

# Spraš a sprašová step – přehlížený biom ledových dob

## I. Spraš – zemina dvou tváří

Pojem spraš je sice znám i širší veřejnosti, nejen přírodovědecké, ale představy o jeho náplni většinou ani zdaleka nevystihují, co vše se pod tímto názvem skrývá. Zemědělec ví, že spraš poskytuje úrodné a dobře obdělávatelné půdy v našich nejúrodnějších oblastech, stavaři všeho druhu vědí, že spraš ve výkopech a zárezích udržuje svislé stěny navzdory tomu, že je to jen pouhá hlína, ale i to, že jako základová půda je citlivá na větší zatížení, a geolog dobře zná, že spraš tvoří rozsáhlé pokryvy a závěje, které mnohdy nepříjemně zakrývají skalní podloží, na druhé straně však představují vyhledávanou cihlářskou surovinu. To jsou ovšem skutečnosti náležející do rámce geověd, takže zbývá vysvětlit, co chceme psát o spraši v Živě.

Definice i podrobné popisy spraše v různých kompendiích a učebnicích se významu spraše pro živý svět dotýkají jen okrajově a spíše ho zcela pomíjejí, i když sám vznik spraše jakožto mimořádně svěbytného sedimentu je s živou složkou tak pevně spjat, že bez poznání jejího vlivu ho nelze správně pochopit. Abychom však byli spravedliví, použijeme jako příklad jednu z mnoha definic s komentářem, který nás uvede na stopu dvojí podstaty tohoto sedimentu. H. E. Reineck a I. B. Singh ve své monografii *Depositional Sedimentary Environments* (Úložné prostředí sedimentů, nakl. Springer 1980) kromě běžné

jednoduché definice: „Spraš je obvykle nevrstevnatá a nepevněná hornina pozůstávající převážně z prachových částic (0,02–0,06 mm) s příměsí jemného písku a jílu“, a dodávají, že zmíněné částice jsou transportovány větrem a ukládají se ve stepích, kde tráva prachové vrstvičky postupně prorůstá, přičemž stírá jejich zvrstvení. Není třeba dále rozvádět, že stepní trávník je obýván i drobnými živočichy a půdními mikroorganismy, které rovněž ovlivňovaly a přetvářely plynule narůstající sediment. To vše se dělo v určitém podnebí i časovém rozmezí a plně zapadá do definice půdy jako povrchové vrstvy zemské

kůry, jejíž vlastnosti určují horninový materiál, organismy, poloha v terénu, podnebí a čas. Z toho vyplývá hlavní podstata spraše, která není jen pouhou nakupeninou prachu navátého větrem, ale zároveň i půdou, jejíž souběžně se sedimentací probíhající geneze vtiskuje usazovanému prachu mnoho nových specifických vlastností. Spraš má tedy dvě různé tváře.

