкото тяло. Тези клетки съдържат абсолютно същия геном, значи еднаква генетична програма, и въпреки това са различни и извършват изключително разнообразни функции в организма. Та нали размерът, формата, метаболизмът, а и всички характеристики на клетките и организмите, зависят от това какви гени имат те. В труда си от 1940 г. Уодингтън предлага обяснение на този феномен чрез така наречения „епигенетичен пейзаж“, станал впоследствие известен като „епигенетичен пейзаж на Уодингтън“.

Според него съдбата на една клетка, която се получава след деленето на оплодената яйцеклетка, прилича на заоблен камък на върха на долина. Когато ка-

мъкът се търкулне надолу по долината, той може да се спусне по едно от няколко разклонения на долината, отварящи се пред него и така да пристигне на една от множеството различни точки на дъното. По аналогия всяка клетка, получена от деленето на зиготата, може да поеме по различен път на развитие и в крайна сметка да се превърне в един от двеста различни типа диференцирани клетки.

Основната идея на Уодингтън е, че съществуват някакви допълнителни механизми (освен основните генетични), които също могат да определят съдбата на живите организми. Тези механизми са наречени епигенетични. Тази и подобни идеи дълго време са били negliжирани и подминавани от водещите учени. Лично бях свидетел как основното внимание на науката до края на XX век бе съсредоточено главно върху ДНК

и съответно – върху генетичните закони. Спомням си как преди около 40 години, когато за пръв път на институтски семинар чух израза „епигенетично унаследяване“ от именития наш учен академик Румен Цанев, тези думи бяха посрещнати с учудване, недоверие и леки усмивки! Обаче през 2005 г. Дейвид Алис публикува резултати от изследвания в неговата лаборатория, които недвусмислено показаха, че освен генетичния код в ДНК, информация може да се унаследява и чрез други механизми, като например химически модификации на протеините, които пакетира генома.



Епигенетичен пейзаж и диференциране на четирите основни типа клетки. Фигурата е адаптирана по оригиналната фигура на Конрад Уодингтън, публикувана през 1940 г.

Затова, ако трябва да изтъкнем точна рождена дата, то трябва да признаем, че съвременната Епигенетика възникна в началните години на XXI век. Дейвид Алис (David Allis, 1951 – 2023 г.), професор в един от най-престижните американски университети, Университета Рокфелер, бе сред първите ентусиасти в изследването и разпространението на знанията за епигенетичните механизми. Той показва, че ензимът Gcn5p, който е хистон ацетилтрансфераза, се свързва с РНК полимерата и химически променя хистоните (протеинова информация), подпомагайки по този начин извършването на транскрипция, т.е. активирането на гените.

Що се отнася до България, то в нашата страна още от 70-те години на миналия век в Института по молекулярна биология (ИМБ) под ръководството на акад. Р. Цанев се изследваше един от най-мощните фактори на епигенетичните прояви – структурата и динамиката на хроматина. Изследванията, провеждани в ИМБ, през всичките тези години показваха много от интимните механизми на взаимодействие между ДНК и протеините, които в крайна сметка водят до правилната реакция на клетките и организмите към променящата се околна среда.

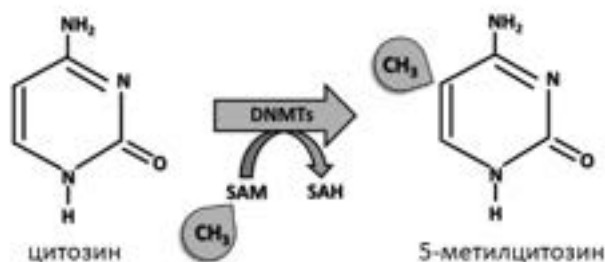
Но ако се върнем отново на епигенетичния пейзаж, предложен от Уодингтън, възниква въпросът „кой и как определя по коя долина да се спусне изначалната клетка, за да се превърне в крайно диференцирана клетка?“ Оказва се, че това по кой път да тръгне клетката може да се определи от редица фактори, намиращи се в самата клетка, но също така и от околната среда. За да разберем точно как става това трябва да представим накратко механизмите на епигенетиката.



Акад. Румен Цанев постави началото на епигенетичните изследвания в България още през 70-те години на миналия век

Засега са познати няколко **механизми на епигенетиката**, чрез които се осъществява епигенетично унаследяване. Те са чрез: 1. Метилиране на ДНК; 2. Заместване на хистонови варианти; 3. Хистонови модификации; 4. Структура, динамика и ремоделиране на хроматина; 5. Участие на некодиращи РНК-и.

Метилиране на ДНК. Измежду епигенетичните механизми метилирането на ДНК е най-добре изучено. Този процес представлява добавяне на метилна група ($-\text{CH}_3$) към цитозина в ДНК веригата.



Метилиране на цитозин във веригата на ДНК. Метилирането се извършва от ензими ДНК-метилтрансферази (DNMTs), а метилната група се взима от S-аденозилметионин (SAM)

Важно физиологично значение има когато метилирането се осъществява на местата във веригата на ДНК, където в последователността от нуклеотиди цитозинът е последван от гуанин, т.е. метилиране на цитозина в последователността нуклеотиди цитозин-гуанин (възприето е да се изписва CpG).

В допълнение, особено важно се оказва метилирането на ДНК в промоторите на гените. Метилирането на CpG в промотора на гена води до неговото умълчаване (генна репресия). Обратният процес де-метилиране в промотора води до активиране на съответния ген. Интересното за нас е, че ДНК-метилирането е регулируем процес. Метилирането може да се активира от храни, облъчване с УВ-светлина, въздействие на някои химикали. Това показва, че гените могат да бъдат активирани или умълчавани чрез въздействия на външни фактори. Така храните, температурата, физическата активност, психическият стрес и т.н. могат да активират или репресират гени в нашето тяло с всички произтичащи от това последствия.

Епигенетичните механизми, основаващи се на **варианти на хистоните** и на **хистонови модификации**, включват

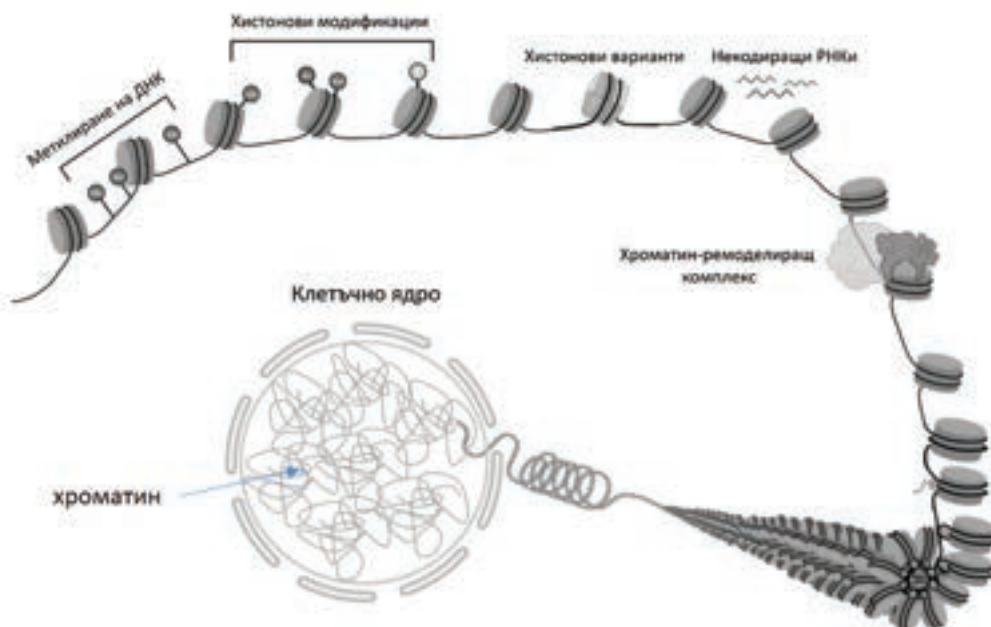
така наречените хистонови протеини. За да може молекулата на ДНК, която за всяка човешка клетка е дълга около 2 метра, да се вмести в клетъчното ядро, което е с диаметър от 10 микрометра, ДНК трябва да бъде силно спирализирана и нагъната. Това се осъществява чрез контактите на ДНК със специфичните хистонови протеини и така се образува сложния нуклеопротеинов комплекс – хроматин.

Всички организми, притежаващи ядро, с помощта на протеини – хистони пакетират своята ДНК в **сложно организиран комплекс, наречен хроматин**. При организмите без ядро (бактерии) ДНК също е пакетирана в сложен комплекс, но при тях хистоните са заместени от хистоноподобни протеини. Явно такава организация на генетичния апарат е изключително важна за осъществяване на функциите на ДНК. Тук имаме пример за това, че в еволюцията се запазва не само структурата на ДНК, но и начинът на пространствена организация на генома. Благодарение на организацията на генома в хроматин достъпът до ДНК на различни ензими е ограничен. За да бъде осигурен достъп до ДНК на

ензимите, извършващи транскрипция, репликация и поправка, хроматинът по и около гените трябва да бъде разплетен. Кондензирането и разплитането на хроматина са два противоположни и динамични процеса, протичащи непрекъснато в ядрото на живата клетка. По този начин хроматинът извършва важна регулаторна работа, определяйки кои области (и гени) от генома как и кога да се активират или умълчат. В основата на разплитането или кондензирането на хроматина лежат химически модификации на хистоните. Те се извършват от силно специализирани ензими, които добавят или отнемат от хистоните химически групи като ацетилна, метилова, ADP-рибоза и много други. Тези химически модификации на хистоновите протеини водят до разхлабване или обратно, до заздравяване

на връзката им с ДНК. Така хроматинът може да бъде разплетен и отново кондензиран.

Най-слабо изученият засега механизъм на епигенетичен контрол е участието на **некодиращи РНКи**. Отдавна се знае, че само около 1% от ДНК на клетката кодира гени. Останалите 99% от генома не кодират гени. Тъй като не беше ясно защо тази ДНК е необходима, дълго време се смяташе, че това е ненужна ДНК, отпадък от еволюцията. Дори наричаха тази ДНК „боклук“ (junk DNA). С развитието на епигенетиката започна да става ясно, че този „ДНК боклук“ всъщност е много важен за синтеза на РНКи, които имат изключително важна регулаторна функция. Това са РНКи, които се синтезират върху матрицата ДНК, но не кодират информация за протеини. В детайли, тяхната роля е да се свързват



Компактизация на ДНК в хроматин чрез участието на хистоновите протеини

с вече синтезирани от гените информационни РНКи или с определени, специфични участъци от геномната ДНК и по този начин предимно да намаляват или направо да инхибират синтезата от някои гени. Това е още един изключително сложен епигенетичен механизъм, изпълняващ контрол върху работата на генома.

Много важно е да се осъзнае, че епигенетичните механизми не работят самостоятелно и независимо. Те изпълняват организирано и последователно своята работа. Например след метилирането на някой участък от ДНК върху съответния участък се разполагат варианти на хистони, които са пряко зависими от метилирана ДНК. Следва химическа модификация на хистоните, подходяща за метилирана ДНК и така се изгражда съответно ниво на компактност на хроматина в този участък. Това е предпоставка за лесно или трудно разплитане на хроматина и определя нивото на активност на гените там. Епигенетичните механизми служат за фина настройка на работата на гените, което води до нормално функциониращи клетки. Затова те могат да се възприемат като епигенетичен контрол на генома.

Епигенетика и околна среда. Епигенетичните механизми въздействат върху живите организми и определят съдбата им, включително на нас, хората. Нещо повече, тези механизми не действат изолирано, само в даден момент. Те действат непрекъснато и до голяма степен определят бъдещия живот на организма, а дори и до голяма степен живота на поколението. Трябва да подчертаем, че епигенетични са механизмите в основата на така наречената „клетъчна памет“.

Най-силното доказателство, свързващо въздействието на условията на околната среда върху развитието и здравето, идва от проучвания върху деца на жени, които са били бременни по време на два периода на глад през Втората световна война: обсадата на Ленинград (1941 – 1944 г.) и Холандската гладна зима (1944 – 1945 г.). По време на глада в Холандия жените, които са били подложени на нисък калориен прием и свързаните с това фактори на околната среда в късните етапи на бременността, са раждали по-малки бебета. Тези деца в по-късни етапи от техния живот са показали повишен риск от инсулинова резистентност в сравнение с техни връстници, чиито майки не са били подложени на глад. Излагането на глад на различни етапи от бременността е свързано с широк спектър от рискове като повишено затлъстяване, по-високи нива на коронарна болест на сърцето и по-ниско тегло при раждане. Интересното е, че когато са изследвани 60 години по-късно, хората, изложени на глад пренатално, показват намалено метилиране на ДНК в сравнение с техните неизложени на глад еднополови братя и сестри.

Поговорката „ти си това, което ядеш“ е вярна дори на молекулно ниво: храната, която консумираме, това, което са консумирали нашите родители и дори баби и дядовци, се отразява на нашето лично развитие и на рисковете от заболяване в живота на зряла възраст. Хранителните вещества могат да обърнат или променят метилирането на ДНК и хистоновите модификации, като по този начин модифицират експресията на критични гени, свързани с физиологични и патологични процеси, включително ембрионално развитие, стареене и канцерогенеза. Хранител-

ните вещества (това са веществата, които сега е модерно да се наричат „нутриенти“) могат да повлияят върху епигенома чрез инхибиране или активиране на ензимите, които метилират ДНК или извършват хистонови модификации. Например плъхове майки, хранени с диета с ниско съдържание на метилова група по време на бременност, дават потомство с намалена експресия на ДНК-метилтрансфераза 1 (DNMT-1), което води до намалено генерално метилиране на ДНК. В допълнение се наблюдава и повишено ацетилиране на хистони, разположени в промоторите на специфични гени, включително глюкокортикоидния рецептор. Храненето по време на ембрионалното развитие и в ранна възраст може да повлияе епигенетичното програмиране в мозъка не само по време на ранното развитие, но и в живота на зряла възраст, като по този начин модулира здравето през целия живот. Затова изучаването на връзката между храненето и епигенетиката се разглежда като важен инструмент за предотвратяване на педиатрични заболявания на развитието, както и за забавяне на процесите, свързани със стареенето.

За нас, разбира се, най-интересна е връзката **епигенетика – медицина**, действието на епигенетичните механизми, когато са отговорни за проявата на патологични състояния, за стареенето и за развитието на заболяванията.

Може би най-важната част в изучаването на епигенетичните механизми е разбирането на това как те въздействат или се променят **за злокачественото трансформиране на клетката, за превръщането ѝ в ракова клетка**. И още по-важно е дали и как доброто познаване на механизмите би могло да помогне те да бъдат използвани за насоч-

ване работата на клетката в обратна посока, към възвръщане на нормалното състояние. Според съвременното разбиране, използвайки епигенетични механизми, патологично променени клетки могат да бъдат върнати обратно и да изпълняват своите нормални функции, точно както здравите клетки.

Още с откриването на метилирането на ДНК (1925 г.) се появяват предположения, че то може да има участие в канцерогенезата. През последвалите години са се натрупали огромно количество изследвания на това кога и как метилирането на ДНК може да доведе до злокачествено израждане на клетките и до инициране на рак. Сега се възприема, че съществуват три главни пътища, по които това се случва. Те включват хипометилиране (т.е. ниско ниво на метилиране на ДНК) на генома на раковата клетка. Едновременно с това се наблюдава локално хиперметилиране на ДНК в промоторите на туморсупресорните гени. Третият път е чрез предизвикване на директни мутации във важни за деленето на клетката гени. Известно е, че метилирането на ДНК може да предизвика свързване на определени белтъчни фактори, което от своя страна прави съответния участък от ДНК по-податлив на мутации и съответно предразполага клетката към канцерогенеза. Като цяло, намаляването на ДНК-метилирането води до геномна нестабилност и това състояние е характерно за раковите клетки, в които се наблюдават множество мутации. Точно затова вече съществуват антиракови терапии, основани на познанията ни за метилирането на ДНК. Аналози на нуклеотидите успешно се използват за блокиране на ензимите, метилиращи ДНК (ДНК-метилтрансферази). Такива аналози блокират метилирането на промоторите на

туморсупресорни гени в бързодейщи се клетки. Така туморсупресорните гени се активират и възпират деленето на раковите клетки. Такива терапии вече се използват в онкологичните клиники. Чрез тях има напредък в лечението на някои типове левкемии, особено при възрастни хора.

Съществуват подобни терапии, основани и на хистоновите модификации. Съществуват инхибитори на ензимите хистондеацетилази. Тяхното използване води до активиране на туморсупресорни гени, които са умълчани в раковите клетки. Ето защо химически съединения, които могат да инхибират хистондеацетилазите, са особено полезни в клиничната практика.

Интересното и важното в разработката на епигенетичните терапии е, че за тяхното действие са необходими сравнително ниски концентрации на съответните вещества, което не натоварва излишно организма на пациента. В посоката за разработване на антиракови терапии на епигенетична основа се работи усилено от много колективи по света и е сигурно, че скоро ще бъде постигнат голям напредък в тази област.

Науката епигенетика претърпя силно развитие в областта на психологията. Отдавна се знае, че случки в детството могат да окажат много дълбоко и продължаващо през целия живот влияние върху поведението на човека. Усилията да се разберат какви точно са тези промени на молекулно ниво намират своята реализация в изучаването на епигенетичните промени. Множество поведенчески прояви при хора и животни, както и различни нервни разстройства намират своето солидно обяснение в епигенетични механизми. Епигенетиката в психологията предоставя основа за разбирането на това как експресията

на гените бива повлиявана от жизнения опит и околната среда, в която организъмът прекарва живота си, за да се получат индивидуалните разлики в поведението, когнитивните способности, индивидуалността и душевното здраве.

Най-интересното епигенетично унаследяване е наблюдавано при изследване на предаваните от майката реакции на стрес при плъхове. При малки плъхчета майчиното отглеждане (облизване и сресване) през първата седмица от живота им е изключително важно, защото е свързано с дългосрочно програмиране на индивидуалните различия в реакцията на стрес, емоционалността, когнитивните възможности. Когато пораснат, потомците на майки с нормални нива на облизване и сресване показват повишена експресия на глюкокортикоидния рецептор в хипокампуса (мозъчна структура, свързана с чувствителността към стрес, както и с ученето и паметта). Обратно, плъхчетата имат по-нисък хормонален отговор на стрес в сравнение с възрастни животни, ако са отглеждани от майки, които рядко са ги облизвали и сресвали. Показано е, че всичко това е свързано с промени в нивата на генната експресия. Плъхове, които са получили ниски нива на майчино облизване и поддържане през първата седмица от живота, показват намалено ацетилиране на хистони и повишено ДНК-метиране на неврон-специфичен промотор на гена на глюкокортикоидния рецептор. В резултат експресията на този ген се намалява, броят на глюкокортикоидните рецептори в мозъка намалява и животните показват по-висок хормонален отговор на стрес през целия си живот. Интересно е, че ефектите от грижите на майката върху реакциите на хормона на стреса и поведението на потомството могат да бъдат ели-

минирани в зряла възраст чрез фармакологично лечение (хистондеацетилазни инхибитор трихостатин А, TSA) или хранителни добавки с аминокиселини (L-метионин), лечения, които влияят на ацетилирането на хистони, ДНК метилиране и експресия на гена на глюкокортикоидния рецептор.

Открита е връзка между епигенетични промени и множество психически заболявания. Например индивидите, страдащи от синдрома на Прадер-Уили (Prader-Willi syndrome, PWS) и Ангелман (Angelman syndrome, AS) се характеризират с наднормено тегло, нисък ръст, но освен това и с трудности в обучението, хиперактивност, емоционални изблици и агресивно поведение. Доказано е, че вариантите на синдрома се дължат на неправилен импринтинг, което представлява умълчване на генни локуси чрез метилиране на ДНК и силно компактизиране на хроматина със съответно модифицирани хистони и хистонови варианти. Подобни патологични промени в генната регулация, която се предава в поколения наред, могат да бъдат наблюдавани и при групи синдроми, проявяващи се с психически отклонения като например при синдрома на Рубищайн-Тейби (Rubinstein-Taybi syndrome), синдрома на Рем (Rett syndrome) и много други. Ясно е, че е достатъчно да бъде неправилно засегната регулацията на активността на един ген или група от гени, без промяна в техния генетичен код, за да се появят тежки психологически отклонения.

Добрата новина е, че за разлика от генетичните заболявания, за заболяванията, които се дължат на епигенетични причини, могат да бъдат изработени съответните терапии, стига механизмът на епигенетичната патология да е добре изучен. Именно затова в момента по света се полагат огромни усилия за разбиране и изучаване на епигенетичните закони, особено когато те са свързани с патологични състояния.

В заключение можем да кажем, че геномът и епигенетичните механизми са в сложно и силно зависимо взаимодействие. Те не могат да бъдат разбрани, ако се разглеждат като две различни системи. Те са „двете страни на една монета“. Ако си позволим да оприличим клетката на компютър, то тогава геномът е хардуера на компютъра, включващ самата кутия, платките, процесора, кабелите, мишката, монитора. От друга страна епигенетичните механизми са софтуера, това са различните програми, чрез които компютърът извършва някаква работа. Както не може да има компютър без хардуер, така и компютърът би бил безполезна кутия без съответната среда и софтуерни програми. По аналогия: геномът – хардуер и епигеномът – софтуер не могат да съществуват един без друг; те се обединяват и работят заедно, за да може клетката да функционира, да може да се адаптира към променящи се условия и изобщо – да е жива. ■

Нобеловите награди по природни науки за 2023 са в областта на взаимодействия в микросвета

Стефан Манев

Нобеловите награди в областта на природните науки по традиция и тази година бяха обявени между 3 до 10 октомври. За разлика от миналата година COVID-19 не можа да помрачи тържествената церемония. Първи на 3 октомври бяха отличени лауреатите за „физиология или медицина“. В следващите два дни – на 4 и 5 октомври, станаха известни лауреатите на Нобеловите награди за физика и химия. Връчването на наградите става на 10 декември в Стокхолм и Осло – на годишнината от смъртта на Алфред Нобел.

иРНК ваксините срещу COVID-19 спечелиха Нобелова награда за медицина и физиология

Нобеловата награда за физиология или медицина се връчва всяка година на учени, допринесли със забележителни постижения в различни биологични науки за благо на човечеството. В началото наградата е давана за открития в областта на медицината и човешката физиология, но развитието на биологията и сродните ѝ дисциплини, води до

разширяване на обхвата на наградените постижения.

Нобеловата асамблея в Каролинския институт реши да присъди Нобеловата награда за физиология или медицина за 2023 г. за открития на модификации на нуклеозидни бази, които позволиха разработването на ефективни иРНК ваксини срещу COVID-19. „Чрез получените резултати, които промениха изцяло разбирането как иРНК взаимодейства с имунната ни система, лауреатите допринесоха за безпрецедентната ско-

рост на разработка на ваксини по време на една от най-големите заплахи за човешкото здраве в съвременността“, съобщава Нобеловият комитет в Стокхолм.

И така двамата нобелови лауреати за 2023 за медицина и физиология са:

Каталин Карико (Katalin Karikó). Родена през 1955 г. в Солнок, Унгария. Получава докторска степен от университета в Сегед през 1982 г. и извършва постдокторантски изследвания в Унгарската академия на науките в Сегед до 1985 г. След това провежда постдокторантски изследвания в университета Темпъл, Филаделфия, и Университета по здравни науки, Бетезда (САЩ). През 1989 г. е назначена за асистент в Университета на Пенсилвания, където остава до 2013 г. След това става вицепрезидент и по-късно старши вицепрезидент в



Алфред Нобел – човекът създал най-престижната награда за постижения на човечеството във важни области на човешката практика

BioNTech RNA Pharmaceuticals. От 2021 г. е професор в Университета в Сегед (Унгария) и помощник-професор в Медицинския факултет към Университета на Пенсилвания (САЩ).



Залата, в която се обявяват новите нобеловите лауреати



Нобеловите лауреати за медицина и физиология за 2023 г. Може би това е пейката, от която е започнало ползотворното им сътрудничество



Нобеловите лауреати за медицина и физиология за 2023 г. в лабораторията

Дрю Вайсман (Drew Weissman). Роген през 1959 г. в Лексингтън, Масачузетс, САЩ. Получава докторска степен от Бостънския университет през 1987 г. Прекарва клиничното си обучение в Медицински център Beth Israel Deaconess към Харвардското медицинско училище и постдокторантски изследвания в Националния институт по здравеопазване. През 1997 г. Вайсман създава своя изследователска група в Медицинския факултет към Университета на Пенсилвания.

