

На морския плаж с микроскоп

Васил Големански

Преди да отговорим е необходимо да направим кратка характеристика на една своеобразна жизнена среда – морският пясъчен плаж, която съществува по крайбрежията на всички съвременни морета и океани. Известно е, според широко възприетата класификация в океанологията, че

морското дъно се поделя на 7 зони, от които най-близо до сушата се намират Супралиторалната и Медиолиторалната (Еулиторална) зони, а най-дълбоко разположени са Абисалната и Хадалната зони, заемащи дълбочините между 6000 и 10 – 11 000 м. Супралиторалната зона

Мнозина от нас предпочитат да прекарат своята отпуска на морския плаж, да се любуват на синьото море и тихия плясък на вълните, да усещат галещите лъчи на топлото слънце и да се радват на успокояващото въздействие на водата. Приятното чувство се подсилва и от ниско прелитащите чайки и техните крясъци, от множеството черупки на морски охлюви и миди, изхвърлени по брега, от проблягващите понякога покрай нас криви раци или от красивите пеперуди, прелитащи над спокойната плажна ивица. А задавали ли сте си някога въпроса, уважаеми читатели, има ли някакъв живот в топлия пясък под нас и как ли изглеждат тези организми, живеещи на границата между морето и сушата?

Медиолиторалната или Еулиторалната зона е именно границата между сушата и морето, а ширината ѝ зависи от приливо-отливните колебания и наклона на брега. В откритите морета и океани с добре изразени приливи и отливи тя може да бъде широка и над километър,

е разположена извън водната линия на моретата и океаните и се залива рядко от морски води при силни вълнения и урагани. Животинските обитатели на супралиторалната зона имат предимно сухоземен (континентален) произход и рядко в нея се срещат типични морски организми.

но във вътрешноконтиненталните морета като Черно и Балтийско, ширината на тази зона е значително по-малка и варира обикновено от 5 – 20 м. до 50 – 150 м. в ниските морски крайбрежия. Това именно е зоната, в която са разположени и крайбрежните пясъчни плажни ивици. Част от пясъчните плажове се простират и далече навътре в морето, а друга част са разположени между водната линия и сушата и редовно се заливат от приливните вълни. По-голямата част от обитателите на тези пясъчни плажове имат морски произход и притежават редица биологични и екологични особености и приспособления за живот в нея. Като специфична екологична среда на обитание на разнообразни морски организми пясъчните плажни ивици се означават във водната екология като **Псамал** (*Psammal*), а съобществото от живеещите в него организми се нарича **Псамон** (*Psammon*) и е съставено респективно от т.н. псамонни организми.

За да разберем по-добре мястото и специфичните условия за живот, които съществуват в един морски плаж, нека погледнем следната класическа схема, предложена от известния френски еколог и спелеолог проф. Жан-Клод Деламар-Дебутевил (Jean-Claude Delamare-Deboutville) още през 1960 г. Тя представя един пясъчен плаж, разположен на границата между морето и континенталната суша. Морето и морските вълни (в дясната част на схемата) заливат периодично пясъчната плажна ивица, разливат се върху нея и след минути проникват в морския пясък, откъдето поради наклона на брега бавно се връщат в морето. При следващата вълна явлението се повтаря и това характеризира пясъчният плаж като една динамична среда, която непрекъснато се промива от солена морска вода, богата на кислород. С водата в пясъчния плаж се внасят и проникват и разнообразни микроскопични морски организми – бак-