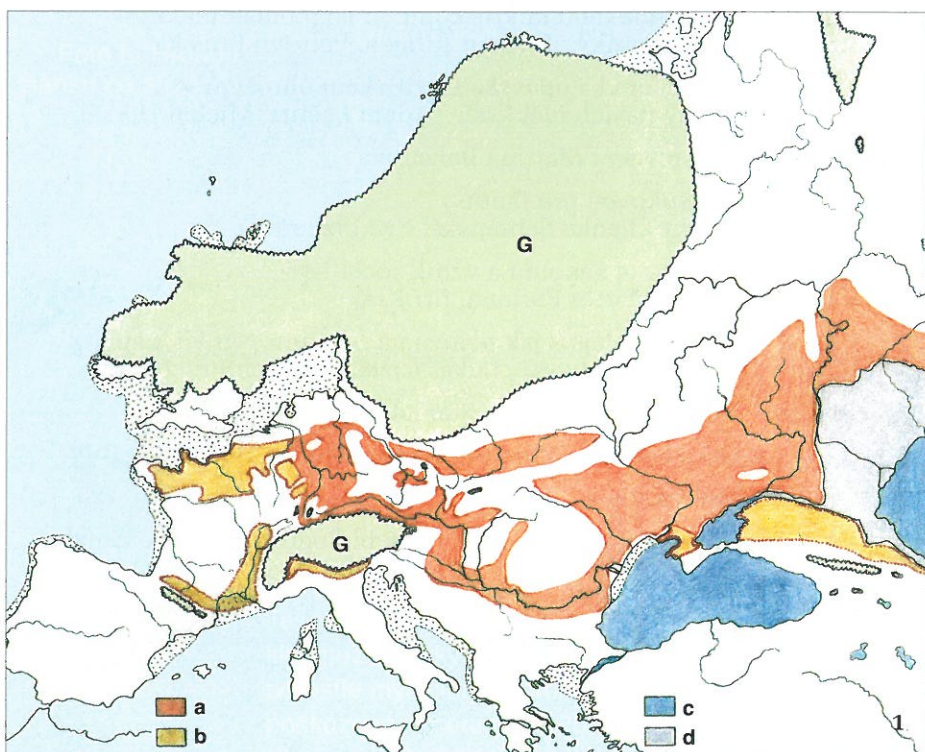
- O jejím sedimentárním – eolickém původu svědčí její zrnitostní složení a vytřídění, úložné poměry v podobě plošných nánosů i na náhorních plošinách nebo závějí na závětrných svazích, jakož i nezávislost minerální skladby a chemismu na místním horninovém podloží.

- Její půdní charakter pak dokládá specifická skladba jednotlivých stmelovaných zrn (verkittetes Einzelkorngefüge), obsah a forma  $\text{CaCO}_3$ , světle okrové zbarvení od oxidických sloučenin železa a především průběžný výskyt charakteristických fosilí, zejména ulit plžů a stop vlivů vegetace. Význam má i její geografické rozšíření odpovídající jasně vymezenému vegetačnímu

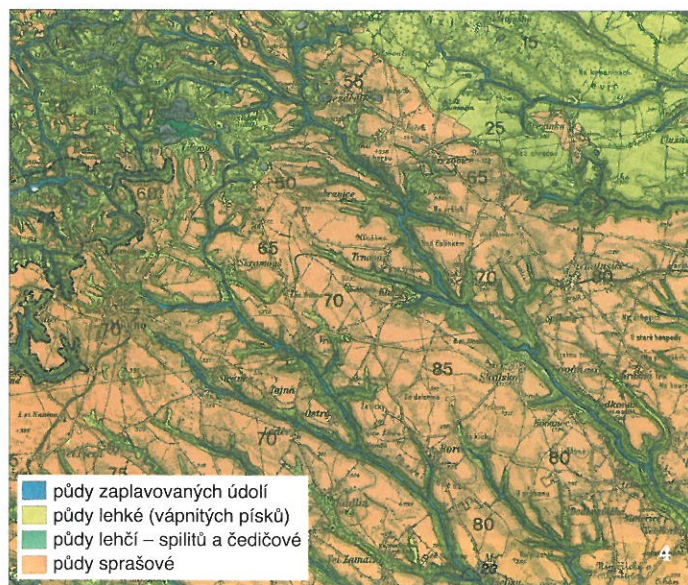
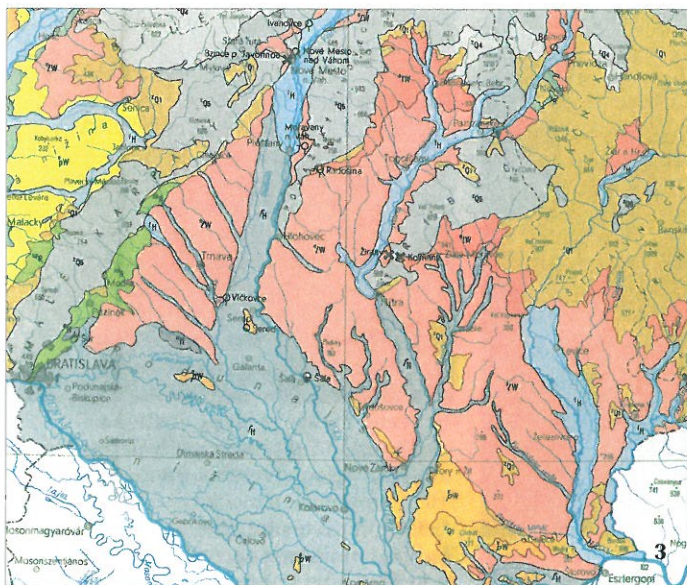
1 Sprašová zóna v Evropě. Typické spraše (a) pokrývají na východě rozlehlé plochy stepních oblastí, směrem k západu zónu přerušují pohoří a spraše se váží na teplé kotliny až nízké pahorkatiny.