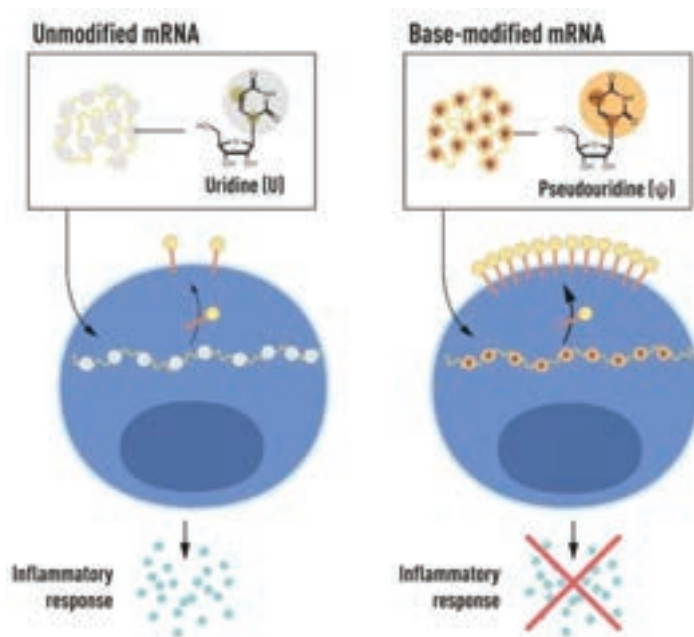
През 80-те години са въведени ефективни методи за производство на иРНК без клетъчна култура, наречени *in vitro* транскрипция. Тази решителна стъпка ускорява развитието на приложенията на молекулярната биология. Появяват се и идеи за използване на иРНК технологии за ваксини. *In vitro* транскрибираната иРНК се счита за нестабилна и трудна за получаване. При това тя води и до възпалителни реакции. Затова ентусиазмът за разработване на иРНК технологии за клинични цели е незначителен.

Тези трудности не обезкуражават унгарската биохимичка Каталин Карико, която се е посветила на разработването на методи за използване на иРНК за терапия. В началото на 90-те години на миналия век, когато е била асистент в Университета на Пенсилвания, работи за реализиране на иРНК

като терапевтично средство, въпреки че среща трудности при убеждаването на финансиращите изследванията в значимостта на нейния проект.

По това време в нейния университет се появява един нов колега – имунологът Дрю Вайсман. Въодушевено и с нови идеи започва плодотворно сътрудничество между двамата. В резултат базовите модификации намаляват възпалителните реакции и увеличават производството на протеини. Така Карико и Вайсман елиминират критичните препятствия по пътя към клиничните приложения на иРНК.

Интересът към иРНК технологията започва да се покачва и през 2010 г. няколко компании инвестират в разви-



иРНК съдържа четири различни бази, съкратено А, U, G и С. Нобеловите лауреати откриват, че модификациите на базите в иРНК може да се използват за блокирането на възпалителни реакции (секреция на сигнални молекули) и увеличаване на производството на протеин, когато иРНК е доставена до клетките

тието на метода. След избухването на пандемията от COVID-19 са разработени с рекордна скорост две базово модифицирани иРНК ваксини. Докладвани са защитни ефекти от около 95%.

Впечатляващата гъвкавост и скорост, с която могат да бъдат разработени иРНК ваксини, проправят пътя за използване на новата платформа и за ваксини срещу други инфекциозни заболявания. В бъдеще технологията може да се използва и за доставяне на терапевтични протеини и лечение на някои видове рак.

Експерименти със светлина, които регистрират най-кратките периоди от време получават тази година Нобеловата награда по физика

Тазгодишната Нобелова награда за физика е насочена към приноса на три-

мата лауреати в областта на атомосекундната физика: изследване на това, което се случва с материята при молекулярни взаимодействия в рамките на една квинтилионна част от секундата – с лазерни импулси с продължителност само една милиардна част от секундата, използвани например, за изследване на движението на електроните в атомите.

Нобеловите лауреати за 2023 по физика са:

Американецът от френски произход **Пиер Агостини (Pierre Agostini)** – професор в Държавния университет на Охайо (САЩ).

Унгарско-австрийският учен **Ференц Краус (Ferenc Krausz)** – директор на Института Макс Планк (Германия).

Французойката **Ан Л'Юилие (Anne L'Huillier)** – професор в университета Лунд (Швеция).



Нобеловите лауреати по физика за 2023 г.



Матс Ларшон, член на Кралската академия на науките, говори по време на обявяването на тазгодишните носители на Нобелова награда за физика в Кралската академия на науките в Стокхолм

През 1987 г. Ан Л'Юилие открива, че при преминаването на инфрачервена лазерна светлина през благороден газ възникват различни обертонове (оттеньци) на светлината. Всеки от тях представлява светлинна вълна с определен брой цикли за всеки цикъл от лазерната светлина. Те се причиняват от взаимодействието на лазерната светлина с атомите в газа, което дава на някои електрони допълнителна енергия, излъчвана след това като светлина. Нобеловата лауреатка продължава да изследва този феномен, полагайки основата на следващи резултати.

Пиер Азостини успява през 2001 г. да проведе и изследва за първи път поредица от последователни светлинни им-

пулси, в които всеки импулс продължава само 250 атосекунди.

По същото време Ференц Краус реализира друг вид експерименти. Те дават възможност за изолиране на единичен светлинен импулс с продължителност 650 атосекунди.

Така при експериментите на тримата нобелови лауреати се генерират толкова кратки светлинни импулси, че те се измерват в атосекунди. Оказва се, че тези импулси могат да се използват за описанието и изследване на динамиката на електроните в атомите и молекулите. Така се получава филм, който се състои от неподвижни изображения, а се възприема като непрекъснато движение.

„Вече можем да отворим вратата към света на електроните. Атосекундната физика ни дава възможност да разберем механизми, които се управляват от електрони. Следващата стъпка ще бъде тяхното използване“, каза Ева Олсон, председател на Нобеловия комитет по физика. Наистина, постиженията на тримата нобелови лауреати могат да намерят приложение в редица области за измерване на бързи процеси, при които електроните се движат или променят енергията си. В електрониката, например е важно да се разбере и контролира как се държат електроните в даден материал. Атосекундните импулси могат да се използват и за идентифициране на различни молекули, например в медицинската диагностика.

Химията не може без скандали

Изтичането на информация при присъждане на Нобеловите награди е рядкост, Всички академии полагат големи усилия, за да запазят имената на победителите в тайна до обявяването им. И все пак това се случи при обявяването на нобеловите награди по химия тази година. Оказа се, че имената на получателите вече са били съобщени от шведските медии. Те обясниха, че часове преди академията да се срещне за финалното гласуване за победителите, са получили прессъобщение от Шведската кралска академия на науките. В него се посочват имената на номинираните химици. Разбира се, това не доведе до големи стресения при вземането на решенията за присъждане на наградите по химия.

За разлика от миналата година, когато наградата беше присъдена на две дами, тази година лауреатите са трима изследователи, работещи в САЩ.

И така, Кралската шведска академия на науките в Стокхолм обяви имената на носителите на Нобеловата награда за химия за 2023 г. Лауреатите са:

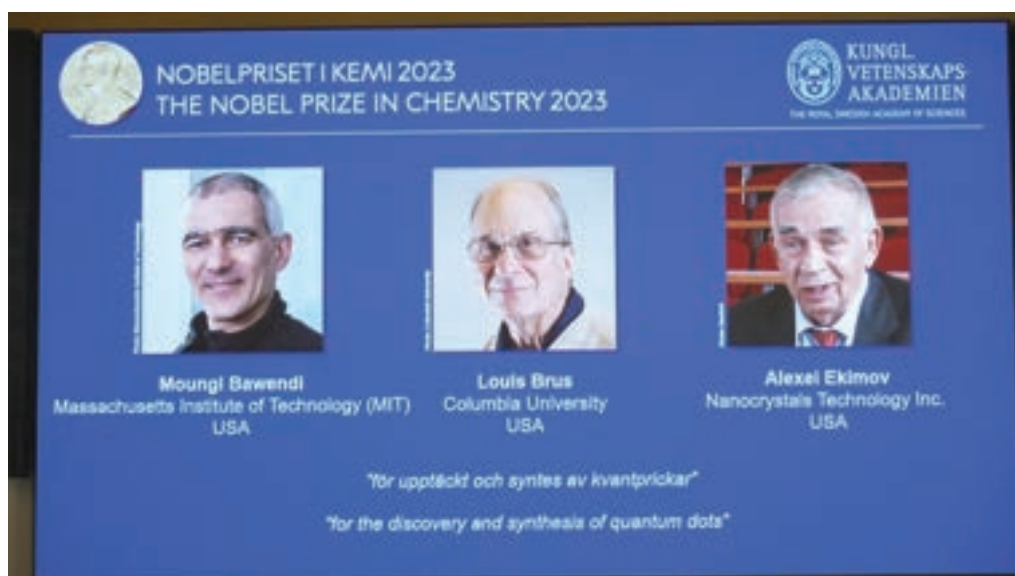
Мънгей Бауенди (Moungi G. Bawendi) – 62-годишният Бауенди, роден в Париж от родители французи и тунизийци, е професор в Масачузетския технологичен институт (MIT) в Съединените щати.

Луис Брус (Louis E. Brus) – 80-годишният Брус е американски учен, специалист по физикохимия и професор в Колумбийския университет в Ню Йорк.

Алексей Екимов (Alekssei Ekimov), е роден в Русия, а от края на 90-те години работи в Nanocrystals Technology Inc. САЩ.

Наградата бе връчена на тримата учени за откриването и разработването на квантовите точки – наночастици, чийто размер определя техните свойства. Квантовите точки дават нови възможности за създаване на цветна светлина. Тези малки частици имат уникални свойства и сега разпространяват светлината си от телевизионни екрани и LED лампи. Те катализират химичните реакции и може да бъдат използвани от хирурзи при премахване на ракова тъкан.

В началото на 80-те години Люис Брус и Алексей Екимов успяват независимо един от друг да създадат и подобрят свойствата на квантовите точки. Трябва да се отбележи, че когато Алексей Екимов и Люис Брус създават първите квантови точки, учените вече знаеха, че на теория те трябва да имат необичайни характеристики. И наистина през 70-те години на миналия век изследователите успяват да създадат такива наноструктури. Използвайки молекулен лъч, те създават обвивка с наноразмер на насипен материал. След това успяват да покажат, че оптични-



Нобеловите лауреати по химия за 2023 г.



Мунги Бавенди, един от тримата удостоени с Нобелова награда за химия сподели, че е бил „изненадан, сънлив и шокиран“, когато се е събудил и получил обаждането с новината за отличаването си

те свойства на покритието варират в зависимост от това колко тънко е то – резултат, който съответства на прогнозите на квантовата механика.

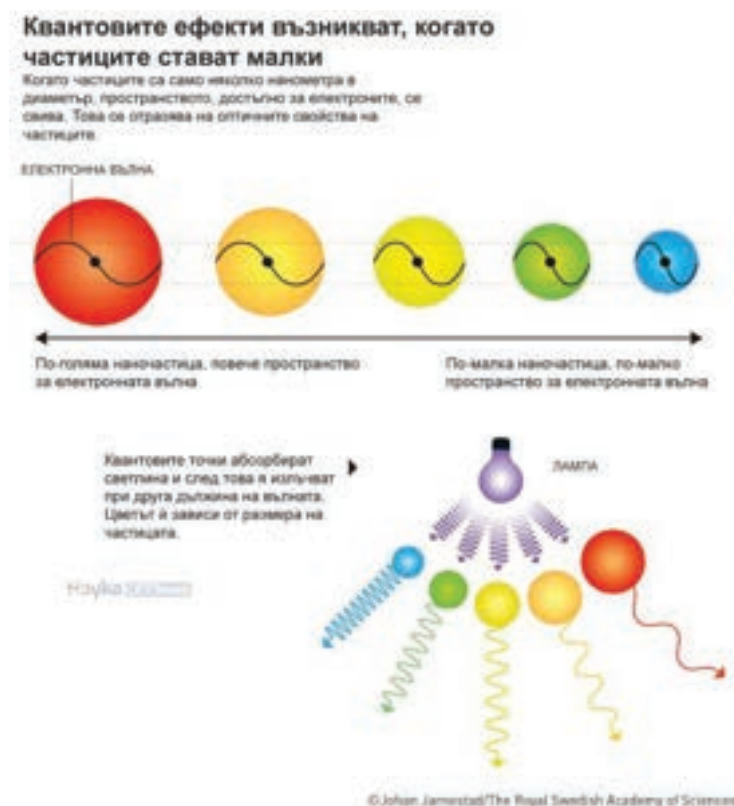
В началото на 80-те години на миналия век Алексей Екимов успява да създаде зависещи от размера квантови ефекти в цветно стъкло. Цветът идва от наночастици меден хлорид. Екимов демонстрира, че размерът на частиците влияе върху цвета на стъклото чрез квантови ефекти. Например смес от кадмиев селенид и кадмиев сулфид може да накара стъклото да стане жълто или червено, в зависимост от това колко силно е било нагрятото разтопеното стъкло и как е било охладено.

Може да се отбележи, че и авторът на това съобщение е наблюдавал по време на докторантурата си различни по цвят и дебелина златни слоеве през 70-те години.

Люис Брус работи в Bell Laboratories в САЩ със задача да използва слънчева енергия за протичане на химични реакции. Той използва частици от кадмиев сулфид, с които улавя светлината и след това използва нейната енергия за реализиране на химични реакции. Частиците са в разтвор и много малки по размер, за да се осигури по-голяма площ, върху която протичат химичните реакции. Така Луис Брус става първият учен в света, който доказва квантови ефекти, зависещи от размера, при

свободно плаващи в течност частици. Остава обаче един проблем. Методите, които Брус използва за производството на частиците, водят до получаването на частици с различни размери и непредсказуеми свойства.

Това е проблем, който третият лауреат на Нобелова награда за химия успява да реши. През 1993 г. Мънгей Бауенди извършва революция в методите за производство на квантови точки, получавайки еднакви по размер частици – жизненоважна предпоставка за използването им в днешните нанотехнологии.



В зависимост от размера си квантовите точки са различни по цвят въпреки еднакия си състав

По време на следдокторантското си обучение в лабораторията на Люис Брус през 1988 г. Мънгей Бауенди използва набор от разтворители, температури и техники и експериментира с различни вещества. Кристалите се подобряват, но все още не са достатъчно добри.

Големият пробив идва през 1993 г., когато изследователската група на Люис Брус инжектира толкова от веществата, които ще образуват нанокристали във внимателно подбран разтворител, колкото е необходимо за насищане на разтвора. Това води до малки кристални ембриони, които започват да нарастват едновременно.

Нанокристалите, които Бауенди произвежда, са почти перфектни, което води до различни квантови ефекти. Тъй като производственият метод е лесен за реализиране, все повече и повече химици започват да работят с нанотехнологиите и да изследват уникалните свойства и възможности на квантовите точки.

Светлинните свойства на квантовите точки се използват в компютърни и телевизионни екрани, базирани на QLED технология, където Q означава квантова точка. В тези екрани синята светлина се генерира с помощта на енергийно ефективни диоди, които бяха отличени с Нобеловата награда по физика за 2014 г. Квантовите точки се използват за промяна на цвета на част от синята светлина, превръщайки я в червена или зелена. Това прави възможно производството на трите основни цвята светлина, необходими на телевизионния или компютърния екран.

Очаква се квантовите точки да носят огромна полза за човечеството. Изследователите вярват, че в бъдеще те



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

могат да допринесат за по-гъвкава електроника, миниатюрни сензори, по-тънки соларни клетки и може би криптирана квантова комуникация. Едно е сигурно – има още много да научим за невероятните квантови феномени.

В заключение трябва да се отбележи, че присъдените тази година три Нобелови награди в различни науки заедно са в областта на микросвета. Те дават възможност за развитие на природните науки и използване на резултатите в практиката. И тази година се потвърждава факта, че големите открития стават със сътрудничеството на хора от различни научни институти и страни, различни специалности и възрасти. Трябва да се отбележи, че тази година проведените изследвания са сравнително нови т.е. възможността за приложение се проявява почти веднага. ■

Интересно от света на Нобеловите награди

1. Церемонията по връчването на Нобеловите награди по традиция се насрочва на 10 декември, годишнината от смъртта на Нобел, в Стокхолм и в Осло. От 1902 г. насам всички награди, с изключение на наградата за мир, се връчват в Стокхолм, в Концертната зала, от краля на Швеция. Нобеловата награда за мир се връчва в Осло.

2. Всяка награда може да бъде връчвана най-много на трима номинирани. Наградите се състоят от златен медал, диплом, шведско гражданство и парична сума.

3. Към 2021 г. паричната сума е на стойност 10 милиона шведски крони (1,9 милиона лева).

4. Ако има двама победители в една категория, наградата се разделя поравно между тях. Ако победителите са трима, награждаващият комитет има правото да раздели поравно наградата между тримата или да даде половината на единия, а по една четвърт на другите двама.

5. Честа практика е лауреатите да даряват парите в полза на научни, културни или хуманитарни дейности.

6. От 1974 г. наградата не може да се връчва посмъртно, т.е. номинираните трябва да са живи по време на номинацията.

7. На 10 декември 1896 г. Алфред Нобел умира във вилата си в Сан Ремо, Италия, от кръвоизлив в мозъка. Към този момент той е притежател на 355 патента и над 90 фабрики в 20 страни по света.

8. Атосекунда е единица за време, която се равнява на една квинтилион-

на част от секундата. В една секунда има толкова атосекунди, колкото са секундите от раждането на Вселената досега.

9. Квинтилионът е цяло, естествено число, равно на 1 000 000 000 000 000 000 (10^{18} , десет на осемнадесета степен).

10. Десетичната представка за квинтилион в Международната система единици е „екса“ (Е), а гробната представка за една трилионна част – „ато“ (а). Един ексабайт (1 ЕВ) съдържа 10^{18} байта, а един атометър (1 ат) е една квинтилионна част от метъра.

11. Ан Л'Юлие е едва петата жена, която печели наградата за физика от 1901 година – начало на Нобеловите награди. Явно другите природни науки са по-интересни за дамската част на човечеството.

12. Еврокомисарят по въпросите на иновациите, научните изследвания, културата, образованието и младежта Илиана Иванова заяви: „Поздравления за тазгодишните лауреати Нобеловата награда за физика! Много съм горда, че Европейският научноизследователски съвет финансира в значителна степен революционните изследвания на тези изтъкнати учени. Те бяха подкрепени и от много други програми на ЕС за научни изследвания и иновации. Това показва колко е важно да се финансират водещи изследователи, както и да им се предоставят необходимите ресурси, за да осъществяват научната си дейност в полза на човечеството.“

Китайски и новозеландски учени успешно изследват Кермадекската падина в Тихия океан

Най-дълбоката морска падина, позната досега, е Марианската падина в Тихия океан, намираща се между Япония и Папуа Нова Гвинея, чиято максимална дълбочина е 11 022 м., а дължината ѝ е около 2550 км. Освен нея в Тихия океан са регистрирани и други дълбоки падини, които могат да ѝ съперничат по параметри. Една от тях е известната Кермадекска падина (Kermadec trench), намираща се източно от Нова Зеландия. Нейната дълбочина също е значителна – 10 047 м., с която може да бъде обявена за достоен съперник на Марианската падина, а дължината ѝ е около 1000 км.

За разлика от Марианската падина, която е била досега обект на изучавания от редица дълбоководни научни експедиции, главно от САЩ и Русия, Кермадекската падина е проучвана само от 2 дълбоководни експедиции – през 2012 г. и 2014 г.. Първата експедиция успяла да достигне до 9990 м. дълбочина и да събере някои интересни океански обитатели, но втората била неуспешна поради повреда, причинена от високото подводно налягане.

През есента на 2022 г., трима изследователи от Китай и Нова Зеландия, извършват нов сполучлив опит за проникване и изучаване на живота в Кермадекската тихоокеанска падина, който приключва през декември 2022 г. Забележителното за тази експедиция е, че двама от членовете ѝ са жени – морският биолог г-р Кариин Шнабел (Kareen Schnabel) от Новозеланския научен институт за водите и атмосферата (NIWA) и г-р Денз Юкинз от Института за дълбоководни науки и инженерство (IDSSE) на Китайската академия на науките (CAS). Техен кавалер и пилот на спускаемия дълбоководен апарат, наречен Human Occupied Vehicle (HOV) Fendouzhe е китайският водолаз Юан Ксин от CAS. За периода на ноември и декември те извършват 22 гмуркания на различни дълбочини от 5747 до 10 000 м. и успяват да вземат множество



Морски звезди от род Hymenaster пълзят по дъното на дълбочина около 7000 м

скални и биологични проби, които предават в съответните институти за изследване.

Освен някои от познатите вече дълбоководни обитатели от Марианската падина, например риби от сем. Морски дяволи (fam. Gigantactidae), морски звезди и морски красавици, в различни хоризонти на Кермадекската падина са наблюдавани и събрани и много нови дълбоководни животни, за които се предполага, че са непознати на науката досега. Подводните изследователи обръщат внимание и на една особеност в разпределението на дънната фауна, която изразяват така: „Докато навлизахме по-дълбоко в падината установихме, че екосистемите на морското дъно стават все по-доминирани от дребни организми, които трябва да бъдат изследвани с помощта на светлинна и електронна микроскопия на сушата. Очакваме, че ще открием много нови видове организми“.

Китайската академия на науките и новозеланският Институт за изследване на водите и атмосферата (NIWA) заявяват, че продължават и тази година съвместните си дълбоководни изследвания в Тихия океан „за по-доброто познаване на околната среда и въздействието, което хората могат да имат върху нея“.

По Live Science

Телескопът „Джеймс Уеб“ откри в Космоса молекула, ключова за възникването на живота

Вася Банкова

Въглеродните съединения изграждат основата на целия познат ни живот и знанията за тяхното възникване са особено важни, за да разберем как животът се е развил на Земята и как потенциално би могъл

да се развие гругаде във Вселената. Ето защо междузвездната органична химия (химия на въглерода) е област на сериозен интерес за много астрономи.

За да разберем как се е появил животът на нашата планета, трябва да разберем химичните реакции, протичащи

Съвсем наскоро списание *Nature* публикува съобщение, че метилов катион (CH_3^+) е наблюдаван за първи път в междузвездното пространство. Откритието идва от мъглявината Орион, най-близката до Земята област на формиране на масивни звезди, и по-специално от протопланетен диск, известен като d203-506. Сред многото млади звезди, образуващи се в огромната мъглявина, тази звездна система показва наличието на метилкатион. Защо това откритие е важно и развълнува учените?

не само на Земята, но и при зараждането на Слънцето, а може би дори и преди това. Звездните „лЮпилни“ като мъглявината Орион са мястото, където протичат някои от тези ключови реакции, формиращи гра-

дивните елементи на живота. CH_3^+ е един от въглеродните йони, които са способни да реагират с груги елементи/молекули и да образуват сложни структури. Тази проста частица има уникално свойство: тя реагира относително неефективно с най-разпространен-

ния елемент в нашата Вселена – водорода, но реагира лесно с други молекули и по този начин инициира растежа на по-сложни въглеродни молекули. В продължение на няколко десетилетия учените са търсили метилкатиона из цялата Вселена поради неговото значение за формирането на сложни молекули, които са в основата на живота. CH_3^+ отдавна е наричан „крайъгълният камък на междузвездната органична химия“.

Международен екип от учени използва космическия телескоп „Джеймс Уеб“ (NASA/ESA/CSA James Webb Space Telescope) и така успя да открие за първи път това въглеродно съединение в космоса. Метилкатион е открит в младата звездна система с протопланетарен диск, на 1350 светлинни години от нас, в мъглявината Орион.

Когато се опитват да наблюдават молекули в протопланетни дискове,

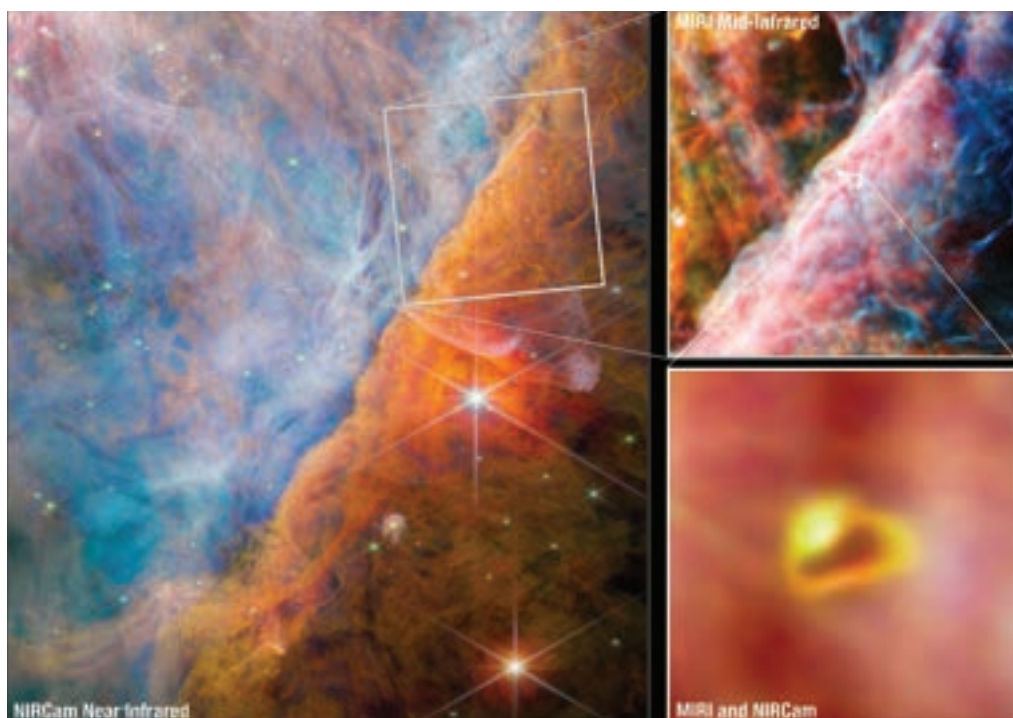
учените обикновено използват радиотелескопи, но метилкатионът не може да бъде открит с традиционните радиотелескопи. Вместо това учените търсят спектралните линии, които CH_3^+ излъчва в инфрачервения диапазон. Тъй като земната атмосфера би попречила на инфрачервените наблюдения, необходим е космически инфрачервен телескоп.