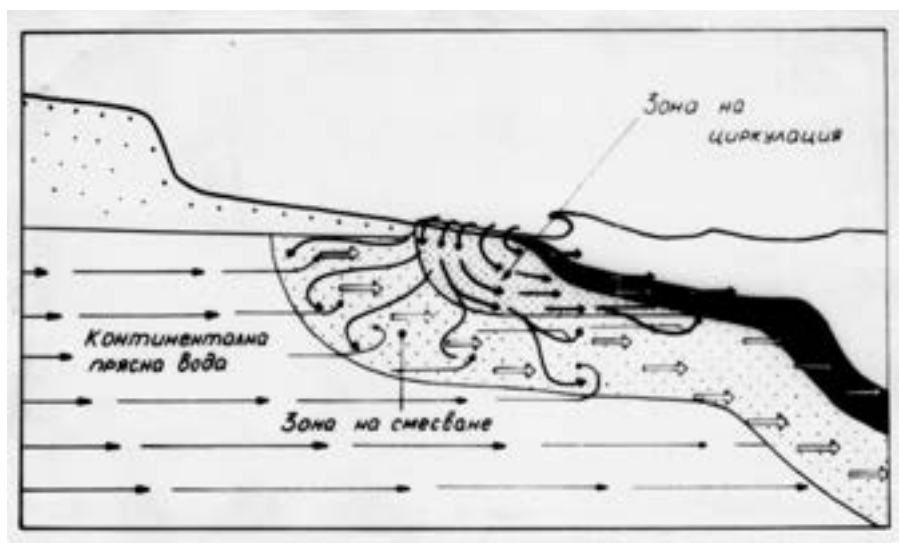


Схема за смесването и циркулацията на водите в крайморски пясъчен плаж
(От Delamare-Deboutville, 1960)



Псамонна инфузория

терици, едноклетъчни водорасли, протозои и гр. От страна на континента, с подпочвените подземни води в плажните ивици също непрекъснато постъпва прясна континентална вода и органична материя, която се смесва с проникналата морска вода и се влива в морето. Така, под повърхността на пясъчните морски плажове в тях се формира една специфична „Зона на смесване“ на морските с континенталните пресни води, в която солеността на водата варира в широки граници от морето към сушата и предлага достатъчно кислород и трофична база за съществуването на живот в нея. Дълбочината на зоната на смесване зависи от дебелината на пясъчните седименти и варира в широки граници – от 10 – 20 сантиметра до над 1– 2 м. В едрозърнестите и чисти пясъчни плажове. Специфичността на тази екологична среда или псамал се изразява и в много ограничените жизнени пространства и канали между пясъчинките, наричани интерстициални пространства, в които циркулира водата. В тази своеобразна „Интерстициална жизнена среда“ живеят главно микроскопични обитатели,

които притежават редица специфични и учудващи приспособления за живот в нея. В зависимост от големината на пясъчните зърна интерстициалните пространства и канали в пясъчния плаж са свързани в една обща циркулационна система, в която има достатъчно кислород и храна за развитието и на богатата биоценоза от разнообразни псамонни организми. Хранителната база за псамонните

обитатели на тази специфична интерстициалната среда е разнообразна, богата и се състои, както вече отбелязахме, от множество бактерии, разнообразни едноклетъчни и нишковидни водорасли, хифи и зооспори на различни видове гъби, двуразделки (диатомеи), едноклетъчни животни (протозои) и гр.

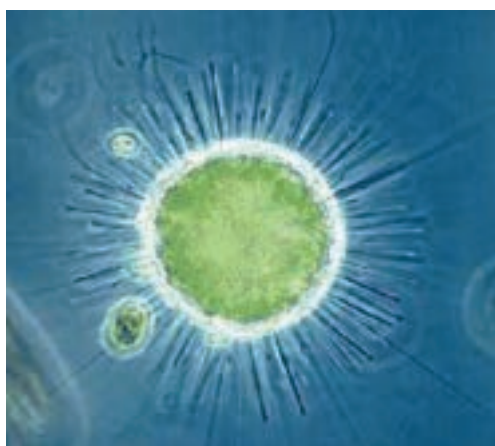
Да надникнем и се запознаем с някои от интересните микроскопични обитатели на тази своеобразна жизнена среда не е толкова трудно. Освен микроскоп и лабораторни пипети, предметни и покривни стъкла и други пособия за микроскопиране, необходимо е още да изкопаем една недълбока дупка на морския плаж на 4 – 5 м. от водната линия и бързо ще открием, че дупката започва да се пълни с подпочвена вода, проникваща от съседните пясъци. Това правят много често и децата на морския плаж в желанието си да строят пясъчни кули и замъци от мокрия пясък. Вземаме в чиста стъклена чаша или банка част от тази инфилтрирана плажна вода заедно с малко пясък в нея, затваряме плътно съда и отнасяме пробата в нашата микроскопска лаборатория за „изследване“.