V pásmu při Atlantickém oceánu a v submediteránní zóně na jihu vystupují v odlišných faciích (b); c – vnitřní moře, d – kaspická transgrese v glaciálu, G – zalednění v posledním glaciálu; tečkovaně – příbřežní oblasti vynořené v důsledku poklesu hladiny světového oceánu v glaciálu. Podle různých pramenů, podstatně upraveno. Orig. V. Ložek

2 Mocné sprašové série bývaly nákladně upraveny pro účely mezinárodních kongresů a sympozií. Zárez do až 50m sprašové tabule budované několika generacemi sprašových pokryvů (pravý břeh Dunaje, Paks, střední Maďarsko). Z materiálu k XVI. kongresu INQUA (International Union for Quaternary Research)







stupni sahajícimu ve střední Evropě do nadmořské výšky 300–350 m.

Souborně řečeno – spraš je produkt určitého vyhraněného ekosystému, a tím i objektem biologického výzkumu. Je třeba dodat, že v současné době nikde v Evropě tvorba spraše z klimatických příčin neprobíhá. Z nánosů prachových bouří se dnes nikde nevytváří spraš!

Jak úložné poměry a fosilie spraší, tak geochronologická měření (zvláště radiokarbon) jednoznačně ukazují, že většina povrchových spraší je produktem posledního glaciálu, zejména pak jeho vrcholné – pleniglaciální fáze, která končila zhruba před 16 tisíci lety. Spraše ze starších ledových dob jsou také časté, mají však daleko menší rozsah vzhledem k odnosem pochodům, které v kvartéru modelovaly povrch terénu, takže se zachovaly jen v určitých chráněných prostorech, často v podloží spraše posledního glaciálu nebo pod svahovými uloženinami. Spraše glaciálů různého stáří bývají v chráněných sedimentačních prostorech, zejména v říč-

ních údolích, od sebe odděleny souvrstvími fosilních půd a jejich svahovinných derivátů zákonité stavby, které označujeme jako půdní komplexy (PK).

### Co nabízí výzkum spraše biologům?

V geologické i geomorfologické literatuře byla sice sprašm věnována značná pozornost jak z hlediska základního, tak aplikovaného výzkumu, přičemž se však namnoze nevěnovala patřičná pozornost přesnému rozlišení pravých spraší, tj. prachových sedimentů, které splňovaly všechna svrchu uvedená kritéria, především obsah vápníku. Tak na starších a bohužel i některých novějších geologických mapách byly jako spraše mapovány i nevápňité a zrnitostně méně vytríděné hlíny, které se spraší podobaly vnějším vzhledem, především zbarvením. To podstatně zkreslovalo jejich paleoekologickou výpověď, neboť se tak stíraly specifické rysy sprašové zóny jakožto někdejšího vyhraněného vegetačního stupně – sprašové stepi.