Когато James Webb – най-новият в света космически базиран инфрачервен телескоп – официално започна научни изследвания в средата на 2022 г., използването на революционния телескоп за откриване на CH_3^+ беше начело в списъците със задачи на много учени. Огромната чувствителност на „Джеймс Уеб“ към близката и средната инфрачервена област на електромагнитния спектър му позволява да „вижда“ молекули и структури, които обикновено са скрити от



Част от мъглявината Орион, видяна от близката инфрачервена камера на космическия телескоп „Джеймс Уеб“

Изображение: ESA, NASA, CSA, M. Zamani (ESA/JWST) и екипът на PDRs4All ERS



Различни изгледи на мъглявината Орион от космическия телескоп „Джеймс Уеб“, включително увеличен изглед на звездната система d203-506
Изображение: ESA, NASA, CSA, M. Zamani (ESA/JWST) и екипът на PDRs4All ERS

погледа на телескопите, работещи във видимата и рентгенова част на електромагнитния спектър. Освен това невероятният размер и масивното огледало на „Джеймс Уеб“ му позволяват да види повече от Вселената, отколкото всеки друг телескоп преди него. Тези качества направиха „Джеймс Уеб“ идеалният инструмент за откриване на метилкатион във Вселената.

„Това откриване на CH_3^+ не само доказва невероятната чувствителност на телескопа „Джеймс Уеб“, но също така потвърждава постулираното централно значение на CH_3^+ в междувъздушната химия“, каза спектроскопистката и съавтор на съобщението Мари-Алин Мар-

тин (Marie-Aline Martin) от университета Париж-Сакле (Paris-Saclay University) във Франция.

Резултатите, които са от програмата PDRs4ALL Early Release Science, представят не само представа за химията на тези млади протопланетни системи, но и за физиката на новоизлюпените звезди. Звездата в тази млада система е червено гжудже с маса едва 10% от тази на Слънцето. Цялата система е бомбардирана от мощна ултравиолетова радиация от близките горещи, млади масивни звезди. Предишните очаквания бяха, че тази радиация ще разруши химичните връзки в частици като метилкатиона.

Откриването на метилкатион в млади системи като тази обаче подкрепя достоверността на една алтернативна теория: че ултравиолетовата светлина всъщност дава на елементите в протопланетарния диск енергията за химическата реакция, водеща до образуването на CH_3^+ . Ето как става това:

Ултравиолетовите фотони могат да фотодисоциират молекули като въглероден оксиг (CO) и молекулен водород (H_2), присъстващи в диска. Тези реакции на дисоциация създават силно реактивни видове като свободни въглеродни атоми (C) и водородни атоми (H).

Въглеродните атоми, генерирани от дисоциацията на CO , могат да реагират с молекулен водород (H_2), за да образуват метилови радикали ($\text{CH}_3\cdot$) чрез поредица от химични реакции.

Метиловите радикали ($\text{CH}_3\cdot$) могат допълнително да реагират с групи реактивни видове, присъстващи в диска, като атомен водород (H) или групи радикали. Така, след като метилкатионът се появи, ултравиолетовата светлина позволява също така да се осъществи и по-сложна въглеродна химия.

„Това ясно показва, че ултравиолетовото лъчение може напълно да промени химията на протопланетен диск. То може действително да играе критична роля в ранните химични етапи от произхода на живота“, казва в изявление водещият автор Оливие Берне (Olivier

Berné) от Френския национален център за научни изследвания в Тулуза.

Важно е да се отбележи, че специфичните механизми и пътища за образуване на метиловия катион могат да варират в зависимост от точните условия и състава на протопланетарния диск. Освен това групи процеси като йон-молекулни реакции също могат да допринесат за общата химическа сложност и йонизация на диска.

Тези открития предоставят ценни данни за химичните процеси, протичащи в протопланетните дискове и за потенциалните гравитни елементи за формирането на планетите и техните атмосфери.

Откриването на метиловия катион в Космоса стана възможно благодарение на сътрудничество между астрономи, астрохимици, спектроскописти – теоретици и експериментатори, които комбинираха уникалните възможности на космическия телескоп „Джеймс Уеб“ в космоса с тези на базираните на Земята лаборатории, за да проучат успешно и интерпретират състава на близките части на нашата Вселена и пътищата на еволюцията. ■

По материали на IFL Science, Nature (Berné, O., Martin-Drumel, M.A., Schroetter, I. et al. Formation of the Methyl Cation by Photochemistry in a Protoplanetary Disk. Nature (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06307-x>)

Какво научихме за извънслънчевите планети след година работа на новия космически телескоп „Джеймс Уеб“?

Светослав Александров

Това е особено вярно за изследванията на извънслънчевите планети (екзопланети), тъй като за пръв път притежаваме възможността да изучаваме подробно химичния състав на

техните атмосфери. Доjde времето да направим равностетка – какво сме научили за екзопланетите година по-късно?

Една година е твърде кратък период, за да се даде отговор на най-дългоочаквания въпрос: „има ли някъде живот във Вселената?“. Нека да си представим, че в Галактиката има планета – свършен близък на Земята, която обикаля око-

През това лято ние отбелязахме отминаването на първата от общо 20 години очаквана работа на новия космически телескоп „Джеймс Уеб“ (*James Webb Space Telescope* или *JWST*). Данните, получени до този момент от него, са с високо качество и притежават потенциала да обогатят и разширят познанията ни в различни дисциплини, свързани с космическите науки.

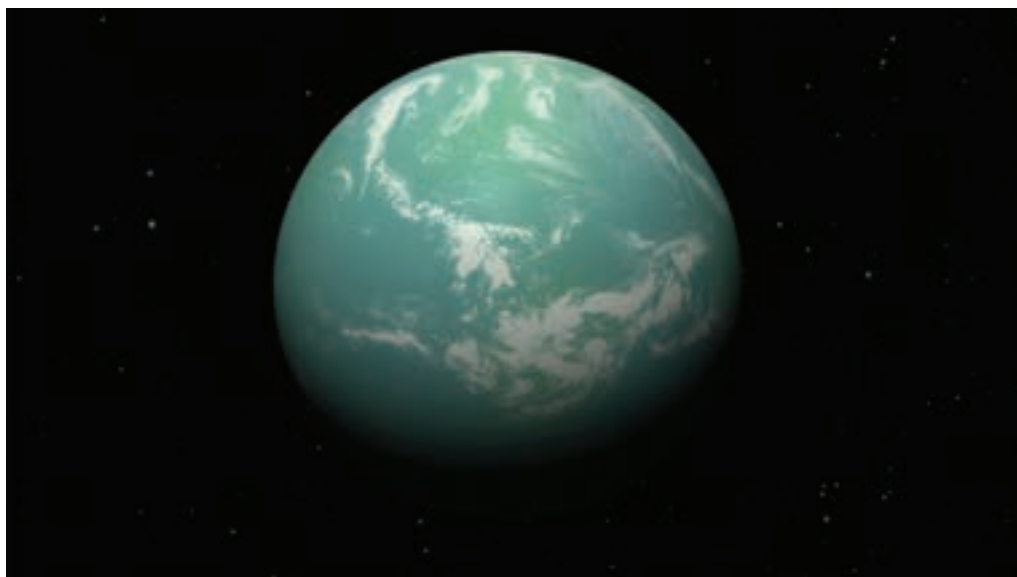
ло звезда – свършен близък на Слънцето на същото разстояние като нашата планета. Понастоящем учените разчитат най-вече на т.нар. пасажан метод, за да изучат извънслънче-

вите планети – когато те преминат пред своята звезда от гледна точка на земния наблюдател и когато звездната светлина премине през планетарната атмосфера, тя променя спектралните си характеристики по начин, позволяващ установяването на атмосферния състав. Но предпологаемата планета – близък на Земята, ще провежда по

един пасаж пред слънцето си веднъж годишно. Това означава, че за да се получи достоверен резултат за тази планета, ще трябва да отминат три години – за едно наблюдение и две повторения.

Но не всички планети са като Земята и не всички звезди са като Слънцето. В астробиологията се използва понятието „обитаема зона“ – това е разстоянието от звездата, позволяващо съществуването на вода в течено агрегатно състояние. Нашето Слънце е звезда от типа жълто джудже, но най-често срещаните звезди в нашата галактика Млечен път са червени джуджета. Звездите от този тип са по-малки от Слънцето, по-студени са и планетите трябва да се намират по-близо до тях, за да попаднат в обитаемата зона, в сравнение с разстоянието Земя – Слънце. Съответно пасажите са по-чести и по-удобни за наблюдаване от телескопи като „Джеймс Уеб“.

Налице са сериозни аргументи в подкрепа на твърдението, че шансът около червените джуджета да съществуват планети, на които е еволюирал живот, да е нисък. Не само обитаемата зона е близко разположена до звездата, което означава, че всяка планета в тази област би била изложена в сериозна степен на нейната активност, но съществуват данни, че периодично настъпват опасни изригвания – в много по-голяма степен, отколкото това е характерно за жълтите джуджета като Слънцето. Също така близостта на звездата с потенциално обитаемите планети би попречила на тяхното околоосно въртене. Предполага се, че съществена част от тези планети винаги са обърнати с едната си страна към звездата и там е вечен ден, докато на другата ще е вечна нощ. Въпреки този основателен скептицизъм, все отнякъде трябва да се положи началото на издирването на



*Планета тип „Суперземя“ – т.е. скалист свят с радиус, по-голям от земния
Изображение: JPL-Caltech*



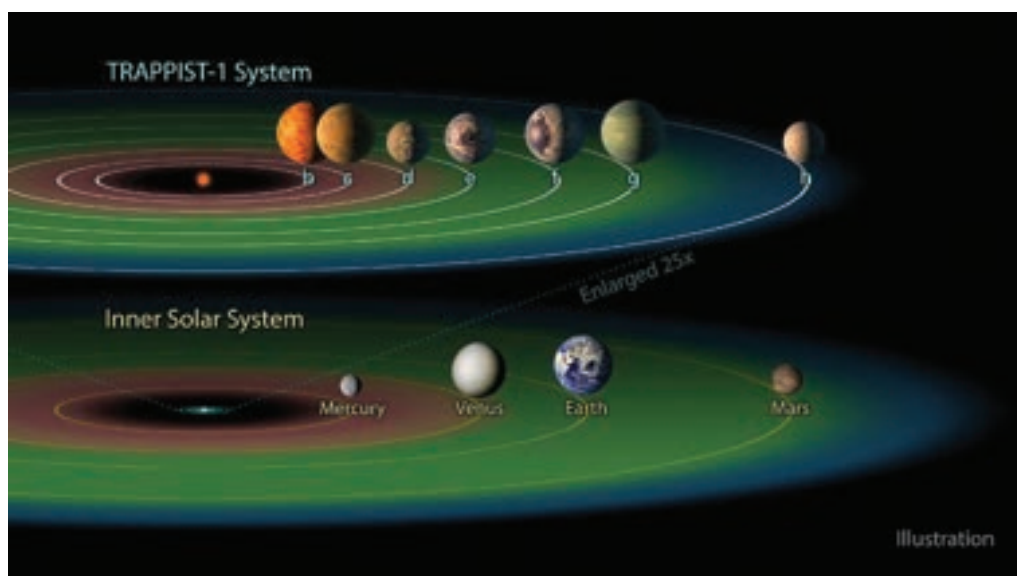
*Червените джуджета са най-често срещаните звезди в Млечния път – среднестатистически 20 от 30 звезди в галактиката са такива
Илюстрация: NASA's Goddard Space Flight Center/S. Wiessinger*

извънземен живот, а червените джуджета и техните системи са сравнително лесни за изучаване, така че е логично да се почне именно с тях.

Една от най-вълнуващите и популярни планетарни системи е системата TRAPPIST-1. Тя е разположена сравнително близо до нас, на 39.46 светлинни години от Земята. Причината, поради която системата придоби такава голяма популярност в медиите е, че това бе първият път, когато учените откриха множество планети, обикалящи около една звезда – общо седем. При това планетите са скалисти, от т.нар. земен тип, а не газови гиганти като Юпитер и Сатурн. Също така три от тях попадат в обитаемата зона и съществуват потенциал да притежават подходящите условия за живот. Самата звезда е малка – размерът ѝ е само 8% от този на Слънцето – типично червено джудже,

а най-външната планета TRAPPIST-1h прави една пълна обиколка около него за 18 земни дни, толкова продължава местната година (за сравнение Меркурий, планетата от Слънчевата система с най-къса година, обикаля около Слънцето за 88 земни дни). Така напълно естествено TRAPPIST-1 стана една от първите системи, които „Джеймс Уеб“ започна да изучава.

Ето какво смятахме за планетите от системата отпреди епохата „Джеймс Уеб“. Предполагаше се, че TRAPPIST-1b, най-близката до звездата си планета, е аналог на Меркурий, а TRAPPIST-1c – аналог на Венера, със сходен на венерианските радиус и маса. Третата планета TRAPPIST-1d се считаше за относителен аналог на Марс, тъй като е с радиус 79% и маса 30% от земните. Четвъртата, TRAPPIST-1e, със своя радиус 91% и маса 77% от земните, бе възприета за ана-



Системата TRAPPIST-1, сравнена със Слънчевата система

лог на Земята. TRAPPIST-1f е особен случай – с радиус 4% по-голям от земния, но парадоксално, със само 68% от земната маса тази планета е истинска загадка. Бе предположено, че е възможно да е воден свят. Тези трите – TRAPPIST-1d, TRAPPIST-1e и TRAPPIST-1f лежат в обитаемата зона около своята звезда, което позволява да се предположи, че на тях може и да има течна вода. Следващата, TRAPPIST-1g, има сходна плътност с тази на Земята и съвсем малко по-голям радиус и се намира по външния ръб на обитаемата зона, т.е. все още има някакъв шанс да притежава течен океан. Последната планета, TRAPPIST-1h, има една трета от масата на Земята и 76% от диаметъра ѝ. Тя обаче е твърде далече от звездата си и вероятно представлява леден свят.

„Джеймс Уеб“ започна най-напред да изучава най-близката до нейното слънце планета – TRAPPIST-1b. Предварителни

те резултати от телескопа съвпаднаха с очакванията – високи температури, достигащи около 230°C и липса на плътна атмосфера, т.е. тя наистина се оказва аналог на Меркурий.

Истинските изненади дойдоха, когато космическият телескоп проведе наблюдения на втората от планетите – TRAPPIST-1c. Оказа се, че на нея няма плътна въглеродна атмосфера – т.е. това не е аналог на Венера, дори и радиусът и масата да са същите. Данните от „Джеймс Уеб“ са съвместими с предположението за планета, която е гола скала без атмосфера, или с много тънка въглеродна атмосфера – по-тънка от тази на Марс.

Макар че все още не са пристигнали данните от трите най-интересни планети, TRAPPIST-1d, TRAPPIST-1e и TRAPPIST-1f, резултатите от проучването на TRAPPIST-1c загатват песимистични сценарии за техните характеристики.



*Илюстрация на TRAPPIST-1c. Изображението е единствено с илюстративна цел – „Джеймс Уеб“ не е заснел нито една снимка на планетите от системата TRAPPIST-1
Image credit : NASA, ESA, CSA, Joseph Olmsted (STScI)*

Отсъствието на плътна атмосфера на TRAPPIST-1c предполага, че тя се е формирала от първичен материал без съществено количество вода. И ако същият материал е участвал в образуването и на трите планети от обитаемата зона, това вероятно означава, че те не притежават нужните компоненти, за да загвият биологичната еволюция. TRAPPIST-1, за съжаление, не се оказва точен аналог на нашата Слънчева система.

На фона на песимизма покрай системата TRAPPIST-1, през месец януари и май телескопът „Джеймс Уеб“ проведе наблюдения на друга планета от груга планетна система. Това е планетата K2-18b, намираща се на 124 светлинни години от Земята и отново обикаляща около звезда тип червено джудже в обитаемата зона. Счита се, че K2-18b получава същото количество слънчева светлина, каквото Земята получава от Слънцето, което загатва за възмож-

ността за наличието на течен океан. Тази планета обаче не е истински аналог на нашия гом – масата ѝ е 8 пъти по-голяма от земната, а радиусът – 2.6 пъти по-голям, поради което K2-18b се класифицира като мининептун.

Резултатите от изучаването посредством „Джеймс Уеб“, публикувани в статия с водещ автор Никку Магхусудхан (Nikku Madhusudhan), свидетелстват, че планетата е богата на метан и въглероден диоксид, но не и на амоняк. Тези характеристики предполагат, че си имаме работа с представител на хипотетичните „хицеански“ планети (терминът обединява две думи на английски – hydrogen – водород, ocean – океан). Или иначе казано, планетата притежава водородна атмосфера и огромен воден океан. Авторите твърдят също така, че резултатите от „Джеймс Уеб“ показват наличието на диметил сулфид, вещество, което на Земята се образува

само по биологичен път, най-вече от микроводораслите, съставляващи фитопланктона в морските местообитания.

Бидейки човек, който работи в сферата на алгологията, тези заключения силно ме заинтригуваха. Но други учени се изказаха скептично относно изводите и призоваха колегите си да подхождат с изключително внимание, когато тълкуват данните от „Джеймс Уеб“. Миналата година изследователят Праджвал Нираула (Prajwal Niraula) от MIT и екипът му установиха, че моделите, които се използват за тълкуването на спектри, не са прецизни. Ето защо дадена група астрономи би могла да използва даден модел и да стигне до заключението, че в атмосферата на дадена планета има 5% водни пари, а друга група да използва друг модел и да установи, че става въпрос за 25%. Ще отнеме време и още много наблюдения на извънслънчеви планети, докато моделите станат доста-

точно точни за качествена интерпретация на данните от „Джеймс Уеб“.

Същото напомни и изследователят Раян Макдоналд (Ryan MacDonald) от Университета в Мичиган, който се специализира в изучаването на спектри на екзопланети, веднага щом излезе публикацията за K2-18b. Ученият призова да се проведат допълнителни независими анализи за тази планета, преди да се направят категорични заключения.

Най-сериозният проблем с проучването на K2-18b касае това дали планетата притежава диметилсулфид в своята атмосфера. Дори и учените все още да спорят за точното съдържание на въглероден диоксид или метан, ясно е със сигурност от данните на „Джеймс Уеб“, че тези съединения действително съществуват на K2-18b, като увереността е съответно 5 σ и 3 σ . Уточнение – колкото по-висока е стойността на σ , толкова по-голяма е вероятността да



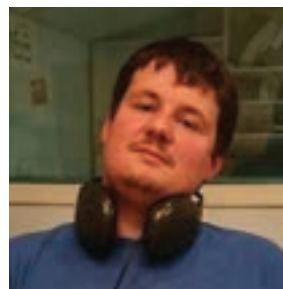
Илюстрация на K2-18b. Изображението има единствено илюстративен характер – „Джеймс Уеб“ не е заснел снимка на планетата

Photo credit : ESA/Hubble

става въпрос за истинско откритие, а не за статистическо отклонение или случайна грешка. Златният стандарт във физиката на елементарните частици е резултат със статистическа значимост 5σ – напр. за откритието на Хигс бозона значението на тази стойност е 0,00003% шанс за статистическа флуктуация. При астрономията, съобщава Макдоналд, стандартът е 3σ .

Установяването на метан в гадена планетарна атмосфера е доста трудна задача – например до ден днешен се спори какво е съдържанието на това вещество в атмосферата на Марс. Фактът, че за наличието на метан в атмосферата на K2-18b, се дава стойност 3σ , показва, че това е достатъчно достоверен резултат – може да сме сигурни, че съединението наистина съществува, а не става въпрос за грешка. Но когато става въпрос за диметил сулфид, резултатът има статистическа значимост 1σ . Според Макдоналд това не е достатъчно добър резултат, за да се твърди, че има диметил сулфид на K2-18b.

Ако откритието се потвърди след анализ на други изследователи и на K2-18b наистина бъде установено със сигурност наличието на диметил сулфид, това ще е сериозна находка. Това все още няма да означава със сигурност, че сме открили чуждоземен живот – да, на Земята съединението се получава само по биологичен път, основно от микроводорасли, но дали е навсякъде така във Вселената? Всички усилия трябва да бъдат впрезнати, за да се потърси дали не съществува някакъв небιологичен път за синтезирането на това съединение – нека напомня, че мининептуните са почти изцяло непознати за учените, и макар и да са най-често срещаните планети в Галактиката, в нашата собствена Слънчева система такъв тип планета няма.

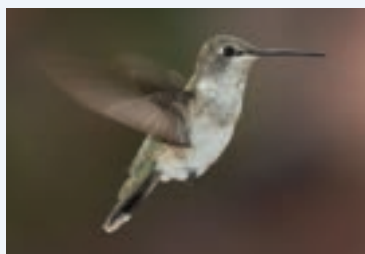


Гл. асистент д-р Светослав Александров работи в ИФРГ-БАН. Неговите научни интереси са в сферата на водорасловите биотехнологии, физиологията на растенията, растителната еволюция и космическата биология.

Живеем в изключително вълнуващи времена. Изминали са само две десетилетия от получаването на първия спектър на атмосферата на извънслънчева планета (планетата HD 209458b, в атмосферата на която през 2001 г. бе установено наличието на натрий). Преди 20-тина години човечеството притежаваше способност да изучава по-подробно характеристиките единствено на газови гиганти, по-големи от Юпитер, които са изключително горещи и обикалят на близко разстояние около своята звезда. Днес вече разполагаме с технологичната способност да изучаваме за пръв път планети с размера на Земята, намиращи се в обитаемата зона около своята звезда. Ние обаче сме още съвсем в началото на това приключение – не само сме далеч до изясняването на въпроса дали сме сами във Вселената, но едва сега се доближаваме до разбирането чуждоземните планети какви атмосфери и повърхности имат. Но важно е следното – за пръв път разполагаме с данни, за да могат учените да разсъждават по тях и да дискутират. ■

Колибри пазят гнездата си под „чадър“ на ястреби

Колибриите са най-гребните и беззащитни съвременни птици. Обитават обширен район на американския континент от Аляска на север до Огнена земя на юг, но истинското им царство са влажните гори около река Амазон-



ка. Днес са познати около 340 вида, които са обединени в отделно сем. Колиброви (Trochilidae) към разряда на Бързолетоподобните птици (Apoiformes). Най-гребният познат вид колибри – *Mellisuga helenae* има дължина на тялото само около 3 – 5 см т.е. колкото една едра пеперуда, а теглото му е едва 1.8 грама! А най- едрото колибри – *Patagonia gigas* едва достига размерите и теглото на едно нашенско врабче. Но независимо от гребните си размери колибриите учудват биолозите с изключителната бързина на техните крилца, които могат да „пърхат“ около цветовете на растенията със скорост до 200 маха в секунда, а сърдечният им пулс достига на моменти до невероятните 1000 удара в минута!

Както всички гребни обитатели на природата и те имат многобройни неприятели и често стават жертва на различни хищници – от гребни бозайници и влечуги до по-едри грабливи птици. Особено уязвими са техните гнезда, които макар и скрити в различни дървета, в почвата или скални теснини, често са обект на нападения от сойки, гризачи, гущери, белки или други хищници. През 2009 г. американският орнитолог проф. Харолд Грийни (prof. Harold Greeney) забелязал и изказал хипотеза, че наблюдавал някои видове колибри, които предпочитали да гнездят в близост до гнездата на ястреби, независимо, че и те са едни от неприятелите им? Това вероятно било от полза за гнездещите птици?