С помощта на пипета вземаме капка от водата върху предметното стъкло, поднасяме я под обективите на нашия микроскоп и пред очите ни се разкрива един непознат свят от десетки микроскопични и много интересни организми, прекосяващи видното поле на микроскопа в различни направления.

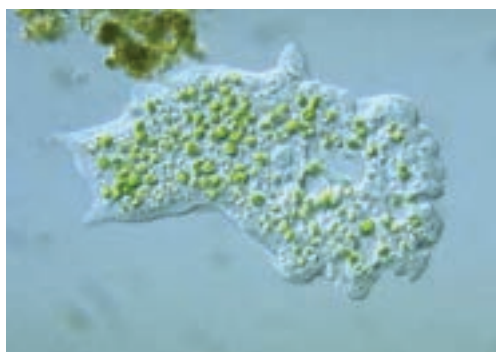
Първи и най-активни в този парад са многобройните видове ресничести едноклетъчни животни или инфузории, които бързо се появяват и придвижват между песъчинките, пъргаво заобикалят пясъчните зърна, изчезват и отново се появяват, като непрекъснато извиват тялото си в тесните пространства между пясъчните зърна. А тялото им е много дълго в сравнение с ширината му, покрито е с хиляди реснички, които непрекъснато „трепкат“ и те ловко се провират в интерстициалните канали и пространства в пясъка. При някои от тези инфузории тялото достига на дължина до 2 – 3 мм., докато ширината им е само 10 – 15 микрона и те приличат по-скоро на дълги подвижни конци, които могат да се движат едновременно бързо както напред, така и на заден ход, когато срещнат пясъчни презгради на пътя си. По-подробното им изучаване в края на миналия век от много изследователи показва, че те са едни от най-древните и примитивни представители на богатия клас на инфузориите, имат своеобразно „сложно ядро“, съставено от няколко по-дребни ядра в обща ядрена обвивка и често притежават симбионтни бактерии, които подпомагат храненето и дишането им в морския псамал. Поради това те са отделени от протозоолозите в отделен разред, наречен *Caryorelictida*, т.е. дребноядрени инфузории. Оказа се също, че тези странни на външен вид ресничести протозои с ловки змиевидни движения

в интерстициалните пространства на морските плажове притежават свойството тигмотаксис т.е. могат да се прикрепват за известно време плътно към песъчинките при силно движение, за да не бъдат отнесени в открито море. По-нови изследвания показаха също, че тези специфични псамонни обитатели имат космополитно разпространение, но само в крайбрежните пясъчни плажове на моретата и океаните. Интерстициалните инфузории са хищници, които ловко се придвижват в тесните интерстициални плажни пространства и лакомо поглъщат по-дребните от тях бактерии, едноклетъчни водорасли, двуразделки, гъбни зооспори и др.

Често през видното поле на микроскопа пред нас бавно преминават и едни странни едноклетъчни организми, които силно наподобяват микроскопични слънца. Те имат централна кръгла част, в протоплазмата на която е разположено ядрото на клетката и от която в радиално направление излизат множество подобни на лъчи прозрачни образувания с различна дължина. Поради голямата им прилика с графичните изображения