Nepřesné vymezení spraše jako charakteristické litologické a zároveň i půdní jednotky zastíralo její význam jakožto vynikajícího paleoekologického indikátoru, jakých je mezi sedimenty i půdami jen málo – navíc v území s nedostatkem jiných dokladů, především paleobotanických. Spraš lze totiž snadno rozlišit i v polních podmínkách a tím okamžitě získat spolehlivý doklad, že se v daném místě v glaciálu rozkládala sprašová step s příslušnou vegetací a faunou (její rozbor a význam bude naplnit druhého dílu článku). V následujících řádcích se pokusíme shrnout hlavní směry výpovědi spraše z biologického hlediska, přičemž se přísně přidržíme jen těch poznatků, které nám poskytuje pravá typická spraš.

### Spraš a problematika přírodních poměrů v nezaledněné střední Evropě

Spraš poskytuje nejvíce dokladů o prostřední glaciálu v suchých teplejších oblastech střední Evropy, které na rozdíl od poměrů v Evropě severozápadní, dnes často nekriticky transponovaných do našich krajin, nikdy nemělo charakter severských tundry, nýbrž chladné kontinentálních stepí a pustin vnitřní Asie. O tom jednoznačně svědčí fosilní fauna spraší, přede-

3 Při severním okraji slovenského Podunají pokrývá spraš souvisle rozsáhlé plošiny podél dolního Váhu a Nitry. Červeně spraš, modře nivy. Upraveno podle: I. Vaškovský – Geologická mapa kvartéru Slovenska (1975)

4 Zatímco spraš (červeně) pokrývá bez přerušení plošiny Jizerské tabule, v Polomených horách ostrůvkovitě kryje drobné plošiny nezi kaňony v kvádrových pískovcích (zeleně – pískovce, modře – nivy). Podle mapy půdních poměrů ČSR, upraveno (M. Vašíček, K. Žebera, H. Žalio, List Mělník 1947: 3853)

vším téměř všudypřítomní plži, jejichž společenstva se ve spraši zachovala v druhotně neporušené původní podobě, takže umožňují kritické srovnání s obdobnými recentními malakocenózami vnitřní Asie (viz též článek na str. 118 tohoto čísla). Jde zejména o společenstva s vůdčím druhem údolníčkem *Vallonia tenuilabris*, u nás vyhnulým během pozdního glaciálu, jak nejnověji doložil Stefan Meng (2009) podrobnými rozbory vnitroasijských malakofaun s *V. tenuilabris*.

Středoevropské sprašové malakocenózy představují podivuhodnou směs elementů kontinentálních stepí s některými prvky subpolárními a vysokohorskými i řadou běžných mezofilních druhů schopných žít jak na otevřených, tak lesních stanovištích včetně poloruderálních ploch a antropicky narušených míst v dnešní kulturní krajině. Podobnou výpověď poskytují i sprašové nálezy fosilních obratlovců a dosud bohužel nečetné pylové rozbory. Společnou vlastností všech těchto prvků, které dnes často nalezneme ve vzájemně odlehklých končinách, je schopnost žít v otevřené krajině a snášet velké výkyvy teploty a vlhkosti. I když roční průměr teplot byl nízký, často pod bodem mrazu, nutno počítat s poměrně teplým létem – na rozdíl od chladných let v západní Evropě.

Sprašový stupeň nebyl úplně jednotný. V oblastech, které i dnes vykazují nejsušší a zároveň nejteplejší klima (suché termofytikum), panovaly výrazně stepní podmínky a spraše měly v průměru světlejší odstín i vyšší obsah  $\text{CaCO}_3$ . V současnosti vlhčích a obvykle i chladnějších okrajích, většinou při okraji sprašového pásma,