Проверка на тази хипотеза направили в последните години американски и канадски орнитолози, които изследвали по-подробно

гнездовото поведение на широко разпространения вид колибри – *Aristolochus alexandri*, обитаващ юго-западните райони на САЩ от Мексико до Британска Колумбия в Канада. Резултатите са публикувани в

известното научно списание *Sciences Advances* (2023). Оказало се наистина, че колибриите Аристолохус александри предпочитат да гнездят в близост до гнездата на ястреба *Accipiter cooperii*, който се оказал и техен „защитник“. Колибриите не разполагали гнездата си в хоризонталната плоскост с тази на гнездата на ястреба, а винаги на определена височина под неговите гнезда. Когато ястребът е в гнездото си или до него той има обхват на погледа си към земята във формата на конус или чадър, обърнат с върха към гнездото му. Именно в този конус на „безопасност“ колибриите строят гнездата си. Когато белки, сойки или други хищници се насочат към гнездата на колибриите, още преди приближаването им към този конус или чадър, те биват нападени от ястребите и бързо прогонвани далече от гнездата на ястребите и колибриите. Дребните и бързи колибри обаче подхождали към гнездата си по вертикалата под него. Авторите на изследването даже установили, че когато гнездото на ястреба е на височина на дървото от 20 м., то диаметърът на конуса или чадъра на безопасност под него е с площ около 100 кв.м. и гнездата на колибриите имат преживяемост до около 70%, докато при липсата на такава „защита“ тази преживяемост била значително по-ниска – около 19%. Според изследователите, ястребите избягвали нападения на колибриите поради това, че те били твърде гребни жертви за тях и улавянето им било неизгодно и в енергетичен план за значително по-едрите хищници.

По *Live Science* и *Наука и Жизнь*

Луи Пастър – живот, отдаден на науката в полза на здравето и благоденствието на хората

Христо Найденски, Ангел С. Гълъбов

През периода на своето хилядолетно развитие човечеството е минало през най-различни етапи в пътя си към прогрес и усъвършенстване. Много фактори – икономически, социални и други са влияели върху неговия напредък, но най-постоянната, обхватна и неотменна дейност на човека, която го е тласкала напред, е развитието на науката. Тя не само го е подпомагала в борбата с природните стихии, но е създавала и все по-добри условия на живот, на които се радват сегашните поколения.

Измежду многото хора, посветили живота си на науката, малцина са онези откриватели, които с гръзкия си дух са успели да проникнат в дълбините на непознатото и лично да дадат тласък за развитието на човечеството. Те повеждат след себе си и последователи, които продължават да променят облика на планетата и живота на хората. През XIX век се стига до две главни събития в тази област – овладяването на енергията и използването ѝ за нуждите на хората, и победите на човека в медицината, в извечната битка за запазване

на човешкия живот и здраве. Именно в тази област се откроява дейността на Луи Пастър (Louis Pasteur). Пътят му в науката е доста разклонен, но в развитието си напред той е последователен и енергичен. Започва с изследвания и открития в областта на кристалографията, преминава през проучвания върху ферментациите, опровергава наложената тогава теория за спонтанното зараждане, хвърля светлина върху една от най-големите и най-важните области в биологията – науката за микробите, и накрая полага началото на съвременни-



*Луи Пастър (1822-1895)
(фотография от Paul Nadar)*

те имунобиологични проучвания както и практическото им приложение чрез създаването и внедряването на ваксините. Животът му е напрегната и упорита работа десетилетия наред, в която той успява да открие невидимите причинители на човешките страдания. Бил е сякаш прикован към своята лаборатория, в която решава не един проблем на човечеството. Този велик учен успява за краткия си живот да направи епохални открития и да даде нови клонове на науката и в частност медицината.

Луи Пастър се ражда на 27.12.1822 г. в 2 часа през нощта в гр. Дол, областта Юра във Франция, в семейството на кожаря Жан-Жозеф Пастър. Старата камбанария на градчето известява неговото раждане, но с нищо не предвеща-

ва неговата изключителна съдба, която ще донесе нещо ново на света. По това време науката е във възход, но все още има много неясни, неизследвани области. Въпреки, че вече е конструиран първият микроскоп от Антони ван Льовенхук (хол. Thonius Philips van Leeuwenhoek 1632 – 1723, може би тук е мястото да отбележим 300-годишнината от неговата кончина), микроорганизмите все още са непознати. Младият Луи Пастър се ражда сравнително далеч от елита на тогавашното общество, но той е продължител на поколения предприемчиви занаятчии, кожари със селски произход и от тях наследява такива качества като здраво чувство за реалност, предприемчив дух и висока доза недоверие към заобикалящата го действителност, което го кара да обмисля и претегля всеки проблем от всички страни. И не на послед-



Луи Пастър работи в своята лаборатория“, картина от 1885 г. на финландския художник Алберт Еделфелд



Чл.-кор., проф. Христо Найденски е ръководител на департамента по Инфекциозна микробиология към Института по микробиология „Стефан Ангелов“ при Българската академия на науките. Проф. Найденски е зам-председател на Дружеството на българските микробиолози (секция „Микробиология“ към СУБ) и постоянен секретар на Балканското дружество по микробиология.

но място, винаги се стреми получените резултати да имат практическо приложение. Пастър е наследил от пралядо си непримиримост и борбеност, които го карат да завършва всяка започната работа. Семейната среда, в която израства Пастър, е със здрави принципи – неуморен труд от тъмно до тъмно, строга прагматичност във всяко действие, любов и грижовност към децата и жажда за знания и наука. Започнал своето начално образование в Арбоа, Пастър открива в училището своята първа мечта – да стане наставник и да помага на учителите в преподаването. Неговото въображение, което се е развивало не по възрастта му, е правило голямо впечатление още тогава. Луи бил готов да рисува с часове и едва 13-годишен рисува портрет на майка си, който се отличава с удивителна прецизност и майсторство. Следват цяла галерия от портрети, разкриващи изключителна наблюдателност в детайлите, прецизност в изпълнението и голяма търпеливост. През 1840 г. Пастър е вече бакалавър по литература и няколко месеца по-късно е назначен за възпитател в колежа Екол Нормал в Париж, където впечатлява със своята сериозност, задълбоченост и ненаситно желание за учение и съвършенство.



Академик д-р Ангел Гълъбов, д.м.н. е специалист по вирусология. Основател на Балканското дружество по микробиология. Председател на Българското микробиологично дружество. Активен член на International Society for Antiviral Research. Автор на 338 публикации и 39 патента и изобретения. Преподавател във висши училища, ръководител на 22 докторанта.

Първоначално интересът на Пастър е насочен към химията, вероятно слушайки лекциите и почитайки личността на проф. Жан Батист Дюма (Jean-Baptiste Dumas 1800 – 1884), един от създателите на атомната теория. Вероятно още в първите си часове по химия той се влюбва в тази наука, която се ползва с огромен авторитет в Сорбоната и във Френската академия по това време и остава неин пленник през целия си живот. За неговото на тогавашната наука учудващ е проблемът,

който заинтригува Пастър, а именно – защо две химически вещества, привидно твърде близки по строеж и с видимо еднакви физически свойства имат различно действие върху поляризираната светлина? Едва на 22 години, Пастър прави откритието, че различното действие на тартарата и на паратартарата (паравинена киселина) върху поляризираната светлина се обяснява с различния строеж на тези две химични съединения. Двата вида кристали са изоморфни. Пастър докладва във Френската академия своето откритие – загадката на кристалите и молекулната гисиметрия. Той работи и върху проблема за гоморфизма – термин, който дотогава е липсвал в речника на Академията. Следват изследвания върху нови групи химични съединения с еднакъв атомен строеж, но с различни свойства, които откриват нови хоризонти за науката и огромна перспектива за човечеството.

Три години по-късно, на 23.08.1847 г. Пастър защитава и гвете си доктор-

ски тези, които посвещава на своите родители. Тезата по химия е озаглавена „Издирване капацитета на насищане на арсеновата киселина. Изучаване на арсеновите соли на калия, натрия и амоняка“, а тезата по физика е „Изучаване на относителните явления при въртеливата поляризация на течностите за разрешаване на различни въпроси от химията“. В своите тези младият учен изразява идеята, че науките трябва да се подпомагат една друга. Тоест – за да се осветли един химичен проблем от полза е познаването и на физични закони. Защитата на тезите е успешен финал в учението на младежа, като в тях се съдържат ценни идеи, залегнали по-късно в основите на стереохимията. И никога по онова време не може да предполага, че върху този основен камък по-късно Франсис Крик и Джеймс Уотсън (Francis Crick, James Watson) ще построят формулата на дезоксирибонуклеиновата киселина, разгадаваща една от тайните на живота. А когато година по-късно – на 23-ти



Луи Пастър в лабораторията си

октомври 1848 г., се анализира подробен отчет за работата на Пастьор за зависимостта между формите на кристалите, химичния им състав и посоката на въртеливото движение, неговото име вече се произнася с уважение сред академици и учени.

На 1 август 1853 г. Пастьор представя в най-големи подробности своето ново откритие пред Академията на науките – три метода за получаване на рацемична киселина, за което младият учен получава висока награда – Кавалерски кръст на Почетния легион. По-късно, на 9 ноември, Дружеството по фармация в Париж му връчва тържествено наградата за отговор на два въпроса – за произхода и производството на рацемична-

та киселина. Паричната награда е 1500 франка. Това радва съпругата му Мария Пастьор, която има нужда от пари за отглеждането на трите им деца, но половината от сумата Пастьор инвестира в закупуването на необходимите му пособия и материали за лабораторията. Финансирането, което се отпуска, не е достатъчно за работата му в лабораторията. И през целия си живот Пастьор ще отделя от личните си средства, от награди и премии, за да провежда своите изследвания. Едва на 31 години, младият учен е назначен за професор по химия към новия Факултет на науките при Университета на Лил.

И тъй като ученият вече има широка известност, за съдействие към него



Институт Пастьор – първата сграда, построена през 1888 г., в момента музей

се обръща индустриалецът Луи Биго (Louis Bigo), собственик на спиртна фабрика в гр. Лил, който има проблеми в производството на спирт от цвекло. Младият химик четири месеца преди това е подготвял лекции на тема „В какво се състои ферментацията? Явление с тайнствено значение“ и е изучавал въпроса за ферментациите в исторически аспект. Изнася и цикъл от лекции „Индустрия на алкохола от цвеклото“. С тези научни познания Пастьор се заема с желание да реши практическия проблем в дефектния процес на ферментация във фабриката на г-н Биго, разделяйки първоначално процеса на алкохолна и млечна ферментация. Увлечен от процеса на ферментацията той се запитва „В какво се състои ферментацията? Не се ли дължи на някакъв жив причинител, или е дело на нежива природа?“. Химиците до този момент приемат втората версия. На 14 февруари 1859 г. той представя „Нови факти, които ни служат за историята на млечния квас“ като прави извода, че млечният квас се дължи на контакта с атмосферния въздух. С това си твърдение той се докосва до теорията за спонтанното зараждане, която е много модерна през това време. Проучвайки алкохолната ферментация, Пастьор съобщава за съществуването на нисши микроорганизми – „инфузории“, принадлежащи към вида „вибрион“. Втората част от проучването си върху ферментациите Пастьор посвещава на алкохолната ферментация. Той въвежда понятията „аеробиоза“ и „анаеробиоза“ за тези два вида живот, които се наблюдават при низшите организми и които днес ние добре познаваме. Всичко това е в основата на създаването на стройна теория за ферментацията, която отхвърля теорията за спонтанното зараждане. Пастьор доказва, че

прахът в атмосферата съдържа организми, които винаги са готови да растат и да се размножават. Той стига до извода, че „спонтанното зараждане е една химера“. Тези изследвания имат и друго огромно значение – те са в основата на съвременната микробиологична техника, свързана с използването на изкуствени хранителни среди, режими на стерилизация, микроскопската техника и др. Микроскопът е въведен във всяка дестилационна фабрика, а неговият личен микроскоп сега се пази като ценен исторически експонат в музея на Университета на гр. Лил.

Успоредно със своите проучвания за „спонтанната генерация“ Пастьор се интересува и от оцетната и винената



*Последният личен микроскоп на Пастьор.
Витрина в Музей на Пастьор в Париж*

ферментация. През 1861 г. той предлага нов индустриален начин за производство на оцетна киселина, като открива във ферментиращи вина наличието на микроорганизъм, наречен от него Микодерма ацети (*Mycoderma aceti*). Заема се и с въпроса за болестите по виното (1864 г.). Изучавайки под микроскоп различните причинители на тези болести, той описва различни по форма и свойства „паразити“, отговорни за всяко заболяване и предлага различни методи за тяхното унищожаване и съответно за предотвратяване развалянето на вината, за тяхното запазване и консервиране. Въвежда метода на загряването с цел унищожаване на тайнствените „ферменти“ и „паразити“, известен днес като *пастьоризация*. Анализирайки задълбочено своите резултати, Пастьор създава стройна теория за ферментацията, която му донася широка известност сред целия научен свят на Франция и Европа.

Още докато изучава ферментациите Пастьор открива, че микроорганизмите могат да причиняват и заразни заболявания. И макар да не е биолог или лекар, той стремително се насочва и прониква в непознатата за него патология и болестни състояния при човека и животните. Започва се с проблемите на копринената индустрия, която е една от най-важните по онова време за Франция и търпи огромни загуби от неизвестна (разпространяваща се в цяла Европа) болест по коринените буби. Като признава пред себе си „аз никога не съм докосвал и една копринена буба“, през 1866 г. Пастьор започва изследвания върху новото предизвикателство. Задълбочените му проучвания в продължение на около пет години доказват, че болестта пембрина (нозематоза) се развива най-напред в какавидата и пеперудата, като заразя-

ването на бубите става чрез храната и дава ценни препоръки на производителите как да прекъснат разпространението на заболяването. Изучавайки пембрината, Пастьор открива и друго заболяване, наречено от него „флашерия“ – болест на червата, при която бубите омекват, стават черни и придобиват характерна кисела миризма. Така той за първи път проучва заразно заболяване сред животинското царство, изследвайки процесите на заразяване, начините за пренасяне на заразата и ролята на терена. Той предлага на производителите метод на селекция на женските и мъжките екземпляри и унищожаването на тези, които съдържат „телца“, за да се запазват само зравите, както и техните яйца. По такъв начин Пастьор създава метода на презрадите или клетките (*grainage cellulaire*), при който всяка пеперуда, какавидата или буба се наблюдава отделно под микроскоп. Резултатите от тези изследвания са не само основополагащи за профилактиката на тези заболявания и спасяването на бубарството в цяла Европа, но и са реално предимство към други науки, които го привличат – заразните заболявания при по-висшите животни, при това без да има ветеринарномедицинско образование. Силно привличан и от физиологията на висшите животни и човека, „малко неясна“ наука за онова време, Пастьор получава подкрепата на Наполеон III за създаването на Лаборатория по физиологична химия към Екол Нормал (1867 г.), която той ръководи. И това става в момент, когато получава два тежки удара на съдбата – смъртта на баща си и на двегодишната си дъщеря Камила. Едва на 46 г., когато е в разцвета на своя живот и творчество, Пастьор е сполетян от нова беда – получава мозъчен инсулт с парализа на лявата част от тялото му.

Макар и измъчен физически, той е със запазен дух, воля, интелект,и желание за работа и научно творчество.

И скоро ученият ще започне ново проучване, продиктувано и от патриотизъм. Той решава да отмъсти на немците за поражението във войната от 1871 г. като подобри качествата на френската бира и ги конкурира на международния пазар. Първоначално посещава много бирарии, разговаря с работниците за начина на производство и обръща внимание дори и на най-малките подробности, които биха имали значение за потъмняването на бирата, за неприятния вкус, промяната в консистенцията и развалянето на напитката при дълъг транспорт. Разграничавайки пивоварната практика от тази на виното и различните процеси на ферментация Пастър прави редица препоръки към производителите на бира – на първо място да се снабдят с микроскоп за контролиране на технологичния процес. Предлага загряване на бирата до 55 – 60 °C като важно условие за получаване на здрава и с отлични вкусови качества бира. Тези важни препоръки се базират на заключението на Пастър, че влошаването на качествата на бирата се дължи на различни микроорганизми, които биха могли да се внесат отвън чрез маята, замърсения въздух, инвентара и др. Така в продължение на 3 години (1871 – 1873) той получава 3 патента за производство на бира, апаратура за консервиране и стабилност на бирата, позволяваща транспорт на големи разстояния. Увенчано е с успех още едно проучване, поставящо на научна основа една нова индустрия, пробираща си път в международните пазари. Освен финансовия успех за Франция, за Пастър е важен и престижът, идващ от марката на продукта и етике-

та „Направено във Франция“ (Fabriqué en France).

През 1873 г. в живота на Пастър има радостно събитие – той е избран за член на Медицинската академия с ожесточена борба – избран е само с 1 глас мнозинство. От това време датира и кореспонденцията му с големия английски хирург сър Джоузеф Листър (Joseph Lister, 1827 – 1912), който постига високи успехи в своята хирургична практика с прилагането на методите на Пастър за унищожаването на вредните микроорганизми. В основата на антисептичния метод (назован така от Листер) е залегнала теорията на Пастър за борба и премахване на болестотворните причинители. Методът има огромно значение за прогреса на хирургията и за намаляване на голямата смъртност в хирургичните и рогилни отделения. Много са въпросите, пред които Пастър се изправя, наблюдавайки тези тревожни тенденции. Дали причинители на рогилната треска и на гнойните рани не се намират във въздуха, върху инструментите или върху ръцете на персонала? Пастър съзнава, че това е въпросът, който следва да се разгадае. За целта той навлиза в лекарските среди, които първоначално се показват доста недружелюбни, но по-късно сред тях той намира най-добрите си приятели и последователи. Убеден в силата на своите резултати Пастър влиза в остри дискусии за причините на рогилната треска и разпространението ѝ в клиниките по акушерство. При един доклад на д-р Хервieu (Dr. Hervieux) в Медицинската академия, Пастър излиза на черната дъска и рисувайки броеница от зрънца казва: „Е, добре, нека Академията ми позволи да ѝ представя опасния микроб, на който аз в този момент отдавам способността да причинява тази

треска“. Тази негова броеница от зрънца е страшният стрептокок, причиняващ родилната треска по това време. Пастър, който няма „честта“ да бъде хирург, предлага унищожаване на всички микроби, за да могат болните да отидат без страх на операционната маса, а хирурзите и акушерите да работят спокойно и уверени в благоприятния изход на манипулациите.

Друго предизвикателство по онова време за Франция и редица други страни е опасното заболяване Антракс, известно още като синя пъпка, сибирска язва и др. То занимава много учени, за него възникват различни теории и спорове, но всичко е неясно и объркано, с изключение на изхода – заболелите животни умират и стагата се унищожават. През 1877 г.

Пастър започва работа върху заболяването като първоначално успява да го пресъздаде, инжектирайки кръв от заболяло на здраво животно. Той прави първото описание на заболяването, както и доказва наличието на бактерии, които се развиват в кръвта на заболелите животни. Неговите публикации по темата вече предизвикват голям интерес и през 1878 г. министърът на земеделието и търговията му възлага да направи отчет за „Причините и профилактиката на антракса в департамента Йор в Лоара“. В него Пастър предлага на животновъдите конкретни профилактични мерки – да премахнат условията за нараняване на животните, да обърнат внимание на храненето (храната да не бъде много суха и запрашена), трупове-



Луи Пастър, ваксиниращ овце срещу антракс в Пуи-ле-Форт. Графика, Огюст Андре Лансон, Illustration, 1881

те на умрелите животни да се заравят далече от оборите. Заедно с г-р Емил Ру (Émile Roux, 1853-1933) и Шарл Шамберлан (Charles Chamberland, 1851-1908) той установява, че бактериите могат да се размножат в почвата и да се съхраняват там дълги години. Те правят заключението, че нито изораването и жътвата, нито времето са унищожили бактериите и спорите на антракса. Базирайки се на тези изследвания, ученият поставя с цялата си сериозност въпроса за изгаряне на трупове на умрелите животни. След многобройни опити за култивиране на причинителя в кокоши бульон на температура 42 – 43°C Пастьор прави важен извод, който го довежда до голямото откритие – метода на ваксинацията. Той казва: „Значение сме в състояние не само да намалим вирулентността, но очевидно и да я спрем напълно чрез прост метод на отглеждане в изкуствена култура“. В тези свои опити, той постоянно мисли и за своите колеги, на които казва „трябва да се пазим от заразните болести, чиято вируси ние култивираме“.

След няколко години наблюдение и опити, убеден в логиката на своето мислене и резултати, Пастьор решава да направи публична демонстрация на ваксинация против антракс. Присъстват лица от всички съсловия – сенатори, депутати, ветеринари, лекари, аптекари, агрономи, журналисти и др. Пастьор предварително обявява резултатите, които се потвърждават напълно от експеримента! Всички са във възторг и изумление – няма вече някой, който да не вярва в успеха на ваксинацията. От този момент животновъдите убедено започват да ваксинират своите животни, като по този начин драстично намаляват загубите от тази страшна болест, а животновъд-

ството във Франция, а по-късно и в целия свят е спасено.

През 1879 г. Пастьор открива причинителя на холерата по кокошките и създава ваксина срещу това заболяване. И тук той процедира по познатия начин – изолира най-напред причинителя в чиста култура, създава подходяща хранителна среда, за да го култивира и наблюдава под микроскоп и възпроизвежда инфекцията експериментално като инокулира животните с чиста култура от изследвания микроб. В случая с холерата по птиците Пастьор създава кокоши бульон, в който култивира причинителя. Всички инжектирани с чиста култура кокошки умират от заболяването. При един от опитите една кокошка, ваксинирана със „старата култура“, гатираща от няколко дни, не се разболява, което силно изненадва Пастьор. Той решава и след няколко дни инжектира същата кокошка с вече смъртоносна култура. Обстоятелството, че тя остава незасегната му дава основания да счита, че тя вече е „ваксинирана“ след първото инжектиране на културата, т.е. от смъртоносен микробът е станал профилактичен. И тук ученият прави гемонстративен експеримент, който остава завинаги в анализите на науката по своята оригиналност.

През 1880 г. Пастьор е избран за член на Ветеринарното дружество, за работите му по болестта холера по кокошките и създаването на ваксина. Ученият за първи път говори за имунитет при заразните заболявания – въпрос, основополагащ за търсенето на ваксини, приложими при животните и хората. През декември на същата година започват и първите проучвания на Пастьор върху бяс – заболяване, при което всички ухапани от бясно животно хора и животни, са умирали. Първоначално Пастьор

описва подробно като истински лекар симптомите на заболяването. Той съобщава, че болният има страх от вода и течности, от светлина и блестящи предмети. Оплаква се от силно главоболие, от спазми в гърлото и от конвулсивни движения при най-малкото въздушно течение. След изследване на слюнка и кръв от 5-годишно дете, починало след ухапване от бясно куче, ученият заключава, че причинителят е невидим с микроскоп. По аналогия с изследванията си върху антракса и холерата той си задава въпроса „Не може ли да му се въздейства и да му се намали вирулентността?“. Следват дълги проучвания за изолиране на причинителя и експериментално възпроизвеждане на заболяването без надеждни и окуражителни резултати. Става ясно обаче, че „седалището на вируса на бяса е не само в слюнката. Притежава го и мозъкът и то със същата вирулентност“. За да докажат, че болестта може сигурно да бъде възпроизведена, Пастър и сътрудниците му са правили трепанация на черепа и са вкарвали вирусна култура директно в мозъка. Резултатите са винаги положителни, а изходът – летален. Започват и методични опити за търсене на подходи за намаляване на вирулентността на вируса на бяса. В продължение на 4 години учените установяват, че вирулентността може да се намали чрез пасиране на вируса от един вид животно към друг, например от куче на маймуна, на заек или на морско свинче. Използвайки именно тези два подхода (експериментално заразяване след трепанация на модел зайци) в продължение на 3 години и след 90-я пасаж е получен атенюиран вирус, който може да предпазва кучета от бяс. По повод на този случай неговият съвременник Пол Берт казва „гениалността при Пастър – това е търпението“.

Въпреки, че Пастър не успява да наблюдава вирусите в полето на своя микроскоп, той експериментално доказва, че причинителят на бяса може да бъде получен в чист вид от мозъка на животно, умряло от бяс. Същият вирус може да бъде отслабен и чрез последователни пасажи на лабораторни животни и чрез допълнително изсушаване на въздух. Полученият в резултат на 100 пасажа върху зайци вирус е наречен „вирус фикс“ и има трайна и гарантирана слаба вирулентност. Ваксината, получена от този вирус, трябва обаче да се прилага на кучета веднага след ухапването, още преди той да е достигнал и атакувал нервните центрове и преди да са се развили първите симптоми на болестта. Остават огромните съмнения, колебания и страх, когато този вирус трябва да се приложи за първи път и на човек. А този момент идва и Пастър трябва да реши дали да приложи своята ваксина и върху човек, рискувайки цялата си кариера на учен. През целия си съзнателен живот Пастър има много и от всякакъв вид прояви на смелост и гързост. Винаги е бил готов да предизвика на научен дуел и най-силните си противници, но изпаднал в нерешителност пред едно малко, уплашено и заплашено от смърт момче. При него бил докаран 9-годишният Жозеф Мейстер от Елзас, нахапан силно от бясно куче. След дълги и оживени дискусии Пастър, д-р Вилпиан и д-р Гранше решават да се започне с ваксинацията – иначе смъртта е сигурна. Прилагането на ваксината тогава е единствен шанс за оцеляване на ухапаните пациенти. И рискованата стъпка е направена на 6 юли 1885 г. Напрежението след инжекцията е било голямо, екипът преживял безсънни и мъчителни нощи. Правят се нови инжекции – за 10 дни общо 13, а на 16 юли се слага последната инжек-

ция с мозък от заек, изсушаван само един ден. Момчето се чувствало добре и след три месеца и три седмици идва триумфът на Пастър – детето е спасено от страшното смъртоносно заболяване!