Едноклетъчно животно слънце с уловени водорасли на радиалните лъчи



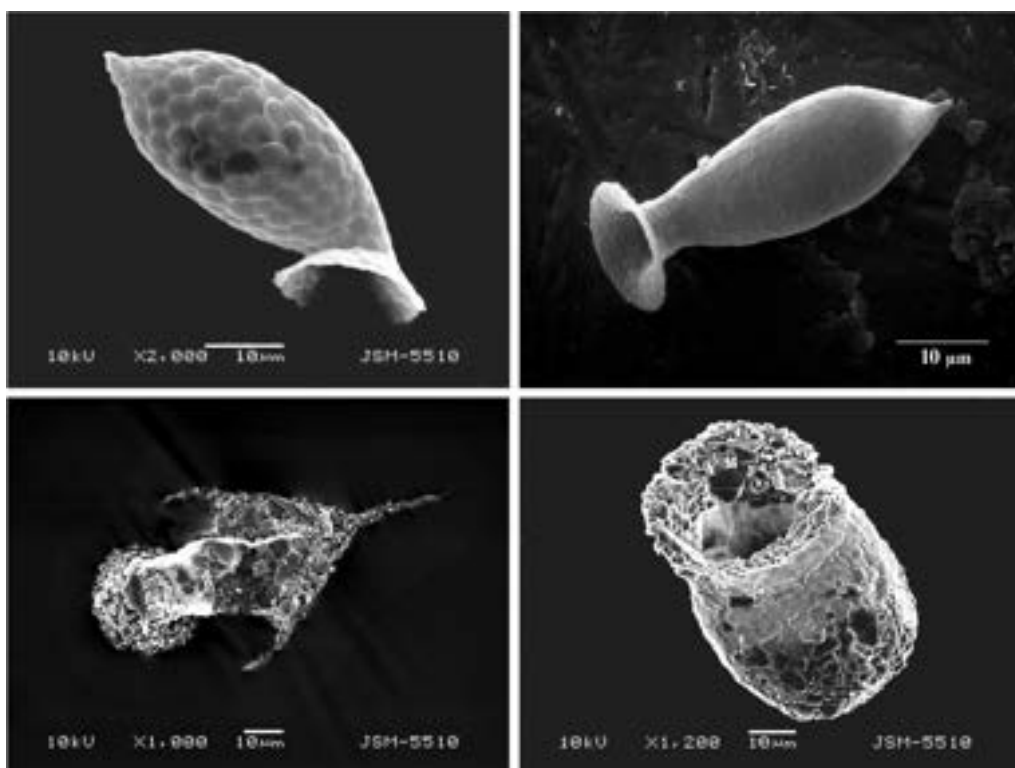
Амеба с погълнати зелени водорасли от род Chlorella

на слънцето са получили научното име Heliozoa, т.е. „Животни слънца“ и са отделени от зоолозите в отделен клас на животинското царство. Прозрачните им радиални лъчи всъщност са многобройни протоплазмени израстъци от централното тяло, които помагат при движението на животните, но които са и доста опасни при допир до тях от по-гребни едноклетъчни организми. При докосването им гребните едноклетъчни водорасли и инфузории залепват за радиалните протоплазмени лъчи, скоро биват парализирани от проникващи в тях ензими и започва бавното им изсмукване от лакомите хищници. Понякога даже могат да се видят по няколко жертви, залепени и носени от протоплазмените лъчи на един представител на животните слънца в своеобразния биотоп. Може би тук ще възникне въпросът: а как се придвижват тези животни слънца в тесните интерстициални пространства с толкова много радиални лъчи около тях? Веднага трябва да поясним, че те са сравнително малки по размери – рядко надминават 50 – 100 микрона в диаметър и плавно се носят от водните течения на проникващите в пясъка води както от приливните вълни, така

и от постоянния воден вток от континента към морето. Много видове между пясъчните обитатели притежават допълнително и твърди, образувани от варовик или силиции радиални игли, които служат като здрав щит за защита на тялото и опасните им лъчи в тесните интерстициални пространства.

Обикновени обитатели на подводните води в пясъчните плажове са и много видове от разряда на голите амеби, отнасящи се към класа на Кореноножките (*Rhizopoda*) поради техните двигателните органи. Откриването им, наблюдението, бавното пълзящо движение и евентуално улавяне и поглъщане на храната изисква повече внимание и търпение от наблюдателя. Поради липсата на външен скелет голите амеби изглеждат под микроскопа като малки прозрачни телца с неправилна форма, но при внимателно наблюдение ясно се вижда, че те бавно и непрекъснато менят формата си и плавно пълзят върху субстрата с помощта на различни по форма и големина израстъци от протоплазмата на тялото. Тъй като тези протоплазмени израстъци се образуват на различни места от тялото на амебите, те са известни като псевдоподи или лъжливи крачка. Но псевдоподите не са само органи за движение, те са и органи за улавяне на бактериите и други микроскопични организми, носени от водните течения в интерстициалния биотоп като водорасли, гъбни хифи, двуразделки и др. А някои по-едри амеби улавят даже и по-големи от тях микроскопични червеи или цели водораслови нишки, които включват в протоплазмата си и използват за храна.