5 Přirozené výchozy spraše tvořící svislé stěny s vertikálními odlučnými puklinami u Moravan nad Váhom. Snímky V. Ložka, pokud není uvedeno jinak





byly podmínky méně aridní, což se jeví hnědším odstínem spraší i nepřítomností některých výrazných xerotermů, jako je zejména plž suchorypka rýhovaná (*Helicopsis striata*). Podobně tomu bylo i tam, kde spraše zasahovaly velkými údolními do hor jak při okraji Alp, tak slovenských Karpat. V chráněných okrcích v předhořích pak otevřená krajina přecházela do porostů rázu horské tajgy. Jak vypadaly pahorkatiny a nižší vrchoviny České vysočiny, nemáme zatím jasnou představu vzhledem k nedostatku patřičných fosilních dokladů. Že se zde aspoň místy nacházely formace podobné sprašové stepi, nasvědčují nálezy z národní rezervace Vyšenské kopce u Českého Krumlova z nadmořské výšky kolem 535 m (Ložek 2000).

V rámci kvartérního klimatického cyklu jsou čisté spraše vázány téměř výhradně na pleniglaciální fáze, takže představují operné lito- i ekostratigrafické horizonty. Severní hranice sprašové zóny vždy ležela s určitým odstupem na jih od okraje příslušného zalednění, k jihu vyznívala směrem do submediteránního pásma. Tzv. mediteránní spraše, známé třeba z jižní Francie nebo Španělska, sice časově odpovídají našim sprašovým fázím, liší se však jak litologickým vývojem, tak obsahem fosilií, které rovněž odpovídají stepnímu prostředí, ovšem teplejšího rázu.

### Sprašová fáze jako výchozí bod postglaciálního vývoje

Většina klasických rekonstrukcí vývoje bioty od konce glaciálu do současnosti vychází z krajin, kde je výchozím bodem odlednění – tedy moment, který lze právem nazvat bodem nula. Tím jsou dány i představy o rázu prostředí, které se vy-

tvářilo bezprostředně po ústupu ledovce, kdy se na surových půdách v drsných podmínkách postupně uchycovala vegetace a objevovali se první živočichové. Výstižně popisuje tento stav dánský paleobotanik J. Iversen (1973), jehož text provází barevný obrázek krajiny ve starším dryasu, kde v popředí na balvanité moréně vidíme dryádku, lomikámen vstřícnolistý, silenku bezlodyžnou, trpasličí vrby (*Salix polaris*, *S. herbacea*), šťovíček vysokohorský, hadí kořen živorodý, vraneček brvitý, žlutuchu alpskou, trávníčku přímořskou, vratičku měsíční, rakytníkové houští, břízu zakrslou a devaterník penízkový. V pozadí na zelené louce se pase kůň a přibíhají sobi. V dalším popisu se ovšem kriticky zmiňuje, že v uvedené dryasové flóře se zjistil i teplomilný vičeneč ligrus i další, dnes často plevelné rostliny, mimo jiné i chrpa polní. Souhrnně pak označuje tuto vegetaci jako „tundru“, ovšem s řadou výhrad zohledňujících půdní poměry, nedostatky srážek i rychlost migrací. Nicméně jde o klasickou rekonstrukci, jak vypadalo první vegetační stadium v čerstvě odledněném území. Obdobný obraz poskytovala krajina na většině odledněného území v jižním Pobaltí a dosti podobné poměry se předpokládají také dále k západu v pásmu přiléhajícím k Atlantskému oceánu.

Naproti tomu v téže době poskytovaly nížiny a teplé pahorkatiny nezaledněné střední Evropy, a tedy i našich zemí, zcela jiný obraz. Především zde vyznívala tvorba spraše a do ekosystému sprašové stepi, který zde trval po celé desítky tisíciletí, počínaly pronikat klimaticky náročnější druhy z refugij ležících z větší části na jihovýchodě, především v chráněných předhořích Alp a Západních Karpat včetně

6 Ve stěnách cihelen vystupují nejen spraše (světlé homogenní plochy), ale i celá souvrství různě zbarvených fosilních půd odrážejících teplejší oscilace, především během časného glaciálu (Dolní Chabry).