Вторият случай е с млад овчар от областта Юра, който е ухапан тежко от побесняло куче. Шест дни след ухапването, той намира Пастър в лабораторията му на улица Юлм и моли да го лекува. Трознат от младостта на овчаря, Пастър се съгласява и прилага ваксината. Лечението трае около 4 месеца – овчарят оздравява и се връща при стадото си! Последва ваксинация на 19 руснаци, изпратени от губернатора на Смоленск, ухапани от побеснял вълк, пристигат грузи 350 от Англия, Италия и дори от далечна Америка, които буквално загръстват лабораторията. Тези и други резултати имат небивал отзвук – методът на Пастър бързо си пробива път в Русия, Австрия, Италия и гр. страни. Този успех запалва небивал ентузиазъм в силата на науката, особено сред младите хора. Отвсякъде пристигат благодарствени писма. На едно от тях пише само „На този, който прави чудеса“. Успоредно с изследванията си върху бяс, Пастър работи и върху червенката по свинете и холерата при хората, причинителят на която се открива от Роберт Кох.

Когато на 1 – 2 март 1886 г. Пастър докладва пред Академията на науките и Медицинската академия своите методи и наблюдения за предпазване от бяс, той отправя и апел „Време е да се създаде заведение за ваксинация срещу бяс“. И това е първата крачка – след време ще бъде изграден голям институт, който ще стане лидер в борбата със заразните заболявания и ще има много филиали по света. Мечтата на Пастър да се изгради център за научни изследвания и



Жозеф Мейстер – първият човек, излекуван от бяс чрез ваксина

ваксинации се събъдва – на 14.11.1888 г. е тържественото откриване на института. Присъстват президентът на републиката, министри, дипломати, членове на Академията на науките, на Медицинската академия, на ветеринарното сдружение, приятели и граждани. Произнасят се речи, пълни с почит и уважение към Пастър, отдал своята енергия и посветил целия си живот на науката, на обучението на своите ученици и на спасението на човечеството от заразните болести. Задачите, които Пастър вижда поставени пред института, изразява по следния начин: „Нашият институт ще бъде същевременно и диспансер за лечение срещу бяс, център за проучване на инфекциозни болести и център за обучение в областта на мик-



Колекция с ордени и медали на Пастър. Витрина в Музея на Пастър в Париж

робите. Вълнението на учения е много силно – той дори не може да прочете грижливо подготвената си реч. Прочита я неговия син Жан-Батист Пастър.

Многобройните му задължения, работата, голямото напрежение и непрекъснатите борби подкопават неговото здраве. В един топъл съботен ден, след обяд в 4 часа и 40 минути на 28.09.1895 година Пастър умира, заобиколен от своите близки, сътрудници и ученици. Последните думи на великия човек, завещаени за бъдещите поколения са: „Трябва да се работи“.

Заслугите на Пастър са забелязани и добре оценени във Франция и той е от малкото гениални хора, които са могли приживе да вкусят плодовете на своя труд и да им се радват. През октомври 1878 г. той получава титлата „Велик офицер на почетния легион“. Това го изпълва с гордост, защото Пастър държи на почестите, които са заслуже-

ни. По-късно, през 1881 г. той получава Големия кръст на Почетния легион, а на 8 декември е избран за член на Френската академия с 20 гласа от 33.

Неговите теории тържествуват. Той е победител – побеждава чрез науката. Той не мисли за нищо друго, освен да освободи човека от окръжаващите го бедствия. Ученият се обръща към своите сътрудници с думите: „Този ентусиазъм, който Вие имате от първия час, пазете го скъпи сътрудници, но му дайте един неразделен спътник – строгият контрол. Не напредвайте в нищо, което не може да бъде проверено по прост и решителен начин. Имайте култ към критичния дух“.

Отдавайки почит на този неуморим човек и неговите открития, ние и днес се възхищаваме на изключителната му воля и упоритост, на дълбочината на неговите мисли и идеи. Свидетели сме и на развитието на делото му, което

постоянно се разраства с нови клонове на микробиологията и другите биологични науки. Школата на Пастър включва все повече ученици, последователи и привърженици в цялата планета. Това е благодарение на основната му идея – науката да служи на човека. Да се търсят опасните за човешкия род микроорганизми и да се унищожават. Да се търсят изворите, които дават началото на човешкия живот и подобряват неговата продължителност и качество.

И за днешното поколение учени, звучат много актуално думите на Пастър: „Млади хора, доверете се на тези сигурни и мощни методи на науката. И вие, каквато и да бъде вашата кариера, не се оставяйте да бъдете обхванати от черния и безжизнен скептицизъм, не се обезкуражавайте в тежките часове, които минават над една нация. Кажете си най-напред: Какво направих аз за моето образование? По-късно, когато вие напреднете: Какво направих за моята страна? До момента, когато може би



Паметник на Пастър в Париж

ще имате голямото щастие да мислите, че с нещо сте допринесли за прогреса и за благо на хората. И да бъдете в състояние да кажете: аз направих, каквото можах.“ ■

Научете нещо повече за живота на великия учен – книги за него

Китова, В. Луи Пастър – към изворите на живота. Наука и изкуство, София, 1979
 Монеф, В. Бележити учени в борбата със заразните болести, Спайс Вижън, 2018.
 Paul Langevin, Pasteur, le savant et l'homme, La Pensée, 1945
 Feinstein, S. Louis Pasteur: The Father of Microbiology, Enslow Publishers, Inc., 2008
 Hook, Sue Vander. Louis Pasteur: Groundbreaking Chemist & Biologist, Minnesota, ABDO Publishing Company, 2011
 Patrice Debré, Louis Pasteur, coll. «Grandes Biographies», éditions Flammarion, 1993,
 Dubos R. J. Louis Pasteur Free Lance Of Science. – Sixth ed. – Boston: Little, Brown and Company, 1950

Символът „Неразделни до смъртта“ – кой е той?

Васил Големански

Този символ всъщност е прогукт на природата и в него действително има съвместно съществуване на два вида морски живи организми, обитаващи японското

крайбрежно гъно на Тихия океан. В случая се касае за един типичен пример на т.н. мутуалистична (взаимна) симбиоза между два биологични организма, която японският народ е познавал отгавна и не случайно е възприел като символ на вечната любов в традициите си.

Единият от тези морски организми е представител на огромния тип на водните гъби, известен в науката като тип Spongia или Porifera. Водните гъби са богат на видове животински тип (около 10 000 вида, познати досега!) нисши или примитивни безгръбначни животни, обитаващи главно гъното

В Япония е запазен един особен обичай, в който основна роля имат две симбионтни животни. По време на сватба на младоженците се дава като подарък малка прозрачна „кошничка“, в която за вечни времена са затворени две морски скариди. Обикновено го смятат за символ на „Вечна любов“, но е познат и като „Неразделни до смъртта!“.

на топлите океани и морета. Малко видове живеят и в сладки континентални води, включително и в България.

Да припомним, че според зоологията, водните гъби са сред

най-просто устроените, древни водни животни, чието тяло има обикновено формата на ваза, изградено само от 2 пласта клетки – външен или защитен (ектодермален) и вътрешен или ентодермален. А между тях се намира сравнително тънък безструктурен пласт, наречен мезоглея, в който има разнообразни клетки, които изпълняват и различни функции, осигуряващи биологичното съществуване на тези прикрепени към различни подводни обекти организми – хранене, размножаване, леки движения, изграждане на защитен и опорен скелет на гъбите, проводимост при дразнене и пр.

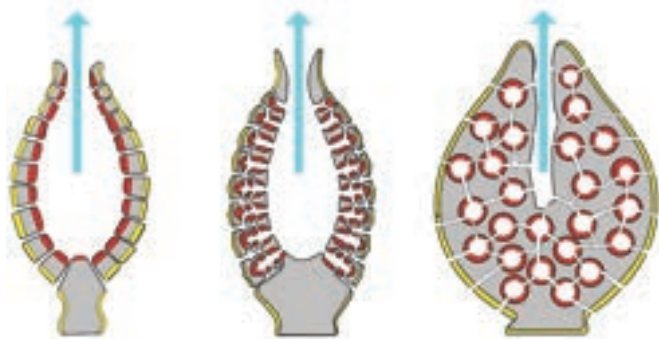
Вътрешната празнина на тялото, затворена между двата пласта клетки и мезоглеята се нарича оскуларна или парагастрална празнина и тя е отворена към външната среда чрез един отвор на горния край на тялото, наречен оскулум. Интересна особеност за водните гъби е, че ентодермалният пласт, който покрива вътрешната страна на оскуларната празнина, е изграден от специални клетки с прозрачни фуниевидни якички и подвижни камшичета, които са наречени хоаноцити. А по външния, ектодермален пласт има множество отворчета и тесни каналчета, които позволяват навлизане на водата от външната среда през мезоглеята в оскуларната празнина на животните.

Друга важна особеност при водните гъби е наличието в мезоглеята и на специализирани клетки – склеробласти, които са способни да извличат от водата минерални вещества и да образуват вътрешен опорен скелет на гъбите, представен най-често от органично вещество – спонгин и множество скелетни минерални излчици от калциев карбонат (CaCO_3) или силицев двуокис (SiO_2). Този опорен скелет изгражда и поддържа изправено във водната среда тялото на животните.

В големия тип на водните гъби съществуват 3 основни типа на постепенно усложняване на външната морфология и вътрешния строеж на тялото. То се изразява главно в увеличаване на



Група от Венерини кошнички (Euplectella aspergillum) върху скалистото морско дъно



Схематични прерези през тялото на различни видове водни гъби, илюстриращи усложняването на вътрешния строеж на водните гъби

каналната система за циркулацията на водата с хранителните вещества през телесната празнина и оскулума, на броя и разположението на хоаноцитите като основни хранителни елементи, на минералния състав и разположението на спикулите като структурни елементи и др. Това усложняване, показано схематично по-горе, е използвано от зоолозите за по-подробно разработване на таксономичната класификация на големия тип на водните гъби.

След така представеното кратко описание на устройството на водните гъби е по-лесно да разберем и протичането на основните жизнени процеси при тях – дишане, хранене и размножаване,



Преден (горен) край на Венерина кошничка със затворен оскулум от силициеви спикули

както и на любопитния факт за обявяването им за символ на „вечната любов“ в японската традиционна култура.

Известно е основното правило в биологията, че за да съществуват организмите, те трябва да гишат, да се хранят и да се възпроизвеждат. А при водните гъби това се осъществява чрез постоянно навлизане на вода от околната среда на гъбите по каналите през стените на тялото им, чрез преминаването на тази вода през телесната (оскуларната) празнина и изхвърлянето ѝ отново навън през отвора (оскулума) в горния изправен край на тялото. Това става с помощта на активното движение на безбройните камшичета на клетките (хоаноцитите) от вътрешния ентодермален пласт на животните, които увличат водата от околната среда в тялото на гъбите през каналната система в стените на тялото и отново я изхвърлят през оскулума. В тази поета и циркулираща в тялото на

гъбите вода от външната среда живеят и се срещат и безброй микроскопични и дребни едноклетъчни и многоклетъчни организми – протозои, микроводорасли, микроскопични червеи, яйца и ларви на водни животни и др.), които неуморните камшичета насочват през техните якички към ентодермалните клетки, а те от своя страна улавят и смилат поетите микроорганизми, навлезли в телесната празнина на гъбите. Чрез такава постоянна и сигурна циркулация на водата от външната морска или сладководна среда, богата на кислород и хранителни вещества, се поддържа жизнената дейност на тези примитивни, но всъщност доста сложни организми.

При един вид от множеството морски водни гъби, неизвестно кога в процеса на неговата еволюция, в оскуларната му празнина навлизали и дребни морски животни от различни таксономични групи, които били доста едри, за да бъдат уловени и поети за храна от хоаноцитите на гъбата. Те се чувствали добре защитени в тази макар и ограничена телесна празнина от външни хищници и неприятели и намирали достатъчно храна в постоянно циркулиращата вода през тялото на гъбата.



Така изглежда при силно увеличение здравият силициев скелет на Венерината кошница

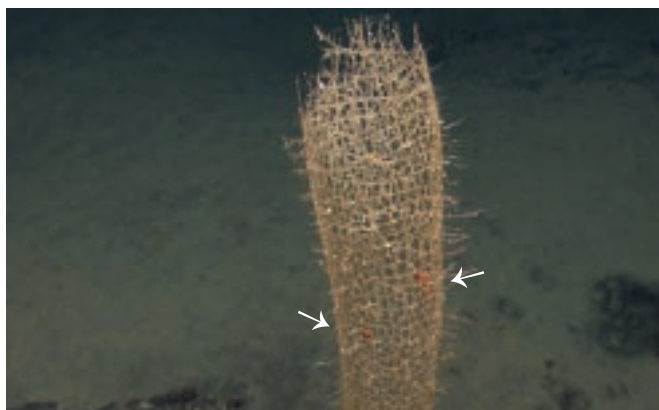


Скарида от рода *Stenopus*, която често се открива затворена във Венерините кошници

Тазу морска гъба имала чудесна форма на малка прозрачна ваза и често оказвала гостоприемство и на едни гребни скариди, които навлизали най-често в нея през оскулума на горния край на тялото. Нейните стени били здрави и надеждни, изградени и защитени от хиляди прозрачни силициеви иглички (спикули), които след достатъчно нарастване на животното затваряли и нейния отвор или оскулума към външната среда. През 1881 г. била по-подробно изследвана от нейния откривател – английският учен Ричард Оуен (Richard Owen) и получила научното име *Euplectella aspergillum*, но днес е много по-широко известна с популярното си име *Венерина кошница*. Тя живее прикрепена към океанското дъно, има цилиндрично и разширяващо се към върха тяло и обикновено достига на височина между 10 и 30 см., но са намирани единични екземпляри и с височина до 1.30 м. Живее на значителна дълбочина под повърхността на океана – от 100 до 1000 м., но предпочитаните ѝ местообитания са скалистите райони на дълбочина до около 300 м. Способността на живот-

ните да обитават на такива големи дълбочини се дължи на техните здрави силициеви иглички (спикули), изграждащи опорния им скелет.

Между многоклетъчните морски организми, които често навлизали и намирали убежище в телесната (оскуларната) празнина на Еуплектела, били и едни червено обазгени гребни скариди от сем. Stenopodidae. Някои от тях навлизат още като новоизлюпени ларви през каналната система на гъбата, а други навлизат и на по-късен етап като възрастни скариди – през оскулума на животните. Но с нарастването на гъбата този отвор на телесната празнина също се затварял от гъста мрежа от спикули и гребните скариди оставали завинаги затворени, но и добре защитени от хищници и неприятели в телесната празнина на Венерината кошница. Макар и пленени до края на живота им, те имали винаги достатъчно пресен кислород чрез циркулиращата през каналната система на гъбите вода, а намирали и достатъчно храна от внесените с водата микроскопични планктонни организми. От своя страна, като замяна на услугата, скаридите по-



Две „вечно“ затворени червени скариди в прозрачното тяло на Венерина кошница

чиствали вътрешността на телесната празнина на гъбите и също се оказали полезни за своя гостоприемник. Някои зоолози считат, че гъбите вероятно усвояват и някои от отпадните продукти от храненето на скаридите. Независимо, че навлезлите във Венерината кошница скариди били осъдени да останат доживотно в новия си стъклен дом, те се размножавали успешно, а снесени-

те от тях яйца и ларви могли да напускат родителския дом и да разселват вида с излизащата вода през каналната система на гъбата в целия океан. Хм... ето че и на морското дъно „храмът на любовта“ може да се превърне във „вечен затвор“, както понякога се случва и в живота на хората. Но за Природата важно е не личното щастие, а продължаването на вида. ■

Традицията на хората и симбиозата на животните

Японският народ е тясно свързан с морето, добре е познавал странното и взаимополезно съжителство между двата морски организма и е намерил основание то да бъде почитано и като символ на „Вечната любов“ в човешки смисъл. Така Венерината кошничка и „нейната“ скаридена гвойка

е попаднала в сватбената церемония, която заема твърде важно място в живота на всяко отделно семейство, но в по-общ план е съществена и за културата и традициите на цялото общество. Не е ясно кога и как тя е попаднала в ритуалността на „най-щастливия ген“.



Днес брачните церемонии в Япония съчетават елементи от древни традиции с модерно влияние, а ритуалите могат да бъдат шинтоистки, будистки, или християнски

Двете „влюбени“ скаринки, заедно със „стъкления им дом“ съжителстват с други животни и растения в японската брачна обредност. Сватбата започва с годеж, който винаги включва размяна на подаръци. Все повече това са просто пари (*гошуги*), в специален плик (*шугибокуро*), украсен с декоративно злато или с метална лента, завързана по специален начин.

Традиционно обаче сред подаръците има и по-красиви неща с по-сложни послания. Такъв подарък е *Сурум*, който всъщност е изсушен по особен начин калмар. Той има и прагматичен смисъл – може да бъде запазен годеж за консумация дълго време, това може би някога е имало значение и като последен хранителен резерв за младото семейство, но днес в церемонията е пожелание младите в живота си никога да не изпитват недостиг на храна.



Сушените по специален начин калмари са трайна храна, но и сватбен подарък, който носи пожелание за благоденствие



Сватбените подаръци носят традиционното японско изкуство, дори и когато са просто плик с пари

Добър символичен подарък е и *Кобу* (сухи кафяви водорасли). Той е пожелание за щастие, а връзката е, че в японския език думата *кобу* е и нещо като възкликание и израз на щастие.

По принцип в днешната сватбена церемония в Япония се практикуват елементи на три световни религии – шинтоистка, будистка и християнска, като изборът на младоженците е свързан не толкова с личната им религиозност, колкото с предпочитание към ритуали, като понякога редуват различни церемонии или съчетават елементи от тях по собствен избор. Разбира се, в модерната държава бракът може да бъде узаконен и само с един бюрократичен акт, но този досаден вариант се избира от малцина. Традицията все пак си остава не само по-емоционална и по-впечатляваща, но и далеч по-наситена със смисъл. И двете скаринки в стъклената им „Венерина кошничка“ запазват своето място в нея.

Мезозойски птици

Златозар Боев

Темата за мезозойските птици е повече от интригуваща. Помислете само: Всички съвременни птици се разглеждат от науката като птици динозаври, а динозаврите се разглеждат като нептичи динозаври.

Ясно е, че съществува много тясно родство между едните и другите, т. е. между динозаврите и птиците. И друго нещо: какви са били онези птици, които са летели над главите на динозаврите в онези времена? И дали всички мезозойски птици са били летящи. На всички от съвременните континенти ли е имало птици през мезозойската ера? И още куп въпроси, много от които търпеливо чакат своето разгаждане.

Кои птици трябва да наричаме мезозойски? Очевидно – онези, които са живели през трите периода на мезозоя – триас, юра и креда. И понеже все още триаски останки от птици няма от-

Мезозойски птици. Вероятно първото нещо, за което се сещате, е проловеният археоптерикс. Ако се замислите повече, вероятно ще си припомните и други „учебни-карски“ видове като ихтиорниса, хесперорниса, археорниса ... Някои от тях, като сименсовият археорнис (*Archaeornis siemensii*), отдавна са синонимизирани, а други не престават да събират дивящи се посетители край експонираните им скелети в музеите.

крити, смятаме, че мезозойските птици (засега поне!) са били само юрски и кредни. Описаният по непълен скелет през 1991 г. триаски протоавис (*Protoavis texensis*) от щата Тексас в САЩ като най-древната

(триаска!) птица всъщност се оказва химера – част от фосилния материал принадлежи на динозавър, а друга част на друго древно влечуго.

Малко преди откриването на протоависа, през 1977 г. в Монголия руски палеонтолози намериха фосили от описания по-късно амбиортус (*Ambiortus dementjevi*), който е живял преди повече от 120 милиона години, бил голям колкото синигер, имал клъновидно издължена челюст, но снабдена със ситни редки зъбчета. В черепа си показвал сходство с черепите на съвременните тинаму и щраусите, но прешлените му били с „архаични“ признаци като на влечугите.



Велнхоферия (*Wellnhoferia grandis*) първоначално бе описана като *Archaeopteryx lithographica*. Снимката показва оригиналния етикет с първоначалното определяне на екземпляра. Природонаучен музей Лос Анжелис, САЩ, 30.09.1988 г. Сн.: З. Боев

Имал е гребен (кил) на гръдната кост и по три пръста на крилата. Тялото му е било покрито с пера. Имал е и крилца, сходни с тези на съвременните летящи птици.

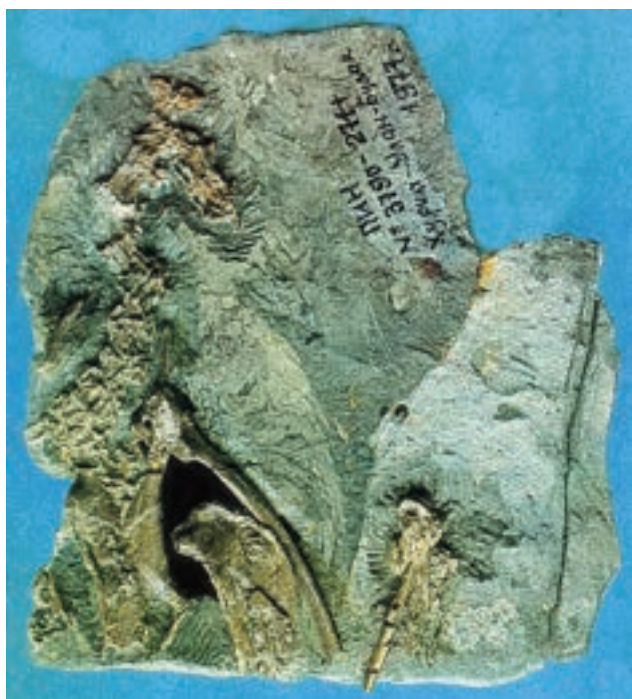
През 1978 г. по фосили с раннокредна възраст, намерени в Казахстан, е бил описан и нов подклас птици – предптици (*Praeornithes*). През 1983 г. от Узбекистан е описан видът *Horezmavis eocretacea*, живял в началото на късната креда преди 90 милиона години. През 1980-те и 1990-те години в Китай бяха направени епохални открития по отношение на ранната еволюция на птиците. Сред първите находки оттам беше намереният в 1984 г. в провинция Ляонин *Gansus yumenensis*, живял преди

120 милиона години. В Румъния от горната креда са описани няколко вида. Сред тях е и елоптериксът (*Elopteryx porcsai*), първоначално сродяван с археоптерикса, но впоследствие отхвърлен поради грешки в описанието му. Откритият във Франция гаргантюавис (*Gargantuavis philoinos*) е живял преди около 70 милиона години и е бил огромна, тежаща до 140 килограма птица. Запомнете името му! Гаргантюависът е бил най-голямата нелетяща птица на Земята през цялата мезозойска ера! Да, той не е можел да лети, но не е можел и да бяга като съвременните щрауси. Бил е бавноходеща птица. Наскоро неговите останки бяха намерени и в съседна Румъния. Можем да го открием и у нас!

Днес редица изследователи смятат, че оперението е възниквало поне три



Реконструкция на тексаския протоавис (*Protoavis texensis*). (По Chatterjee, 1997)



Скъпоценният за световната палеоорнитология фосил на раннокредния амбиортус (*Ambiortus dementjevi*) (По Курочкин, 1991)



Реконструкция на гигантския гаргантюавис (*Gargantuavis philoinos*). Художник: Диего Ортега (от Wikipedia; CC BY-SA 4.0)

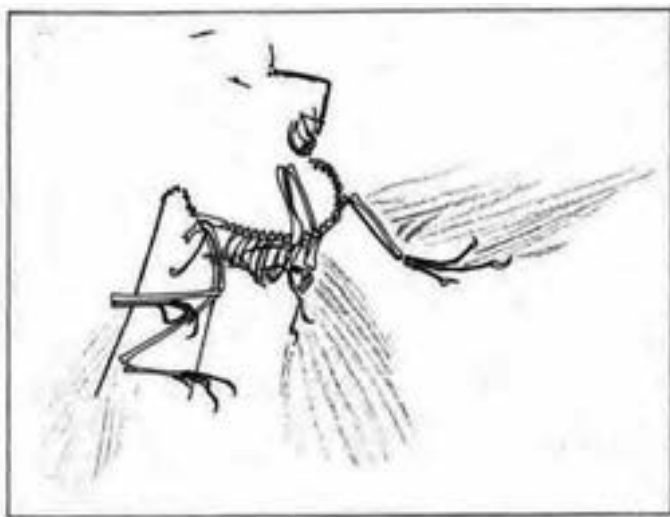
пъти в еволюцията на влечугите – при някои нептичи тероподни динозаври, при археоптерикса, при гревните предшественици на съвременните птици. Затова въпросът кое е възникнало първо – крилото или перото е окончателно разрешен. Крила имат много групи животни. Своеобразни крила (крилатки) имат дори и някои растения. Затова наличието на оперение изобщо не бива да считаме за систематичен признак, обединяващ археоптерикса и птиците. От друга страна наличието на телесно оперение съвсем не е пряко свързано с наличието на крила. Принадлежността на археоптерикса и групите гревни птици към тероподните динозаври, от които произлизат, се определя от устройството на крайниците, таза, гръбначния стълб и квадратната му кост, свързваща долната му челюст с черепа. Затова всички учебници, в които продължава да пише, че археоптериксът е родоначалникът на съвременните птици, заблуждават! Той е сякаш звено в еволюцията на тероподните динозаври по пътя на тяхната „орнитизация“ – опита им да се превърнат в птици.