Неочаквано откритие от края на миналия век в подпочвените интерстициални води на морските плажове е съществуването и на голям брой че-



Различни видове черупчести амеби от българското черноморско крайбрежие с фуниевидно разширение около псевдостома (Снимки: Д-р М. Тодоров)

рупчести амеби, които също са намерили добри условия за живот в зоната на смесване на морските с пресните континентални води. Тъй като черупчестите амеби живеят предимно в различни пресноводни биотопи – блата, реки, езера, торфища и мъхове на сушата, тяхното проникване и приспособяване за живот в специфичния пясъчен псамал вероятно е станало вторично от континента към крайбрежните морски ивици, където те са внасяни с континенталните подпочвени води. Макар и покрити с твърда черупка, те също се придвижват в интерстициалните пространства с помощта на псевдоподи (лъжливи про-

топлазмени крачка), излизащи от специални отвори на черупките им, наричани псевдостоми (лъжливи уста). За разлика от близките им родственици от сладководните биотопи и мъховете при тях съществуват и своеобразни морфологични приспособления за противодействие на отнасянето им в морето от континенталните води. При много от интерстициалните или псамонните черупчести амеби това е наличието на своеобразни, подобно на фуния разширения на черупката в областта на псевдостома, което се изпълва с протоплазма и прилепва като вендуз към песъчинките. А с псевдоподите, излизащи напред и в страни от своеоб-

разния вендуз, животните пълзят върху песъчинките, „облизват“ бактериите, водораслите и гвуразделките, с които се хранят и устояват на водните течения от сушата към морето.

Чести обитатели на подводните води в пясъчните морски плажове са и някои видове фораминифери, които обаче се срещат и навътре по дъното на моретата. Фораминиферите, живеещи в подпочвените плажни води, също са микроскопични по размери, както повечето интерстициални обитатели, с малко на брой, тънки и прозрачни камери на черупките. Едно интересно откритие обаче, направено през 1928 г. от руския зоолог А. Л. Бродски в пясъчната пустиня Каракум в Средна Азия, привлича вниманието на зоолозите и еколозите и досега. Той, а по-късно и неговите ученици, открили дълбоко в подпочвените води и интерстициалните пространства на пясъчната пустиня различни видове живи морски фораминифери, близки до тези от Средиземно море, които нормално се движели, хранели и размножавали. По-късни проучвания върху тях показали, че това са реликтни форми, останали тук, в пустинните пясъци на Каракум, от минали геологични епохи, когато тя е била дъно на море,



Нематоди

свързано със Средиземноморския басейн. Подобни реликтни интерстициални фораминифери са открити по-късно и в някои древни сладководни европейски езера като Балатон и Охридското езеро, които също в минали геологични времена са били част от древни морета, но днес са вече опреснени сладководни водоеми.

До тук посочихме някои едноклетъчни обитатели на подводните плажни води, но трябва да добавим, че в тях живеят и не по-малко микроскопични представители на различни класове и групи многоклетъчни животни. Особено многобройна и представена с твърде специфични за интерстициалния биотоп представители е голямата сборна група на Червеите (*Vermes*). Често в микроскопските препарати от пясъчния интерстициален биотоп могат да се видят бързо преминаващи ресничести плоски червеи, които ловко плуват между песъчинките с помощта на многобройните реснички по тялото си и търсят жертви между бактериите, гвуразделките, водните гъби и протозоите. Не по-малко са и нишковидните нематоди, които често могат да се видят как се придвижват в тесните пространства между песъчинките чрез осцилиращи движения на кръглото си тяло. Не липсват и микроскопични прешленести червеи, които лесно се разпознават по многобройните четинки, разположени странично по членчетата на тялото им.