7 Na březích Dunaje vystupuje spraš na mnoha místech jako svislé stěny, které se obnovují působením boční eroze při větších povodních (Boží vrch u Štúrova, na snímku V. Ložek jun.).

8 Ve stržích spraš dlouhodobě udržuje svislé stěny (Hlboký járok u Moravan).

9 Na ovětralých sprašových stěnách se bělají nesčetné ulity drobných plžů – obyvatel sprašové stepi. Jantarka podlouhlá (*Succinella oblonga*) na stěně cihelny v Kočkovcích u Púchova

10 Drobné slepenečkovité konkrce  $\text{CaCO}_3$  vzniklé obvykle na kořnicích bylin jsou běžným novotvarem spraší, podobně jako kořenové rourky (rhizosolenie). Průměrná velikost zobrazených mikrokonkrce kolísá kolem 5 mm (Širkovce). Foto L. Juříčková

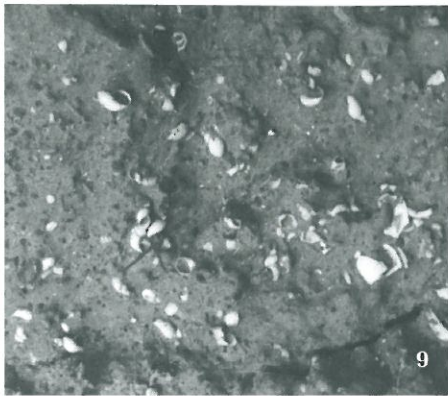
11 Výplav ulit z bazálních poloh nejmladší spraše v Pavlově (CHKO Pálava). Společenstvo vrcholné fáze posledního glaciálu: velké bílé ulity – srstnatka chlupatá (*Trochulus hispidus*), menší bílé kuželovité – jantarka podlouhlá, širší hnědé válečkovité – zrnovka *Pupilla* ssp., štíhlé hnědé – ostroústka válcovitá (*Columella columella*). Foto L. Juříčková

tzv. Pramaty (Živa 2009, 4: 146–149), zatímco některé vnitrosijské prvky postupně mizely. Nicméně řada typických obyvatel sprašové stepi se postupně začleňovala do nových společenstev, neznídkna na zcela odlišných stanovištích. Příkladem jsou mnohé druhy plžů, které v tisících obývaly sprašovou step a z nich některé se uchýlily na xerotermní skály (např. zrnovka žebematá – *Pupilla sterrii* a zrnovka třízubá – *P. triplicata*), jiné na mnohem vlhčí a mnohdy i postupně zastíněné biotopy, jako jantarka podlouhlá (*Succinella oblonga*) nebo srstnatka chlupatá (*Trochulus hispidus*). Bližší popis těchto dějů nabídne druhý díl této studie. Jinými slovy – v našich zemích odpovídá bodu nula v odledněných oblastech jen přeměna sprašové stepi na řadu nových stanovišť, která poskytl domov mnohým z původních obyvatel sprašové stepi, ale i stále silícímu počtu nových přistěhovalců. Tisíce let trávající homogenní biotop sprašové stepi se plynule měnil na celý soubor daleko rozmanitějších stanovišť nastupujícího poledového období – holocénu.

### Sprašová stanoviště v současné době

Sprašové prvky a závěje samozřejmě přetrvávaly až do dnešních dnů, ale již dávno nejsou podkladem sprašové stepi. V nejsušších teplých oblastech se vzrůstem teploty a následně i vlhkosti se na nich vytvořila černozemní step. Z ní by do dnešní doby přetrvávaly jen nepatrné zbytky, nebýt osídlení rolnickým lidem v mladší době kamenné – neolitu, které zbývající plochy černozemní stepi v rámci staroholocenní lesostepi ochránilo před postupujícím lesem vytvořením otevřených zemědělské krajiny. Ve vlhčích oblastech však





i spraše pokrýl les, pod nímž se vyvinuly lesní půdy typu luvizemí (sprašové hnědozemě).