Археоптериксът – този удивителен оперен динозавър с големина едва на сврака, доказва, че през мезозоя влечугите неколккратно се опитвали да станат птици. Всъщ-

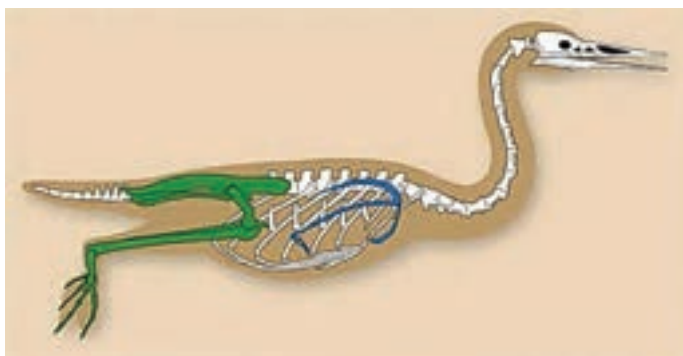
ност с неговото откриване през 1860 г. се поставя само началото на мезозойската палеорнитология. До днес са намерени общо 13 екземпляра – едно перо и 12 цели или частични скелети: лондонски, берлински, максбергски, харлемски, айщатски, золенхофенски, мюнхенски, дайтингски, бурзмайстер-мюрески, термполиски, единадесети (неименован) и дванадесети (неименован). Това не оставя никакви шансове на разпространяваната в началото на 1990-те години измамна сензация, че фосилите на археоптерикса били фалшификати с неоснователно приписани им „птичи“ белези.

В началото споменахме и за „учебникарските“ *Ichthyornis dispar* и *Hesperornis regalis* от късната креда на Северна Америка. И двата вида са представители на отделни самостоятелни разрези водни рибоядни и зъбати птици. Към разреда на хесперорнисите изглежда се отнася и антарктикависът (*Antarcticavis capelambensis*), описан по материали от антарктическият остров Вега (в северната част на Антарктическият полуостров), живял преди 71 млн. г.

В Южна Америка (в Аржентинска Патагония) през 1992 г. бе описана



Намереният през 1992 г. фосил на археоптерикс, известен като золенхофенски екземпляр. Палеонтологът Питър Велнхофер го е описал като нов вид – баварски археоптерикс (*Archeopteryx bavarica*), който днес е синонимизиран (по Chirpman, 1998)



Схематично изображение на скелета на хесперорнис (*Hesperornis regalis*). В зелено са показани костите на задното поясче, а в синьо – на предното. (По Buffetaut & Angst, 2022)

една твърде интересна кредна птица – патагонтериксът (*Patagopteryx deferrariisi*), живял преди 80 милиона години. Той е бил добър бегач, но не е можел да лети.



Реконструкция на хесперорнис (*Hesperornis regalis*).
Художник: Кен Киркланд (от Hilton et al., 2003)

В крайна сметка е добре да запомним: въпреки че много от мезозойските птици имат връзка със съвременните, те не са били техни предшественици. Те доказват, че и в миналото процесите на диверсификация, както тези от късния неозой, са се развивали с не по-малка сила. За съжаление все още знаем твърде малко за тяхното биологично разнообразие.

Значителен скок в изучаването на мезозойските птици беше откриването през 1981 г. на т.н. противоположни птици (Enantiornithes) от британския палеозоолог Сирил Уокър (Cyril Walker, 1939 – 2009). Енанциорнитите били господстващата група птици през кредния период и на двата суперконтинента – както в Лавразия, така и в Гондвана. Вече са описани около 90 вида. Палеоорнитолозите са еднотелни: Енанциорнисите са били добри летци, но в челюстите им все още присъствали зъби. Имало е

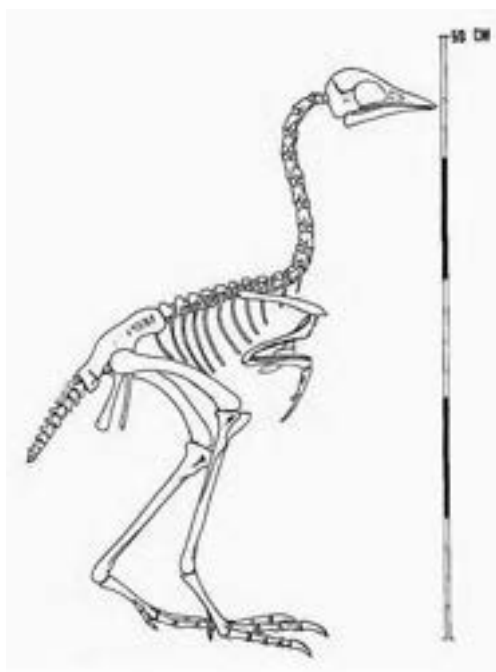
и изключения: Малкият гобиптерукс (*Gobipteryx minuta*) нямал зъби, а пилецата му са могли да излитат от гнездото, скоро след излюпването им! Валифановият нанантиус (*Nanantius valifanovi*), описан от Монголия впоследствие е бил отнесен към гобиптерукса.

Енанциорнисите не са предшественици на съвременните птици, а

представлявали отделен клон от тяхното развитие, изчезнал в края на мезозойската ера. Един от най-популярните представители на тази група бил свещеният конфуциусорнис (*Confuciusornis sanctus*) от ранната креда отпреди 119-124 милиона години. От него са известни хиляди (!) екземпляри – както пера, така и цели скелети. На дължина гости-



Антарктическата кредна птица антарктикавис (*Antarcticavis capelambensis*) (По Benito & Olive, 2022)



Схематично изображение на скелета на патагоптерикс (*Patagopteryx deferrariisi*). Правят впечатление редуцираните кости на предните крайници (крилата). (По Alvarenga & Bonaparte, 1992)

гал около 20 сантиметра. Мъжките били с дълги декоративни опашни пера. Конфуциусорнисът е представител на отделно семейство – Confuciusornithidae. В неговия род са описани и още 4 групи вида, но мнозина ги смятат за синоними.

Всички съвременни птици (подклас Neornithes) произлизат от един общ родоначалник, живял през къснокредната епоха на мезозоя. Основните еволюционни линии на повечето съвременни разреди птици възникнали ... едва след залеза на нептичите динозаври преди около 66 милиона години. Днешните птици са далечни потомци на непти-

чите тероподни динозаври, от които по-познати са ни тиранозаврите, алозаврите и велоцирапторът. Затова ще се изненадате, но повечето палеорнитолози предпочитат да използват думите „птица“ и „птици“ само за птичите динозаври от неозойската ера – неорнитите, а онези от мезозоя те вече наричат авиали (Avialae). Това е клас (или клон), група, в която се включват както всички съвременни птици, така и представители на друга, но измряла днес, група птицеподобни динозаври. Оказва се, че влечугите неколкостранно са тръгвали по пътя на „орнитизацията“, т. е. са пробвали да стават птици.

Мезозойските авиали имат един голям недостатък. Всички те са описвани и



Схематично изображение на скелета на нанантиус (*Nanantius valifanovi*). (По Kurochkin, 1996)



Един от хилядите перфектно съхранени фосили на свещения конфуциусорнис (*Confuciusornis sanctus*) (По Benito & Olive, 2022)

родството им е съставяно единствено на базата на костноморфологични критерии. При тях, за разлика от по-младите фосили, молекулярният анализ е неприложим. Затова са възможни и грешки в съставянето на тяхната филогения, произтичащи главно от възможна хомоплазия, т. е. независимата поява на сходни и дори аналогични морфологични белези.

В последното десетилетие на XX в. бяха направени значими открития относно мезозойските птици в Испания и в североизточен Китай (Джехол). Само в Китай за по-малко от 20 години бяха описани стотици нови за световната наука видове мезозойски птици! И все пак, в сравнение със съвременните над 11 000 вида и над 300 милиарда индивида на Земята, това е по-малко от капка в морето!

Има ли известни мезозойски птици от България? Досега не са открити, но вероятността за това е огромна. В мезозойските палеонтологични находища в страната вече са открити динозаври, птерозаври, крокодили, костенурки и е само въпрос на време да се открият и първите костни останки от мезозойски птици и у нас. ■

Инвазивен хипопотам е повод за остри дискусии в Колумбия

Известният колумбийски и международен мафиот и наркобарон Пабло Ескобар, наричан още „Кралят на кокаина“ (1949 – 1993), бил известен и с екзотичните си прищевки. През 80-те години на миналия век той закупил



от американски зоопарк 2 мъжки и 3 женски индивиди от големия нилски хипопотам (*Hippopotamus amphibius*), които отглеждал като атракция в своето имение в Колумбия. Нилският хипопотам е вторият по големина съвременен сухоземен бозайник след африканския слон и средното му тегло е около 1500 кг., но едри мъжки екземпляри достигат и до 2660 кг. В естествени популации той се среща само на африканския континент.

След осъждането и смъртта на известния наркобос животните, оставени без строг контрол и грижи, избягали от имението и се заселили в близката река Магдалена и някои езера около нея, където намерили достатъчно храна, а нямали заплаха от никакви хищници и неприятели. В благоприятните за тях климатични условия на Колумбия хипопотамите започнали бързо да се размножават и още през първото десетилетие на нашия век техният брой нараснал до около 150 индивиди. През 2016 г. от колумбийски еколози било направено проучване, според което този инвазивен вид вече нанася вреди на местното биологично разнообразие и били отправени първите призови правителството да се заеме с ограничаване и контрол на популацията на вида в страната.

Биолози и еколози от Колумбия и Мексико призовавали за строг план за управление и намаляване на популацията на нилските хипопотами чрез преместването им в резервати, в зоологически градини или даже умъртвяване на част от размножилите се животни за намаляване на вредния им ефект като инвазивен вид върху местното

биоразнообразие и главно върху рибарството. През 2019 г. било направено специално екологично изследване което доказвало, че в езерата, в които имало хипопотами, органичната материя се повишавала значително и се

развивал „цъфтеж“ на токсични водорасли в тях, което водело и до масова смъртност на рибите, а това силно засягало рибарските общности около тях. Тези призови обаче получили и негативен отговор от част от обществото, която считала, че хипопотамите са полезни и необходими за страната като туристическа атракция и източник на доходи от международен туризъм.

Силното поляризиране на обществото на Колумбия по въпроса „за“ или „против“ нилските хипопотами довело до „институционална парализа“. Министерството на околната среда и правителството на страната не предприели никакви мерки за решаването на проблема през последните 5 – 6 години. А в него се намесват вече учени и експерти и от други страни, които предупреждават, че този екологичен и икономически проблем с инвазивните видове е сериозен не само за Колумбия, но вероятно в бъдеще ще се окаже важен и за други южноамерикански страни. Той трябва бързо да се решава, защото „Колкото повече време минава, толкова повече хипопотами ще трябва да бъдат умъртвени, кастрирани или заловени през следващите години“ заявява г-р Натали Кастелбланко Мартинес (Natalie Martinez), колумбийски биолог от университета в Чутемал, Мексико. Според нея и нейни колеги, за да се намали популацията на този инвазивен вид до нула през 2033 г., ежегодно около 30 хипопотами ще трябва да бъдат по някакъв начин премахвани от страната.

По Nature Briefing

Силфиум – загадката на античната ботаника

Христо Мишков

Имало е и такова необикновено растение – за него разказват най-великите умове на античността, било е не просто обект на интензивна търговия, но и вдъхновение за поети и философи, а днес е историческа загадка! Известно е, че са го яли като зеленчук, пускали са го в гърнета като подправка, използвали са го като лекарство срещу много и съвсем различни болести, било е известно и като универсален спътник на любовта – както контрацептив, така и афродизиак. Не случайно са го смятали за „дар от Боговете“! Продавало се е скъпо, щамповано е на монети, а когато Юлий Цезар финансира най-важния си поход, той взел от хазната не само златото и среброто, но и около половин тон от него.

И днес, при всички възможности на съвременната наука, не е ясно какво точно от ботаническа гледна точка е било това растение. Името обаче е добре известно – общоприето е гръцкото Силфиум (σίλφιον, латинизирано *Silphium*). Особена билка, която очевидно е била ендемит за ограничения район на Киренайка – област в Северна Африка, разположена приблизително между днешните Либия и Египет, както и върху част от пустинята Сахара. На латински името е било *Sirpe*. Продуктът от билката пък е бил известен като *lac Serpicium* (мляко от *Sirpe*), което се превръща в *laserpicium*, а от него в опростеното *laser*, което, да уточним все пак, няма нищо общо със съвременното понятие „лазер“ – акроним от *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (усил-

ване на светлина чрез стимулирано излъчване на радиация). За силфия имаме известна представа и за външния му вид – главно от описания и от отпечатъците на монети, но тя естествено е твърде стилизирана, за да се смята за точна.

И тъй като ботаниката няма достатъчно данни, за да даде отговор на въпросите около това растение, трябва да се използва специфичния инструментариум на историческата наука – търсене и анализ на изворите. Две са най-важните антични съчинения, в които са запазени достоверни исторически сведения за силфиума. Основното е дело на гръцкия философ и основоположник ботаник на античността Теофраст от Ерес, който в своята *Περὶ φυτῶν ἱστορίας* (*Historia Plantarum*, История на расте-

нията) му отделя специално внимание. Неговите сведения са преразказани и допълнени от римлянина Плиний Стари в „Естествена история“ (*Naturalis Historia*). От тези два разказа, дело на най-добрите „специалисти“ на тогавашното естествознание, научаваме, че става дума за едногодишно растение, което е приличало

много на познатите и днес растения от рода Ферула (*Ferula*).

Ето и го и разказът на Теофраст: „Най-забележителни по свойствата си (сред всички растения – бм. Х.М.) са египетският папирус и силфият. И двете се отнасят към растенията с кухо стъбло..... Силфият има много дебели корени, а стъблото е с височина почти като на ферулата, както и на дебелина. Стъблото е едногодишно, с настъпването на пролетта пуска листа, които очистват овците и дават изумителен вкус на овнешкото. След листата се появява стъбло, което се яде както варено, така и печено. Казват, че очиства тялото за 40 дена. Сокът на селфия е два вида: единият изтича от стъблото, а другият – от корена. Коренът е покрит с черна кора, която се съдира. Събирането на силфии е подложено на особени правила, като при разработката на мините. Дълго време се е събирал само в такова количество, че да не се изтощят запасите, като се отчитали както особеностите на събирането, така и на запасите. Не е било позволено да се реже в нарушение на правилата и в по-голямо от разрешеното количество. Неговият сок трябвало да се преработи, иначе загнива



Крал Аркесилай лично ръководи експедирането на реколтата от силфий. Чернофигурна рисунка върху киликс от 6 в. Пр.Хр.

и се разваля. Търговците, които го изпращат за Пирея го обработват по следния начин – налива се в амфори, смесва се с брашно и се разбърква дълго“.

Според Теофраст силфият е растял на сравнително голяма площ в Либия – над 4000 стагия (един стагии като мярка за дължина е бил 600 стъпки, а в съвременни метри се е колебал между 160 и 200. Що се отнася до площта на местообитанието – условно може да се приеме, че при максимална дължина на стагия от 200 м., районът трябва да е бил дълъг до 80 км, а ако се приеме за квадрат, добивната площ е била не по-голяма от 6400 кв. км. Според грузи данни обаче площта е била по-скоро издължена като правоъгълник със страни 200 и 55 км. Областта, към която се прикрепва историческото име Киренайка, е била значително по-голяма, като в различните периоди площта ѝ е била от 250 хил. до 800 хил. кв. км.

Силфият избягвал обработената почва, „сякаш за да покаже, че е диво растение и не се нуждае от грижи“, твърди Теофраст. Оттук може да се направи извод, че след като силфият се превръща в много търсена стока, тя е била дефицит-



Монета от Кирена. На нея не е изобразено сърце, а плод на силфий

на заради ограниченото му разпространение, а това е предпоставка не само за висока цена, но и за недостъпност, което пък вероятно водело и до повишен интерес и съответно – до изграждане на митология около растението.

От описанието на Теофраст, както и от изображенията на монети, може да се предположи, че силфият е принадлежал към голямото семейство Сенникови (*Apiaceae*) – ароматни растения с кухи стъбла, които могат да са както едногодишни, така и многогодишни. По-старото име на семейството *Umbeliferae* съответства на българското название и идва от съцветията, имащи форма на сенници. Малките цветчета са радиално симетрични с по 5 малки чашелистчета, 5 венчелистчета и 5 тичинки. Семейството включва силно токсични растения като бучиниша, който влиза в античната история с убийството на Сократ, но и много полезни растения като морковите, мазданоза, кимиона и копъра. Може би най-близо до античния силфий е фенхелът (*Foeniculum vulgare*), който у нас се нарича и *резене* и в традиционния български бит се използва като погръпва при гестилването на домашна ракия, а слаба отвара се дава на кърмачета срещу колики. По света го ползват също като зеленчук или погръпва с особен вкус и аромат на

мастика, който има кулинарни привърженици и противници, а в някои култури има реноме и на афродизиак.

По принцип семейство Сенникови е богато на ароматни растения – някои от които са не само кулинарни погръпвки, но се ползват и като суровина за добив на различни етерични масла – кориандр (Coriandrum sativum), анасон (Pimpinella anisum), кум (Carum carvi), ажгон (Trachyspermum ammi).

Следвайки описанието на Теофраст, силфият често се обявява за част от рода Ferula (ῥάβδης), чиито представители имат някои сходни качества – черен главен корен, цветовете като чадърчета. Има даже исторически данни, че един от познатите видове F. assa-foetida е бил толкова сходен със силфиума, че е използван като негов по-евтин сурогат в търговията. Обаче в античността растенията от рода Ferula са били разпространени в Азия и никога не са били имплантирани в Киренайка. Освен това, тези видове имат елиптични плодове, докато плодовете на силфия са имали особена форма на сърце. Това е сигурно, защото стилизираното по познатия днес начин сърце е било отливено на киренайски монети, но тогава това е правено не като символ на любов, а като изображение на семената на силфия. Всъщност стилизираното сърце като символ на любовта се ражда почти две хилядолетия по-късно – в епохата на романтизма, когато придобива и днешното си значение. А любопитното е, че някои днешни автори приписват самият избор на сърцето като символ на любовта върху семената на силфия.

В античната култура обаче силфият влиза като нещо много повече от символ върху монета, храна или погръпка. Затова и около него има митология. Според преданието, чудното растение

се е появило 7 години преди основаването на Киренайка. Както вече бе споменато това е сравнително обширна област в Северна Африка, която винаги е била населена, но за исторически достоверна дата на основаване условно може да се приеме, че Теофраст е имал предвид създаването на гръцката дорийска колония Кирена (631 г. Пр.Хр.), днес нейните останки са близо до град Шахат в Либия. Самото име Киренайка е запазено като официално до XX век. През 1911 година Италия откъсва областта от западната Османска империя в кратка война, в която за пръв път е използван самолет с военна цел. След

Втората световна война Италия губи колониалните си владения и от три исторически провинции – Триполитания, Киренайка и Фецана се създава новото Обединено кралство Либия под властта на крал Идрис. Киренайка първоначално се радвала на значителна независимост като федерална единица, но растящите доходи от нефта засили апетита и възможностите на централната власт и през 1963 година кралят премахнал автономията на провинциите, земите им били раздробени на окръзи, а самото име било забравено. В революционните промени в Либия от началото на XXI век имаше опит за създаване на автономна



Ферулата е може би най-близката „роднина“ на силфия, но двете са били разпространени в различни области и семената имат различна форма. Картина Franz Köhler

област с името Киренайка, но властите в Триполи не я признаха, като отново се стремят да изтрият спомена за античното име и районът сега носи името Барка. Стана така, че славното антично име на провинцията днес се споменава повече като родина на едно изчезнало растение, отколкото като една от забележителните антични гържави.

В Античността чрез колонизацията от VII в. Пр.Хр. Киренайка влиза в обхвата на елинската цивилизация и по този начин – в по-добре познатото минало на човечеството. В цялата област е имало 5 гръцки колонии, което е дало и другото антично име Пентаполис (Πεντάπολις



Представители на семейство Сенникови

– Петоградие). Киренците са водили успешни войни с либийците, но един век след колонизирането цялата област била завладяна от персите (525 г. Пр.Хр), след още един век – от Александър Македонски, след което попаднала в обсега на елинистическия Египет, а век преди Новата ера дошли римляните. В средните векове областта е под властта на Византия и на Османската империя, където е била наричана и Триполитания.

Историята на силфиума не е толкова дълга и сложна и е позиционирана в началото на дългата историческа сага на Киренайка. Неговата драма се развива само в античния период – елински, елинистичен и римски, като край на въл-

шебната билка идва по времето на император Нерон (54 – 68 г. Сл.Хр), който, според преданието, получил като подарък последния стрък силфиум и го изял, надробен на салатата. А после остава митът за необикновената сила на тази билка и загадката каква точно е била тя.

Митът е роден от елините. Съвсем скоро след като създали Кирена, колонизаторите научили за качествата на необикновеното растение и започнали да търгуват с него из цялото Средиземноморие. Аристотел дори разказва, че основателят на Кирена получил от местните хора като подарък първия стрък. Тук може би

трябва да се напомни, че античните автори, въпреки безспорните си интелектуални качества, не трябва да се приемат за безусловно достоверни. Те често са се подвеждали по слухове и митове, преразказвали са безкритично непроверени сведения и понякога са представяли желаното за действително. Разбира се, силфиумът е растял и преди идването на елините, но все пак именно те са го направили достояние на цивилизацията и са го вкарали в търговски оборот, а чрез митовете и писанията си – и в познатата история. И преди тях било забелязано, че преживните обичат тази билка, смятало се, че тя очисти храносмилането им и правела месото им

по-вкусно. Хората използвали части от растението и неговия сок при кашлица, повишена температура, като противоотрова срещу змийски ухапвания, че даже и против брадавици. Разбира се, не е ясно как едно растение може да се справи с толкова различни болести, освен ако не се намеси и вярата, а тя и тогава е била способна на чудеса. Каквито и да са били реалните полезни качества на силфиума, вярата в тях, както и растяхщата му цена са го превърнали в ценна стока със стратегическо значение (както би било определено днес) и отглеждането и експлоатацията му били поставени под държавен контрол. Запазена е чернофигурна рисунка, показваща как крал Аркесилай (560 – 550 г.Пр.Хр.) лично е контролирал измерването на реколтата, опаковането и експедирането на силфиума. Този крал (втори по ред в династията на Батиагидите) е влязъл в историята повече като тиранин, отколкото като справедлив владетел (според Плутарх), така че нищо чудно именно той да е наложил и строгия контрол върху добива и търговията със силфий. Цената му, според антични автори, е била висока – споменава се за теглото на билката в сребро. Неслучайно силфиумът е бил единственият данък, който римляните са вземали от Киренайка. Силфиумът става толкова важен за просперитета на града, че е изобразен на почти всички киренски монети.

В античността всички части и продукти от това растение са намидали свое лечебно или практическо приложение, но най-важна е била смолата. Тя е била два вида – едната се добивала от стъблото, а другата от корена. Добиването ѝ ставало като се премахне кората и се направят нарязи, които изпускат сок (според данни на Теофраст). Той бил изсушаван до състояние на смола. А тя се използва

ла директно като лекарство (пургатив и контрацептив), но и като поправка за овкусяване на храна. Днес е известен, но е използван по друго предназначение, сходен продукт – т.нар. Асафетуда, която се добива от растенията от род *Ferula*. Технологично тя се получава по същия начин, от сок от корена или от стъблото на *Ferula assa-foetida* L, което днес расте в Иран, Ирак, Индия, Афганистан. Позната е била и в античността и тогава е използвана като по-евтин, но и по-некачествен заместител на смолата от силфий. Днес тя е добре позната, донесена е в Европа още от Александър Македонски и исторически е използвана за много неща. Като се започне от прогонване на духове и демони в античността до днешна поправка в индийската кухня (у нас цената е 5 лв за 20 грама) и ароматна добавка в козметиката. Намира приложение и в продукти, целящи отблъскването на диви животни и вредители. Научно е доказано, че има определени лечебни свойства при настинки, хранителни разстройства и други.