Тясно свързан с морските пясъчни седименти се оказва и цял един тип микроскопични морски животни, който бе открит едва през 1983 г. от датския зоолог проф. Р. Кристенсен (R. Kristensen) пред западните френски атлантически брегове. Това е странният тип Лорицифера (*Loricifera*), който и досега очудва зоолозите с необикновения си външен

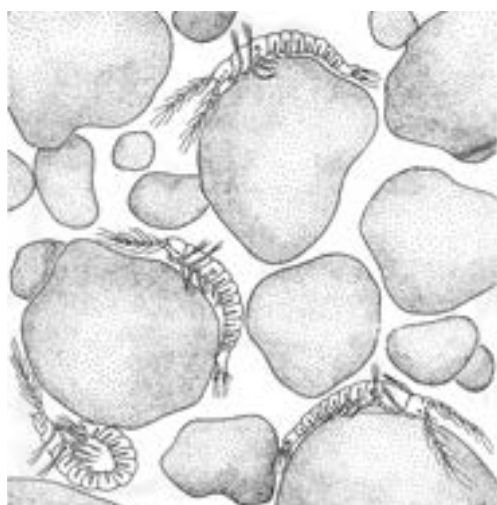
вид и ги затруднява за изясняването на неговите родствени отношения с останалите морски обитатели. Оказа се, че тези необикновени по външен вид примитивни морски животни имат космополитно разпространение и живеят само в по-дълбоки пясъчни седименти по морските крайбрежия. Те са останали дълго време непознати за изследователите поради това, че още преди изваждането им на повърхността на морето тялото им бързо се саморазпада и те изчезват от полезрението на изследователя. Едва чрез използването на специални химически фиксативи стана възможно да се запазят цели до изучаването им в лабораторията. По-късни проучвания показаха, че някои видове лорицифери могат да живеят и на дълбочина до 3000 м. В пясъци по морското дъно, където липсва кислород и те поддържат жизнената си дейност чрез специални клетъчни органи, наречени хидрогеносомы, вместо митохондрии.

Не бива да считаме, че само нисши безгръбначни животни са намерили защита и нормална среда за живот и обитание в подпочвените води и интерстициалните пространства на пясъчните морски крайбрежия и плажове. В този специфичен биотоп намират храна и защита и множество представители на членестоногите животни – първично безкрили насекоми (*Insecta-Apterigota*), ракообразни (*Crustacea*), микроскопични кърлежи (*Acari*) и др. Но това са много различни и специфични за подземните води животни, които никога не излизат на повърхността на пясъчните плажове и не представляват никаква заплаха за човека. Голяма част от обитателите на тази своеобразна жизнена среда също притежават специфични морфологични и биологични приспособления за живот в нея и даже се отнасят към категорията



Лорициферите са между най-странните и непроучени псамонни организми

на екстремофилните организми. Те понасят добре промените в солеността на водата в зоните на смесване и с прavo се категоризират като еврихалинни организми. Температурните условия в крайбрежните пясъчни седименти също се променят в зависимост от външните температури, особено в слънчевите летни дни температурата на подпочвените води варира в твърде широки граници. Поради това и голяма част от техните обитатели са евритермни организми, понасящи добре бързите резки температурни амплитуди в крайбрежните пясъчни плажове. Температурата и водните течения в тази интерстициална среда често обуславят и количеството на разтворения кислород тук, който също варира в твърде широки



Микроскопичните псамонни ракообразни ловко се придвижват в интерстициалните пространства между песчинките на морските плажове

граница и е лимитиращ фактор за съществуването на много аеробни видове животни.