А що се отнася до античния силфиум, то най-обсъжданият проблем около него е използването му като афродизиак и контрацептив. Около тази област има и митологични преувеличения и неясноти. Някои автори смятат, че е имал значение дори за провеждане на политика за контрол на раждаемостта. Тук вече се стига до един не особено ясен момент от античната история – демографските процеси в обществата. Като цяло античната медицина не е била твърде ефикасна, но все пак естественият прираст в областите с по-развита икономика периодично е водел до демографски излишъци, които до голяма степен са в основата на колонизационната експанзия на полисите и империите, както и на постоянните войни. По принцип моми-



Монета от Кирена, на която се вижда отчетливо стъблото на силфия

четата се задомявали млади и раждали максимален брой деца, но в определени периоди демографският натиск в античните общества е спаднал, независимо от възхода на материалното благообразие. Това се е дължало на редица фактори, ограничаващи раждаемостта. Според д-р Джон Райдгел (John M. Riddle) от Университета на Северна Каролина древните общества съзнателно са ограничавали демографския натиск с различни, понякога жестоки методи, включващи избиване на деца, физическо отделяне на мъже и жени, като и поощряване на практики, които не водят до забременяване. Анализът на археологически обекти е показал, че е имало и използване на химически вещества, които са контрацептиви или водят до аборти. Вероятно и силфият се е вписвал в тази практика, защото сведенията за контрацептивните му качества са категорични.

Не е ясно обаче, дали високата му цена се дължи на тези свойства или на всички останали, защото в античността се е вярвало, че е почти универсално лекарство. Това до голяма степен е повлияло и от начина на функциониране на античната медицина. Лекарствата тогава са били разнасяни от фармакополата (продавачи на лекарства) които хвалели публично стоката си на агората. Достъпните отдалеч лекове са били обявявани

за по-загадъчни и съответно – за по-ефикасни, като това също може да е повлияло върху изграждането на мита за силфия. Нищо чудно в случая да е действал и тнар. „Плацебо ефект“, като вярата в лечебната сила на билката е въздействала лечебно или поне е спомогнала да се наложи

подобно мнение. Нека да не забравяме, че понятието „пенкилер“ като универсално лекарство е родено през XX век и модерните хора са вярвали в него, както вярват и днес във всевъзможни чудотворни лекарства, а понякога – и в магии.

Крайт на силфия доказано идва през първи век от Новата ера, като митологичният разказ го свързва лично с император Нерон. Билката е изчезнала от Киренайка, като никога не е била култивирана успешно за отглеждане – нито там, нито в околните земи. Има няколко възможни обяснения за изчезването на билката:

1. Прекомерна експлоатация. В римско време строгият надзор над брането бил пренебрегнат, цената оставала висока и растението не можело да се репродуцира. Самият подход на римляните към земеделието е бил твърде разрушителен за околната среда, като почвата е била експлоатирана без да се даде възможност за възстановяване.

2. Животновъдството. Овците охотно пасяли местата със силфиум, а и овчарите ги пускали там, заради влиянието върху вкуса на месото. Но след като минали овцете, растението вече не можело да даде семена, защото те унищожавали стъблото му.

3. Ерозия на почвата и влошаване на условията. Теофраст споменава, че сил-

фият се е появил в Кирена след обилни дъждове заедно с гора, която преди това не е съществувала. Основно дърво в нея било *Tetraclinis articulata* Vahl. от рода на кипарисите. Според американския биолог Кен Парейко (Ken Parejko) възможно е силфият и *Tetraclinis articulata* да са съществували в симбиоза, така че изчезването на гората да е довело и до края на силфия.

Каквато и да е причината, силфият изчезнал от Киренайка, без да е разпространен другаде и останал като загадка на античната ботаника, медицина и култура. Все още продължават опитите той да бъде идентифициран с някое от сегашните растения от този тип,

като в анализите се допуска и че сведенията за необикновените му качества са били просто преувеличение на античните автори. Затова и силфият продължава да привлича вниманието – както на сериозни учени, така и на многобройни спекуланти. Периодично се появяват теории за това особено растение, търси се идентификация със съществуващи днес видове, но досега все пак не е намерен точен аналог. Загадката си остава и търсенето продължава, както може да се види и от последната публикация на кралската ботаническа градина във Великобритания <https://www.kew.org/read-and-watch/silphium-mystery> ■

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; онегледяване 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.

Всеядният чакал или „онзи, който вие“

Еберхард Унджиян

С чакала имам стар спомен. От БЛРС, с когото музеят в Русе открай време е поддържал тесни връзки, ни се обадиха с молба да определим едно животно, стреляно на 23.01.1977 край с. Красен, Русенско. Дали е вълк или куче и следователно дали трябва да се изплати предвиденото възнаграждение на ловеца? Изварихме и изчистихме черепа и го причислихме към фонда на музея. За наша изненада се оказа чакал. После стана известно, че всъщност първият екземпляр от този нов за нашия край бозайник е бил презаказан от камион на фарове по шосето Тетово – Червена вода, вероятно още през пролетта на 1973-та година.

Това бе моята първа среща, а иначе първите сведения за чакала у нас са от Средновековието. След Освобождението та чак до Втората Световна война, разпространението му е било изглежда свързано с района на Тракия и по Черноморието на Север до Варна. Братята Шкорпил например описват непроходими гъсталаци от скрупка (*Smilax excelsa*) в Сливенско, които осигуряват удобни места за укритие и размножение на чакали. Тъкмо оттам произхожда и един препарат от сбирката към Мъжката гимназия в Русе, от времето на Васил Ковачев, началото на миналия век. След това обитаваните от чакали места се свиват все повече, само до Странджа планина и затова през 1962 бил обявен за защитен вид.

Към края на 1960-те години вече числеността му се стабилизира и от 1970-те

отново тръгнал да завоюва някогашната си територия. Отделни животни започнали да се появяват най-напред в южните предели на България, а след това и на север от Балкана. Можем да си представим изненадата на ловците, срещнали за пръв път „непознатия звяр“. Подобно нещо се случи, отново в русенския край, с енотовидното куче (*Nyctereutes procyonoides*). На 31 октомври 1965 ловците Ст. Станчев и Т. Пеев са отстреляли в землището на с.Иваново първия екземпляр за България от този саморазселил се (след аклиматизацията му през двадесетте години от Усурийския край в Европейската част на бившия СССР) по нашите земи вид. За съжаление експонатът е изгубен поради небрежност и безотговорност на служителя, на когото е бил поверен за предаване в музея. Така е в Природата – няма застой, тя е

във вечно движение и преобразуване. През 70-те – 80-те години на XX в. чакалът успя да се установи трайно в Северна България и оттогава на територията на РДГ Русе (Русенски, Разградски и Силистренски области) през 2022 година поддържа висока и стабилна численост (3700 екземпляра, според някои изчисления).

Името у нас идва от турския през персийски от санскрит и значи „този, който вие“. На външен вид прилича на намалено копие на братовчедаси – вълка. Само че главата и вратът му са по-грацилни. Егрите наши вълци могат да достигнат докъм 50 kg тегло (според несигурни данни рекордът на България е 66 kg!). Чакалът достига 50 см височина и около 10 – 12, най-много 15 kg. Приликата не е само до пропорции и външен вид, а и до цвета на козината,

но ръждивото при чакала е по-застъпено. Следата, както и вълчата, донякъде прилича на кучешката. С тази разлика, че лапата е значително по-стежната от тая на домашния им роднина и затова не е закръглена, а общо елиптична и при тръс стъпват с десния заден в следата



Чакалът е разпространен в Европа, Азия и Африка. На снимката Черногръб чакал от Кейп Крос, Намибия. Снимка Wikipedia



Появата на енотовидното куче предизвика доста голямо учудване сред ловците в България през 1960-те години

на левия преден крак, което кучето не прави. При чакала допълнителна особеност се явява срастването на основите на възглавничките на двата средни пръста. Както и при вълка и кучето задната възглавничка на предния крак е леко вдълбната, а на задния – закръглена.



Чакалите създават здрави семейства – двойките са обвързани доживотно

Подобно на вълците и чакалите живеят в „пожизнен брак“. Мъжките се бият за женските и победителят основава ново семейство. След около 2 месеца бременност женската ражда до 10 (само при особено благоприятни условия), а обикновено 2 – 5 малки. Те се хранят до 2 месеца с майчиното мляко, но още преди това се захранват (отново като при вълците) с повърнато полусмляно месо и донесени останки.

Макар да се води за хищник, чакалът всъщност се явява „всеядник“. В менюто му влизат както дребни животни – гущери, жаби и даже насекоми, гризачи, така и по-едра плячка, включително различни домашни животни, храни се най-вече с намерена мърша, с което се явява санитар в Природата. В половината от изследваните стомаси на чакали в Бургаска и Ямболска област са били наме-

рени остатъци от домашни животни. В близост до селища рови в сметищата за хранителни отпадъци. Към всичките му стари „грехове“ напоследък се прибавиха нови. Разполагаме със записки как се гощава с яйца на пеликани в езерото Сребърна. Използвали са зимния лег, за да стигнат до гнездовата им колония. Не се отказва и от „вегетариански добавки“ – диви плодове, дини, пъпеша, пък и грозде. Трудно е да се изброи всичко, с което се стреми да напълни или залъже вечно гладния си стомах. Дали затова „песента“ му, която обича да изнася колективно, е така жаловита?! Най-често тя е тънък вой, донякъде приличащ на детски плач. Така животните поддържат контакт, но воят им навява не особено приятни мисли и чувства, когато човек е сам в нощта! Подобно на лисицата и чакалът „мишкува“ като прикляква

и след това прави гъвкав скок във въздуха, като затиска плякката/жертвата с предните си лапи. По начало чакалът е активен нощем, от зрачаване до зазоряване. Но освен през тъмните часове на генонощието, често е наблюдаван по светло през различни сезони.

С намножаването взеха да се увеличават и оплакванията на селските стопани и ловните стопанства за посегателства на домашни животни, особено по-гребни, пък и на дивеча. Лес. инж. М. Митев, преди заместник директор на ЛС Сеслав, ни предаде разказ на пилота на двуплощник от селскостопанската авиация. С него преди години от въздуха извършвали таксация на дивеча в ловното стопанство. От 300 м. височина пилотът видял чакал, подгонил сърна към овраг, където изглежда са се криели останалите 3 члена на глутницата (по всяка вероятност едно семейство). Направил завой, слязъл на 30 м. и на свой ред подгонил чакалите. Те се разбягали и така успял (поне временно) да спаси сърничката. Но според по-нови наблюдения такива случаи на истински групов лов при чакала са редки. Друг компетентен специалист по ловно дело, в ЛС Воден, лес. инж. Д. Ковачки, сподели с нас, че сърните на територията на стопанството са почти на изчезване. Чакалите „обсаждат“ рогилката и веднага изяждат новороденото малко. А в стопанството вълци няма. Поради нарастващия и ставащ все по-значителен ущърб за селското и ловно стопанство, забраната за лова на чакали е вдигната от 1984 г. В началото даже плащаха известни премии, но след това ги премахнаха. Съществува мнение, че чакалът е „колективен ловец“ като вълка и притеснява и замества лисицата, която е единичен ловец; където чакалът се заселва, лисицата постепенно намалява броя

си и даже може да изчезне съвсем. Съвременни наблюдения, обаче, показват (Н. Спасов, И. Акоста, Ю. Константинов), че на редица места лисицата, чакалът и вълкът (смятан за основен враг на чакала) живеят рамо до рамо, а чакалът е по-скоро „скитник-събирач“.

Той заселва най-различни местообитания. Като типичен обитател на предимно открити ландшафти избягва пространни и гъсти гори. Може да се засели и в близост на човешки поселения, очевидно привлечен най-вече от изхвърлените боклуци и от наличието на домашни животни. Напоследък, колкото и да звучи невероятно, се е приспособил (подобно на лисицата) и към градска среда. Наскоро един е бил презаген в централните части на Виена! Числеността на европейската популация в последно време е силно нараснала и понастоящем се преценява от 97 000 до 117 000 екземпляра. Регулирането на числеността на чакала е трудно, защото той е интелигентен и съобразителен. Прилагане на отровни примамки със стрихнин с право е забранено, защото се засягат и много други животни.

Чакалът е предноазиатски елемент в нашата фауна. На Европейския континент е придошъл като заселник от Предна Азия по два възможни пътя – на Север е обиколил Черно море, а от Юг е могъл да пресече Босфора, който до преди 9000 години е бил сухоземен провлак – мост между континентите. Трудно е да се каже кога е станало това. В неолитните и енеолитни селища (това е преди около 6000 години) сред останките от различни бозайници, диви и домашни, досега такива от чакал не са намерени. Костите, главно челюсти, за които се предполагаше, че са от чакал, при повторно определяне са се оказали всички от кучета. Целият му ареал се разпрос-



Карта на обитанията на различните видове чакали

тира през Предна Азия, Кавказкия регион и Индия до Тайланд и Шри Ланка (Цейлон). Описаният от Р. Киплинг чакал Табаки в поетичната „Книга за джунглата“ е от същия вид като нашия. На актуализирана карта, показваща съвременното му разпространение в Европа, с червени точки са обозначени изненадващите напоследък отделни наблюдения на скитащи чакали – те достигнаха до Западна Европа и дори чак до скандинавските страни!

Кои са причините за този „популяционен взрив“? На първо място, естествено, дълготрайната защита, дала възможност да стабилизира числеността си. Също и добрата размножителна способност (виж по-горе), осигуряваща процъфтяването на вида. Очевидно имаме работа с вид, надарен със силна биологическа устойчивост и екологична

пластичност. Според редица сериозни автори липсата на конкуренция също е основен благоприятстващ фактор – популацията на вълка поради интензивното преследване от човека е силно разрежена и това осигурява „мегдан“ за чакала. Все пак ролята на вълка за „възпиране“ на разпространението на чакала не трябва да се надценява. Разширяването на селскостопанските площи за сметка на горите в Европа също е добре дошло за чакала като обитател на открити площи. И като добавка закъсняващото прибиране на реколтата в продължение на десетилетията преди 1990, е осигурявало на чакала, на дивите свинки и на още други видове богата трапеза.

Както и другите членове на семейство кучета и чакалът се явява при определени условия потенциален разпространител на опасни заболявания – три-



Египетският бог на балсамирането, смъртта и задгробния живот Анубис е с глава на чакал. Статуетка от гробница

хинелоза, ехинококоза (кучешка тения) и бяс. Около октомври 1979 г. човек от Районната потребителска кооперация в с. Иваново, е бил ухапан от чакал – съвсем рядък случай, и то без лоши последиствия. Но за петимата ухапани от чакал край Тутракан (съобщено и в централния печат на 07.06.2000) в отговор на наше писмено запитване в ХЕИ (днес РЗИ) Силистра, ни информираха, че стреляното впоследствие животно е било действително бясно. За щастие хората са били излекувани навреме. Разбира се, случаи на нападение от чакали като горния са много рядко изключение. Както и мрачните и кървави разкази на „очевидци“ за нападение на хора от вълци, при разследване се оказват плод на развинута фантазия.

Пантеонът на гревен Египет е населен с госта богове с човешки тела и животински глави. Например Тот е с глава на ибис (бог на учените, писарите и на календара); Бастет с глава на лъвица е пазителка от Злото; Анубис, проводникът на душите в отвъдния свят, е с черна глава на чакал. Тук става дума за африканския чакал, който според съвременните изследвания представлява груз вид. Още не е ясно дали отделен подвид на „нашия“ златист чакал (*Canis aureus*) присъства на Африканския континент, но в северната част на Африка живее африканският златист „вълк“ (*C. lupaster*), считан доскоро за подвид на чакала, оказал се според молекулярно генетични и морфологични изследвания отделен вид, сроден по-скоро с азиатските вълци. ■



Птици, гнездящи в земята

Еберхард Унджиян

Там, на земята, се излюпват техните пиленца, като повечето от тях бързат да напуснат „топлото гнезденце“ и под „краковостството“ на мама отиват да опознаят широкия (и пълен с опасности) свят. Затова и се наричат *гнездобег-*

леци (термините са създадени от проф. Н. Боев, основоположник на съвременната ни орнитологична школа). За разлика от тях гругите, прекарващи известно време в гнездото (също съвсем не безопасно място), се наричат *гнездожилци*. В по-общ философски план такива възрастни сме и ние, хората, но с много дълъг „гнездови период“ и зависимост от

Сигурен съм, че заглавието звучи странно за мнозина читатели, защото „в земята“, често се възприема и като „под земята“, където хората принципно избягват да попадат. Повечето животни – също. Все пак има доста птици, които гнездят направо на земята, напр. чучулиги, стърчиопашки, като си организират съвсем прилични „жилища“. Кокошешките птици – яребица, пъдпъдък, кеклик, фазан и други, по-малко известни, изравят малка трапчинка или полагат яйцата направо на земята. Така също постъпват бухалът, совоокият турулик, речният гъждосвирец, нощната лястовица (козодой) и груги.

рогителите. Нашите гнезда обаче в последните векове са доста високи и сложни постройки, докато някои птици остават на нивото на земянките.

Такива си бяха изровили брегови лястовици (*Riparia riparia*) в льосовия

склон по брега на Дунав близо до Русе. Тези симпатични птички са кафяви отгоре, с бяла долна страна, прекъсната само от една препаска по гърдите със същия цвят. Опашката е малко вдълбната, както се полага за всяка лястовица. Оформили бяха цял птичи град на много етажи. Изкопават мекия материал с човките и крачката и оформят проход

с диаметър 4 – 5 см и дължина около 70 – 80 см, рядко до метър. Гнездовата камера накрая е постлана с тревички и пера. Там женската снася 5 – 6 чисто бели яйца, както е правило при всички птици, живеещи в хралупи и дуги такива тъмни места. На сезон имат по две люпила. Мътят около 2 седмици. Малките след излюпване престояват още две до три седмици в „кулиятата си“, т.е. спадат към „гнездожилците“. За разлика от човешките жилища, тези на брегарките, както още се наричат, се местят често. Птиците имат проблем с много гнездови паразити, които ги следват, но все пак с известно закъснение. Борбата с тях е неравна и за да ги избегнат, те са принудени да потърсят

нови места. И нещо любопитно – много наблюдения показват, че женската избира мястото на бъдещия „апартамент“. А тъй като и при тях има жилищна криза често се разиграват шумни спорове между двойките за местата. Но при поява на „въздушен неприятел“ – някоя граблива птица – лястовиците от цялата близка околност набързо забравят споровете и дружно се скупчват в „облак“, обкриващ врага.



Снимка на брегова лястовица пред гнездова дупка, издълбана в брега от Португалия. Снимка Wikipedia



Брегова лястовица в полет

Подобно поведение може да се види и при морските стагни риби, като хамсия, скумрия. Те използват същата тактика на защита срещу по-едри хищници. Към края на август и началото на септември брегарките, както и другите насекомоядни птици, отлитат към „топлите страни“ – през Източното Средиземноморие до Източна и Южна Африка. Преодоляват – летейки – много хиляди километри.



Пчелоядът (*Pernis apivorus*) е голяма птица – размах на крилете до 1,5 метра и тегло до килограм. Макар да е хищник от семейство ястребови, той е опасен само за дребни насекоми. Често го наричат и и осояд

Следващите 4 птици, с които ще се занимаем, принадлежат към 4 семейства, обединени в един разред, Синявицоподобни (*Coraciiformes*), разпространен главно в Тропиците. Отличават се с пъстро оперение, както повечето птици от тези ширини и с не особено мелодични гласове. Към нашите ширини идват само през лятото и после отново прелитат към страните, откъдето са се преселили у нас. Снасят почти кръгли, порцеланово бели, лъскави яйца, обикновено 4 – 7 на брой, подобни на умалени топки за пинг-понг. При пчелояда, земеродното рибарче и синявицата пилеца се излюпват голи и не след дълго им изникват първите перца. Тъй като обвивките им се спукват едва по-късно, отначало приличат на малки таралежчета – твърде необичаен изглед за птици!

Ще си позволя един казармен спомен. В далечната 1957 година, в околности-

те на Русе окопахме едно оръдие и тогава бях впечатлен от гнездови гунки на пчелояди (*Pernis apivorus*). Втората част от латинското име означава същото като българското „пчелояд“. Както е видно, даже научното название акцентира върху начина на хранене. Тъй като поколението вече беше излетяло, си позволихме „нарушение на природолюбителския устав“ – да ги разкопаем. Както при брезарките и те всяка година си изкопават нови гнездови гунки с цел избягване на множилите се гнездови паразити. За мен това разкопаване бе наистина вълнуващо и любопитно. И тогава видях,

че името подвежда. В латинския, а и в повечето европейски езици тази птица се казва именно така – пчелояд, и това по едно време ѝ донесе сериозни неприятности. Пчеларите я обявиха за техен враг и започна безогледно избиране. Стигна се дотам един наш виден



Глава на възрастен женски пчелояд. Лицевите части са покрити със специални твърди пера, които ги пазят от жилата на насекомите

учен, доц. П. Дренски заедно с И. Сокачев по задание на БЛРС да извършат специално изследване на храната му. А тя се оказва с най-разнообразен състав – водни кончета, мухи, бръмбари, пеперуди, разни ципокрили, като пчели, оси и даже стършели. Резултатите реабилитираха тези птици. Те действително нападат пчели, но само при лошо време, когато няма други летящи насекоми „под ръка“. А при моите изследвания намерихме голямо количество листни и житни гърбеници, т.е. вредни за селското стопанство полутвърдокрили.

През 1964, вече бях завеждащ отдел Природа на музея Русе, с наш кръжочник бяхме открили единична гнездова гупка на пчелояди на шосето за София. По правило те се заселват по много заедно. Така и летят на ята с носещото се надалеко не съвсем благозвучно „пъррр-пъррр“. Веднага решихме да използваме сгодния случай – беше на сравнително скришно място и не се виждаше от шосето. Направихме си укритие (маскировачна палатка) от намерени наоколо пръчки, забити в земята и покрити със стари чували. Даже да ги открие и „приватизира“ случаен минувач, нямаше да причини съкрушителна материална загуба. За няколко дни оставихме „страшилището“ там, за да могат птиците да се убедят в неговата „безвредност“. Те хич не го зачетеха, а продължиха да си изпълняват родителските задължения, както можахме да установим от безопасно разстояние. Вече доста израснали те малки любопитно надничаха от входа към новия и все още непознат свят, към който наскоро щяха да литнат. Отваряха вечно гладни човки пред родителското тяло. Записвахме си колко пъти и през какви интервали родителите долитаха. Търпеливото изчакване и наблюдаване да се случи нещо достойно

за фотографската лента и за записване в полевия дневник е първостепенна възможност да се надникне в интимните подробности на биологията и ежедневието на „обекта“!

И там си висяхме доста време на сменни с Божидар. Не можахме да установим само колко дни продължава храненето на отвора на гнездовата гупка – открихме гнездото едва когато малките бяха вече доста израснали. В литературата, разбира се, го пише, а именно 30 дни, но ние си имахме вечната амбиция сами да го открием. Не стана. Наскоро малките литнаха към широкия свят. При напускане на родния дом отбелязахме, че оперението на младите прилича на това на възрастните, с тази разлика, че гърбът и долната страна на крилете бяха зеленикави, а не ярко жълти и кафяви и липсваха удебелените средни опасни пера.

За мераклиите да снимат тези шумни и яркоцветни птици ще кажем, че една от известните гнездови колонии се намира на познатата „Стена“ на шосето Русе – Силистра преди Тутракан, обявена за ОВМ – Орнитологично важно място. Там със силен телеобектив могат да се направят сполучливи снимки без маскировачна палатка. Навремето редовно сме спирали там с групи чуждестранни любители орнитолози („бърдгучери“) от Английското гружество за защита на птиците (RSPB) а така също и с групи от други страни.

През 60-те и 70-те години работихме по някой и друг месец в Сребърна с колелата и приятел Таню Мичев, тогава завеждащ биологичната станция на БАН, един от съавторите на „Птиците на Балканския полуостров“, известен далеч извън пределите на България орнитолог и природозащитник (наскоро ни напусна – светла му памет).

А в Сребърна, заедно с един фотограф натуралист от бившето ГДР през 70-те години бяхме открили удобна за снимане гнездова дупка на земеродни рибарчета (*Alcedo atthis*) на брега на Дунава. В случая трябва да се отбележи разликата във формата на входа между този на земеродното рибарче – повече или по-малко кръгъл и този на брегарката – значително по-широк, отколкото висок. Изкопахме допълнителен тунел от страни до гнездовата дупка. Закрихме го с гъсчица и платно – така хем можехме да надникнем и „хвърлим поглед отвътре“, хем да поддържаме необходимото затъмнение. Бяхме приготвили фотоапаратите и електронните светкавици. Малките, 4 на брой, бяха вече доста поотраснали.