Дълъг е списъкът на микроскопичните обитатели на крайбрежните пясъчни плажове на моретата и океаните. Тяхното изучаване се активизира в последните няколко десетилетия в световен план и особено в крайморските страни не само поради засиления интерес към биоразнообразието на нашата планета, но и поради очертаващите се перспективи за разкриване на много от тайните на организмите във връзка с живота и обитанието им в специфични, често екстремофилни условия. Счита се, че те могат да бъдат добър биоиндикатор и за екологичните промени в тази специ-

фична жизнена среда на границата между морето и сушата. Първият успешен опит за системно и възможно най-пълно обобщение на познанията на човечеството досега върху животинския свят в подземните води и биотопи е публикуваната през 1986 г. монография, озаглавена „**STYGOPHAUNA MUNDI. A Faunistic, Distributional, and Ecological Synthesis of the World Fauna inhabiting Subterranean Waters (including the Marine Interstitial),** Leiden, E.J. Brill/Dr. W. Backhuisq 1986: 740 pp. Тя е дело на над 65 автори от цял свят – специалисти по различни групи подземни животни, между които и български автори, представили някои постижения в изучаването на нашата черноморска интерстициална фауна. Досегашните научни открития и познания за своеобразния животински свят в почвените води на пясъчните морски плажове стимулират все повече съвременни зоолози, океанолози и еколози и обещава да разкрият още много нови и непознати факти за този слабо изучен досега микросвят на границите между моретата и континентите. ■



Разнообразни интерстициални организми под обектива на сканиращ електронен микроскоп

Прелетни рекордъори над Хималаите



Има птици, които прелитат големи разстояния над високи планински вериги, където не само няма възможност за почивка и храна, но е и твърде опасно поради ниските температури и силно разрежения кислород на тези височини. Известни прелетни летци над Хималаите например са индийските гъски и някои видове диви патици, които ежегодно прелитат от Северна и Централна Азия за зимуване в южните райони на Индокитай и обратно през следващата пролет.

Още през 2014 г. било установено, че индийските гъски (*Anser indicus*) по време на есенната си миграция от Централна Азия към Индия успешно прелитали в продължение на часове над Хималаите в близост до връх Еверест на височина 7290 м. Съществуват наблюдения за редовното прелитане над хималайските върхове и на някои видове диви патици от рода *Tadorna*, чиято средна височина на полета била около 5000 м., но понякога се издигали и над 6800 м. при преодоляване на по-високи върхове.

С цел да разкрият някои от механизмите и „тайните“ на индийските гъски за способността им да прелитат на тези огромни височини с кислороден дефицит и твърде ниски температури, учени от университета в Британска Колумбия извършили интересен експеримент, резултатите от който са оповестени през 2019 г. в списание *LifeSciences*. За целта те използвали специална аеродинамична тръба, подобна на въздушните тръби за експерименти и с летци

и космонавти, в която било възможно контролиране и регулиране на нивото на кислорода и температурата. В тръбата пуснали да летят 6 индийски гъски, на главите на които имало електронни датчици за контрол на кислородното съдържание, пулса и общото физиологично състояние. Съдържанието на кислорода в тръбата съответствало на 5500 м надморска височина. Като продължение на изследването бил направен и втори експеримент, но само с 3 от опитните индийски гъски, които продължили да летят и при понижаване на кислородното съдържание във въздуха, съответстващо на височини около 9000 м.

Анализът на показанията на датчиците за махането на крилата и сърдечната дейност показал, че при тези значителни промени в кислородното съдържание в тръбата броят на маховите движения на крилата и сърдечният пулс не се променяли и птиците летели нормално. Изненадващ бил установеният факт, че температурата в техните кръвоносни съдове по време на експеримента спаднала значително. Учените считат, че именно този механизъм позволявал на гъските да поддържат по-високо кислородно съдържание в кръвта си при полетите над хималайските височини. А това позволявало да се поддържа по-добрата и продължителна работа на сърцето и мускулите на птиците.

Експериментите и изследванията на изследователския екип за разкриване на механизмите, позволяващи на прелитащите птици над хималайските височини да ги преодоляват безпроблемно при условията на значителен кислороден дефицит продължават. Те се извършват и с надеждата, че чрез тях не само ще бъдат разкрити някои от „тайните“ на тези далечни мигранти, но може да подскажат и възможности за улесняване на ежегодно увеличаващите се хиляди алпинисти и туристи, атакуващи Хималайските върхове.

По Life Sciences и Journal of Avian Biology