Земеродните рибарчета са сравнително дребни, но красиви птици

ли. Гостът улови хубави кадри, а моят апарат показва скрит дефект и останах без документация. Разбира се, в чуждестранната литература изобилстват данни за гнездовата биология на земеродното рибарче. Но ние... виж по-горе! Храната, която специално ни интересуваше, се състои от ларви на различни водни насекоми и главно малки рибки до 7 см дължина. Те се подават на гладните човки с главата напред. А те са наредени мирно и чинно, като на хоро или въртележка „на търлата“ (панаир по русенската терминология). Издават странен звук, приличащ на непрекъснато бръмчене. Щом се нахрани, първото пиле си обръща онова място, където гърбът губи честното си име, към изхода на тунела и изпръсква полутечните си изпращания. И на неговото място застава следващото по реда. Колко просто и целесъобразно! А как е при гругите, да кажем свраките или черния кос? Зинали 5, че и повече човчици и родителите се чудят, кое да напълнят по-напред? На първо време малките, както е прието при птиците (че и бозайниците) се топят от родителите. Като поотраснал вече не се нуждаят от толкова интензивни грижи. А на възраст 4 седмици напускат семейното гнездо. Именно затова и са получили името си – земеродни рибарчета. И веднага пълноценно навлизат в живота – започват да ловят рибки самостоятелно. Някои орнитолози с по-поетична гуша наричат земеродното рибарче „летящ скъпоценен камък“. Наистина то се гордее с гърди, коремче и подопашка, греещи в ярко оранжево, докато цялата горна страна и крилете са обаянени в иризирало синьо-зелено. Особено в полет е наистина възхитителна гледка!

Едно от най-живописните и запомнящи се приключения беше отново в Сре-

бърна. В един малък овраг на брега на езерото намерихме подходяща гнездова дупка на синя гарга (*Coracias garrulus*). Тя не е никаква гарга, но е получила името си поради гласа си – „рррак-рррак“, наподобяващо гравенето на гарга или врана. Освен това я наричат още синявица заради блестящото лазурно синьо оперение, с изключение на кафявия



Името „Синя гарга“ подвежда. Синявицата няма нищо общо с гаргите или с птиците от семейство вранови

гръб. В Средна Европа гнезди по правило в гървесни хралупи, понякога в напуснати гнездови дупки на черен или зелен кълвачи, по изключение в изкуствени гнездилици. У нас често си изкопава гнездови дупки в подходящи льосови стени. Веднъж съм я снимал по Ломовете, заела кухини в скалите.

Проходът, свързващ гнездовата камера с външния свят, не е много дълъг – около 60 см. И този път създадохме такова велико съоръжение – изкопахме допълнителен „снимачен тунел“ по прав въз с оригиналния. И в този случай малките вече бяха поизраснали. По силата на професионалните ни интереси любопитствахме с какво се хранят родителите и поколението им. Разни едри и по предпочитание не толкова подвижни насекоми, напр. някои скакалци, попови прасета (в Сребърна употребяват малко странното название „скоропишници“). Лотар бе успял да снима и малко водно змииче в качество на плячка. Понякога попада гущерче, малка жабка и други още.

Досега не съм попадал на снимки на синявица в гнездовата дупка, нито от наш, нито от чуждестранен автор. Що

се отнася до снимките на земеродни рибарчета в гнездовата дупка, те наистина са осъществени у нас за пръв път от Таню Мичев. Чуждестранни автори са показвали немалко подобни постижения. Един от ГДР е използвал следното съоръжение. Конструирал един сандък, метър на дължина, 50 см височина и 25 ширина. Пълен със смес от цимент и гървени стърготини. Точно копие на ходовете, които птиците си изкопават в Природата. Единият страничен капак е бил подвижен. Монтирал сандъка до поток. Наистина не след дълго двоица земеродни рибарчета приели предложеното им „удобство“ и успешно отгледали потомство там! Фотографът пък в замяна на „услугата си“ получил възможност да направи хубави снимки.. В северна част на България земеродните рибарчета през зимата напускат и се премества на Юг, като търсят незамръзнали водоеми. От там пък произлиза другото им име – ледениче.

Четвъртият вид от този разред е напунякът (*Upupa epops*). Името му (вкл. и научното название) е звукоподражателно по гласа „Уп-уп-уп“, както е и на доста чужди езици (английски Eurasian hoopoe,



Полското врабче не е капризно и се заселва в напуснати дупки от други птици

френски *Nipre fasciée*, обаче на немски *Wiedehopf*, а на руски *угод*. Полетът му е бавен и вълнообразен – прилича повече на пеперуга. Крилете са широки и закръглени, веднага привличат окото с контрастната си черно-бяла шарка. А когато кацне, мигновено „изчезва“ заради защитното пясъчножълто-кафяво оперение на гърба. Името „циганско петле“ е получил заради характерната качулка от светло кафяви пера на главата, която обикновено е сгъната. Разперва я при възбуждане. По правило гнезди в хралупи на стари гървета, само по изключение в земни дупки. Поотрасналите малки почват да се катерят по клоните наоколо. При обезпокояване се обръщат с опашката към неприятеля и изпръскват изпражнения, смесени със секрета на трътковата жлеза с твърде неприятна миризма.

Накрая нека да споменем, макар и с няколко думи, за „вторичните наематели“ на напуснати гнездови и други дупки, най-често на пчелояда. Такова например

е полското врабче (*Passer montanus*). Неведнъж сме го наблюдавали и снимали при работата в Сребърна и на други места. Лесно се отличава от домашното по кафявата, не сива, шапчица и наличие на черно петно по белите бузи, което пък при домашното липсва. Както сочи името му, по-често се среща в полето. Но сме го констатирани в села и често в Русе (даже по-многобройно от

домашното). Иначе си вие кълбовидно гнездо, подобно на това на домашното, в разни кухни и понякога по много наедно на самостоятелно гърво или гървета, най-често тополи.

Друг вид, понякога използващ покрай най-различни кухни и готови изоставени квартири, е скорецът (*Sturnus vulgaris*). Неговият близък роднина, розовият скорец (*St. roseus*) идва неперигично у нас и гнезди най-често в скални кухни.

Но има още един такъв наемател – ориенталското каменарче (*Oenanthe isabellina*). То е малко по-егро от обикновеното (*O. oenanthe*), пясъчно жълто, само крилете са светло кафяви. По силата на „вечно променящата се Природа“, е отскорошен пришелец в Северна България. Преди е бил констатиран само по Черноморието и южните предели на Татковината, но постепенно е заел вече и вътрешността на страната. По предпочитание си вие гнездото в напуснати жилищни дупки на гризачи, напр. лалугер или хомяк. ■

Мравешкият мед има доказани антимикробни свойства



Мравки – „бурета“ стоят закачени на стените на мравешките галерии, готови за подхранване с мед на нуждаещи се мравки от колонията

Това интересно и перспективно откритие принадлежи на австралийски учени от университета в Сидни, изследвали в продължение на години свойствата на меда, добиван от няколко вида австралийски мравки. Публикувано е през м. юли, 2023 г. в международното научно списание *PeerJ*.

Отдавна е известно, че освен пчелите, мед могат да образуват и други насекоми, главно от разред Ципокрили (Hymenoptera), към които се отнасят и мравките. Досега са познати най-малко десетина вида мравки, разпространени в Австралия, Северна Америка, Африка и Меланезия, които принадлежат към различни родове и видове и за които е известно, че събират, преобразуват и ползват мед за изхранване на колонията си.

Основен източник за получаване на мравешки мед са различни захарни отделяния (екскрети) от други насекоми, главно от листни въшки на много видове диви и домашни растения, които мравките търпеливо събират, обикаляйки непрекъснато техните колонии. Даже при много видове мравки е установено, че те могат и да „гоят“ листните въшки, потупвайки ги от време

на време с антените си по коремчетата и стимулирайки по такъв начин отделянето на повече захарни екскрети от своите донори.

Австралийските учени са установили, че след събирането на захарните екскрети от листните въшки, мравките-събирачи ги пренасят в мравешките колонии, където ги предавали на други специализирани мравки в колонията. Те пък изпълнявали важната роля да натрупват в тялото си този нов „мравешки“ мед и при необходимост да подхранват с него главно новоизлюпените и погръстващи мравки, т.е. те изпълнявали ролята на „живи складове“ или бурета. Техните коремчета силно разраствали от съхранявания в тях мед и те обикновено висели неподвижно по стените на вътрешните галерии в мравешките гнезда, готови да отдават нужните количества мед на нуждаещите се членове на колонията. Броят на такива „бурета с мед“ никак не бил малък. Специални изследвания и изчисления показали, че в някои колонии на мравките от вида *Camponotus* процентът на „буретата“ с мед достигал до 49% от общия брой на мравките в колонията!

Австралийските изследователи са извършили интересни експерименти и върху антимикробното и антигъбно действие на мравешки мед, добиван главно от мравки от рода *Camponotus inflatus*. (Тук може би не е безинтересно да добавим, че мравки от р. *Camponotus* живеят и в България, но тяхната биология е все още слабо проучена!). Резултатите от изследванията на учениците от Сиднейския университет показали, че медът на мравките от *C. inflatus* потискал развитието на патогенните микроорганизми от рода *Staphylococcus* и на гъбите от род *Aspergillus*, макар и по-слабо от пчелния мед.

По PeerJ и Наука и Жизнь

Велека – магията на Странджа

Апостол Апостолов

Тиха, красива и непозната, тя няма величието на Дунав, а красотата ѝ не отстъпва на Ропотамо и Камчия. Тръгнала от карстовите извори на връх Демиркапу на 664 метра надморска височина, югозападно от село Ахлатлъ, на турска територия, за да пропътува 147 километра и се отзове в презръдката на Черно море, при село Синеморец в България. В началото на своето пътуване започва в тясна, стръмна и дълбока, залесена с дъб долина, и колкото повече се приближава към морето, сякаш уморена от дългия път, става по-спокойна, бавна и лежерно си проправя път в зелената гръд на Странджа, чрез силно извити и често следващи едни след други меандри.

На мястото, където се среща с морето, природата е съхранила своята красота и уникален ландшафт, които придават приказен вид на пейзажа – зелени гори, достигащи до самия бряг, тъмни скали с причудливи форми, изваяни от природата и златисти пясъци. Този райски кът е изпълнен с тишина, спокойствие и романтика, където морската вода има причудливи нюанси – от небесно синьо до изумруденозелено.

Това е магията на Странджа – река Велека. Най-голямата река в Югоизточна България и по Южното Черноморие, заела 21-во място по дължина сред българските реки. Наричали я Коджадере и Велика (Голяма). Произходът на името се свързва с думата *Велека*, което значело поток. Течението на реката е свързано с корена на глагола *влека*, в смисъла на „нося бавно по течението“. Името на

реката е вплетено в легенди, достигнали до наши дни. Първата от тях е свързана с появата на планината, според която Странджа е сътворена от усмивката на Бог. Втората легенда разказва за царство, в което властвал цар със своята красива дъщеря Велека. В щастливото царство настанали трудни години, когато започнала да намалява водата. Загрижен, царят често се усамотявал и търсил начин да спаси царството. При една такава разходка видял паднал възрастен мъж. Царят се притекъл на помощ и помогнал на стареца да стане. Благодарен за помощта той поискал да се отблагодари за стореното добро. „Царю, ще изпълня твое единствено желание веднага“ – казал старецът, който се оказал магьосник. Царят озадачен го погледнал и се замислил. Това, което в момента най-много го притеснявало,



Велека преди вливането в морето

било водата в царството. Без да се колебае казал: „Искам всичко, до което се докосна да се превръща във вода“. „Така да бъде“, отвърнал магьосникът. Царят решил да провери и извадил от джоба монета, която веднага се превърнала в съд с вода. Зарадвал се царят, че е намерил решение и тръгнал към двореца да сподели радостта с дъщеря си Велека. Презгърнал я и станало чудо – тя се превърнала в река. Съкрушен от загубата на любимата дъщеря царят докоснал себе си и така се слял с дъщеря си завинаги. Хората от царството гали на новата река името на красивата Велека.

Цялата ѝ дължина е 147 км, от които на турска територия 24 км, а на територията на страната – 123 км. Широчината на речното корито се променя в зависимост от релефа, през който преминава. В горното си течение е с много бързеи, спечелили ѝ славата на „буйна река с характер“, а от двете ѝ страни се спускат стръмни склонове до 50°,

изцяло залесени с високостеблени гори от дъб и явор.

По цялата дължина на реката се променя нейната дълбочина, която в горното течение е 0.8 – 1.0 м, а при устието достига 7 – 8 м. Ширината на коритото също се изменя – от 20 м в горното течение до 80 м при вливането на р. Младежка, като достига при устието 150 м. На осем километра от устието течението става по-спокойно, бавно си проправя път към морето. Тази част от реката е плавателна с дълбочина осем метра. Изменя се и характерът на речния бряг – наклонът на брега намалява от 50% над с. Звездец до 20% при р. Колибарски дол и продължава да намалява към устието на реката, където речната долина става широка с коритообразна форма, ниски склонове, което я прави типичен лиман.

Устието на река Велека е интересно произведение на природата, съхранило красотата си до наши дни. Това е комби-

нация от море, причудливи скални форми, златист пясък и зелени гори – райски кът, пропит с тишина, спокойствие и романтика. На това място море и река са разделени от пясъчна коса от едрозърнест, карбонатно-кварцов пясък, с карбонатно съдържание 37%. Този плаж е с най-едрия пясък, образуван от реката и морето, по цялото българско черноморско крайбрежие. Пясъчната коса е дълга 800 метра и широка около 100 метра, изтласкала устието на реката в северния край на широко отворения залив. Тази част от реката, заедно с пясъчната коса и прилежащата сухоземна част, от 1992 година е защитена местност с наименование „Устие на река Велека“ с площ 1511 хектара, а от 24.01.1995 е част от Природен парк BG0002040 Странджа от НАТУРА 2000, Директива 79/409/ЕЕС за опазване на дивите птици (SPA) и по Директива 92/43/ЕЕС за опазване на природните местообитания и

на дивата флора и фауна (pSCI/SCI/ SAC) с наименование BG0001007 Странджа. Над тази защитена местност преминава миграционният път на птиците Виа Понтика (*Via Pontica*).

В поречието на реката се намират защитените местности „Велека“ (в средното течение), а във водосборния ѝ басейн – защитената местност „Парория“ и резерватите „Витаново“, „Средока“, и „Силкосия“.

Ако посетите това райско кътче, не пропускайте възможността да опознаете една неповторима природна картина, предлагана от разходката с лодка, която започва от малък кей, разположен под моста на пътя Ахтопол – Синоморец. Това е единственият начин да наблюдавате богатата природна палитра от багри, потопени в речната вода – цъфналите водни лилии, контрастиращи с околността и блатното кочие.



Устието на Велека и пясъчната коса

Тази многоцветна картина се допълва от крайбрежната растителност от елша, бамбук, габър, ясен, увивни растения и места, непроходими от лонгозни гори. Впечатляваща е картината на излезлите на припечни места по камъните или върху падналите в реката гървета водни костенурки.

В реката са установени повече от 30 вида сладководни риби, като най-често се среща кефалът. В Червената книга на България са включени змиорката и гивият шаран.

Истинското богатство и красота на реката се разкрива с разходка по крайбрежната част, която ще ви потопи в онова безвремие, непроменено от 100 години по места, рядко посещавани от хора. В крайбрежната част на реката растителността е високостеблена, редуваща се на места с непроходим лонгоз и нискостеблени храсти от шипки, граки,

малини, а при навлизането в дълбока гора се разкриват масиви от странджанска зеленика и лавровишня. По крайбрежната пътека често ваши спътници ще бъдат изненадващо пресичащи пътя змии, а от близките храсти ще ви стряскат сърни. По време на тази крайбрежна разходка ще бъдете поставени на изпитание за оцеляване в борбата с комарите и мухите, които атакуват и хапят безмилостно.



Бяла водна лилия (*Nymphaea alba*)



Жълта водна лилия (*Nuphar lutea*)

При по-продължителен престой, в района на устието на река Велека могат да се видят и представители на морските бозайници – трите вида делфини, срещащи се в Черно море – афала (*Tursiops truncatus*), обикновен делфин (*Delphinus delphis ponticus*) и муткур (*Phocoena phocoena*). Установени са 550 вида растения, близо 20 вида земноводни и около 40 вида бозайници. Най-ценни-



Каспийски блатни костенурки по река Велека

те представители на флората на река Велека са жълтата водна лилия – рядък вид, включен в Червената книга на България и блатното кокиче. От защитените представители на фауната интерес представляват змиорката, дивият

шаран и каспийската блатна костенурка.

Туристическа атракция около устието на Велека са скалните образувания – Корабите и Сфинксът. Североизточно от село Синеморец е заливът „Свети Яни“ и местността „Корабите“, с две скали с формата на кораб в морето.

Съществува легенда, според която в миналото в скалистия бряг се разбивали стари и ненужни кораби. Според друго предание върлувалите в Синеморец пирати палили огън на високите скали, имитирайки светлината на фар, която



Скалните феномени „Корабите“ при устието на Велека



Сфинксът – още един скален феномен в устието на Велека

примамвала минаващите наблизко търговски кораби, те се разбивали в скалите и ставали лесна плячка на пиратите за ограбване.

В южната част на плажа, при устието на Велека, се намира грубо скално образувание – „Сфинксът“ или „камък на прорицателя“, който според преданията има магическата сила да лекува болести, да изпълнява желания, да разваля магии или да опрощава грехове. Той е част от скален масив, изваян от водната абразия. Има различни хипотези за произхода на природния феномен, което не изключва и версията за свърхестествена намеса. Други свързват скалната фигура с египетската богиня Бастет, а според трети феноменът е отпечатък от извънземни, които са го издигнали в култ, като доказателство за тяхното съществуване. В едно можем за бъдем сигурни, че не е създаден от човешка ръка, а е дело на майката природа. Скал-

ният феномен може да ви разкрие изяснението си, ако навлезете във водите на Велека и обърнете поглед на запад, тогава пред погледа се разкрива невероятна гледка.

На юг от устието на Велека, накъдето и да се обърнете, се вижда силно начупен скалист бряг с красиви разклонения, които се губят в синевата на морската вода и неудържимо ви привличат с необикновените си форми. Тези причудливи скали обграждат от северната и южната страна малък залив с най-посещаващия плаж Бутамята, известен и като южния плаж на Синеморец, а от запад е заобиколен от гъсти гори, които са част от защитена местност Силистар.

Името на плажа е произходно от малката рекичка Потамос (Ποταμός на гръцки) в южния край на залива, която се влива в морето. През годините името се променяло от Потамос през Потамия до днешното наименование Бутамята. От юж-



Плаж Бутамята – едно от любимите места на българските природолюбители



Плажът Силистар и устието на река Силистар

ния край на този залив започва стръмна, но проходима през скалите пътека, успоредна на морето, която води до закътания залив и плаж Липите. Обгърнат от гора (някога от липи) и хълмове, част от Природен парк Странджа, заливът представлява едно изключително красиво и недокоснато от човешка дейност място. Окъпаните от ярката слънчева светлина скални образувания, характерни за тази част от българското Черноморие в местност „Каньона“, получени в резултат на вулканична дейност преди милиони години, чиято красота и форми привличат с неугържима сила, която може да развихри въображението на всеки, застанал пред тях. Тези природни феномени са получили и своите имена – Скалата на Сизиф, Разделената канара, Пещерата на гълъбите. Това съчетание

от дива гора, достигаща до самата пясъчна ивица и бистри морски води с тюркоазнозелен цвят ви карат да се почувствате в единение с тази природна красота, където тишината се нарушава само от вълните и от някоя прелитаща птица.

Разходката между скалите дава възможност да се насладите на живописна картина от присъствието на красиво многогодишно тревисто растение, Гмелинова гърлица (*Limonium gmelinii*), защитен вид, включен в Червената книга на България. В гората, зад плажа, се срещат редките за България дива смокня и българска круша, а по плажната ивица може да се види морски ветрогон.

Прибрежните скали на залива, безмилостно атакувани от величествената и непобедима морска стихия, бушувала



Скален феномен „Скалата на Сизиф“



Пясъчна лилия в местността Силистар



Приморски ветрогон от плажа Силистар

през вековете, е формирала причудливи скални форми, които днес човешката фантазия оприличава на някой познат сюжет и кръщава с имена. Такъв феномен е „Скалата на Сизиф“, която частично е потопена в морето, на повърхността с малък скален израстък с кръгла форма, наподобяваща скалата, която наказаният от боговете за своята прозорливост Сизиф (цар на Коринт, най-умният сред хората, с който никои

не можел да се мери по „коварство, хитрост и ловкост на ума“) е бил осъден вечно да бута до върха на планината. И всеки път, когато стигал върха, скалата се връщала по стръмния наклон и така всичко се повтаряло отново и отново без никога да бъде завършено. Този случай е в основата на философското съчинение „Митът за Сизиф“ на Нобеловия лауреат Албер Камю, литературно-философска импресия, в която се сравнява човешкия живот с грамата на героя от древногръцката митология Сизиф и вечното започване отначало. Няма по-страшно наказание от безполезния и безнадежден труг.

От южната част на плаж Липите започва тясна пътека успоредна на морския бряг, лъкатушеца покрай заливчетата и причудливи скални образувания, на места стеснена върви буквално

по ръба на стръмните скали, граничещи с морето. Тя достига до залив и плаж, известни като Листи (Λιστής), което в превод от гръцки означава *разбойник*. Според старите предания през епохата на Възраждането мястото е обитавано от кавказки пирати Лази. След плажа са скалите с причудливи форми от вулканичната дейност на угасналият вулкан „Голяма Папия“, край с. Бродилово преди 80 милиона години. В тази част на ска-

листя бряг могат да се видят геоложки феномени – следствие от вулканична дейност в периода на Горната креда, като вертикално застинали лавови потоци, които достигат морското дъно, брежчи и вулкански бомби.

Красотата на черноморското крайбрежие не свършва тук. Тя е съхранена още по-впечатляваща в най-южната част на морското крайбрежие в един закътан, заграден

от продълговати скалисти носове, обливани от морските вълни и дива гора залив – Силистар, претендент за звание то „най-красив залив“ по нашето черноморско крайбрежие. Тук е устието на едноименната река, чиито сладки води плавно преминават в нежната презръдка на морските вълни, което придава допълнителен чар на това екзотично място.

Името съдържа думата „лист“ и идва от близко по звучене гръцко словосъчетание – στῆ λῆστερό (сти листеро), което означава „на разбойника“. Според запазените стари предания заливът е бил пиратско свърталище, като плажът Листи е известен с името „Плажът на пиратите“. Тази част от територията на България, за която през вековете са воювали българи, гърци и турци, най-вероятно е била посещавана от морски разбойници.

Мястото е обявено за защитена територия през 1992 г., в границите на природен парк „Странджа“ и европейската екологична мрежа НАТУРА 2000, с площ 773 ха за опазване на дивите птици и природните местооби-



Корморан, заселил се до устието на Велека

тания. Тази девствена природа, останала извън бетоновата инвазия, е съчетание само от величествени скали и зелена гора, която се е надвесила над плажа. Тук е най-голямото разнообразие на растителни видове за единица площ в България. Мястото е най-южното находище на пясъчната лилия и тук са най-големите оцелели бели понтийски гюни по българското крайбрежие. Очарованието на залива идва от дивата гора на Странджа, достигнала до пясъчната ивица от ситен златист пясък, а отстрани заобиколен от високи причудливи скали. В северната част на образуванияте малки фиорди изобилства здравецът и типично горски видове като изтравничето. По плажната ивица на Силистар могат да се видят пясъчна метличина (*Centaurea arenaria*), морско зеле (*Crambe maritima*), морски ветрогон (*Eryngium maritimum*). Характерно за защитената местност е присъствието на кримски, български лен (*Linum tauricum* ssp *bulgaricum*), памуклиўка (*Cistus incanus*), гмелинова гърлица (*Limonium gmelina*). В по-високите части се срещат плюскавиче (*Silene vulgaris*)



Наблюдателен пункт в Защитена местност „Устието на Велека“

и хрущалка (*Scleranthus annuus*). Крайбрежните морски води се обитават от морската змиорка, резовският харип и резовската брияна, включени в Червената книга на България.

Краткият ни разказ опитва да представи богатството от багри и форми на един малко познат свят на крайбрежната черноморска природа, преминала през превратностите на вековете, но оцеляла до наши дни. Все още сме много далече от възможността да кажем, че познаваме тази природа, която нестелливо открива своите тайни пред очите на очарования и възхитен наблюдател. Необходими са още много срещи с черноморската природа, за да я опознаем и разкрием нейните тайни и да се радваме на нейната прелест с всичките си сетива. Да се наслаждаваме на синия простор на морската шир, която маме с далечината си, да слушаме шепота на вълните, които разнасят въздуха, напо-

ен с мириса на море, на гласа на прелитащите над тъмносивите скали и синевата на морето птици.

Възторг обзема всеки, който е наблюдавал и се докоснал до този богат на форми и багри девствен свят. Остава само да проявим повече разум и уважение към това богатство, което Природата ни е завещала, за да могат да се радват и тези, които идват след нас. Тази неповторима крайбрежна картина от багри и причудливи феномени трябва да се приема като храм на Природата. И никога да не забравяме завета към поколенията на немския поет, естествоизпитател, хуманист, учен, философ и политик Йохан Волфганг фон Гьоте: „Природата е творец на всички творци“. Да не се опитваме да излъжем природата и да игнорираме заветните думи на британския писател, историк и философ Томас Карлейл, че „Природата не търпи лъжи“. ■