Nicméně spraše dodnes ovlivňují půdní poměry, především tím, že poskytují vegetaci a drobné fauně vápnitý substrát také v krajinách, kde skalní podklad tvoří nevápnité, začasté i silně kyselé horniny. Příkladem jsou sprašové pokrývy na plošinách kvádrových pískovců v severní polovině Čech, kde sprašový pokrýv

umožňuje jak orbu, tak úspěšné ovocnářství (Mužský v Českém ráji, jih Polomeňských hor), stejně jako na šterkopískových labských terasách mezi Mělníkem a Českým středohořím. Tam, kde čerstvá spraš vychází k povrchu, třeba na hranách plošin, ve stržích a úvozech, se dodnes setkáváme s bohatou stepní květenou, jako donedávna v přírodní památce Sprašová rokle u Zeměch na Kralupsku i v dalších dnes již většinou zaniklých stržích v dol-

ním Povltaví, na Slánsku nebo na jižní Moravě pod Pálavou a na Znojemsku.

Biota sprašové stepi představuje ve střední a východní Evropě jeden ze základních pilířů postglaciálního vývoje a její bližší poznání je předpokladem k hlubšímu pochopení dnešní živé přírody, jak se pokusíme osvětlit v druhém dílu článku.

Petr Šíma, Ilja Trebichavský

## Rozpoznávání – základ imunity III.

*Nepředvídatelnost je trvalou vlastností všeho živého.*  
Konrad Lorenz, Odumírání lidskosti

**Už víme, že proces rozpoznávání „cizího“, co nepatří do skladby vnitřního prostředí organismu, je důležitý pro přežití organismu jako svébytné, nezaměnitelné individuality. Předání zprávy o přítomnosti „cizího“ imunokompetentním buňkám je následováno evolučně prastarou odpovědí, podle závažnosti ohrožení buď místní, nebo systémovou. Říkáme jí obecně zánět. Zánětová reakce je nesmírně komplexní obranná reakce, které se účastní soubory hierarchicky uspořádaných a vzájemně zpětnovazebně propojených mechanismů, jež dodnes přesně neznáme.**

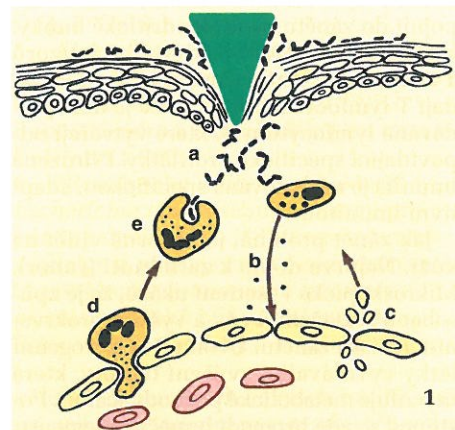
### Zánět

Zánět si určitě prožil každý člověk. Jeho jednotlivé fáze byly popsány už před dvěma tisíci let tak věrohodně, že na jejich původní formulaci není třeba dodnes nic měnit. Jsou čtyři znaky zánětu: zčervenání, otok, teplo a bolest – v latinském originálu Notae vero inflammationis sunt quattuor: rubor et tumor cum calore et dolore. Tak zánět charakterizoval kolem r. 30 našeho letopočtu římský encyklopedista Aulus Cornelius Celsus ve svém spisu De medicina. Téměř o 130 let později připojil Galén z Pergamu k této definici ještě pátý znak – porucha funkce (functio laesa).

Zánětem organismus reaguje na cizorodé látky a patogenní mikroorganismy a jejich metabolity (toxiny), které pronikly

do jeho vnitřního prostředí, ale také na některé fyzikální a chemické faktory přicházející z vnějšího světa. Stejně odpovídá i na pozmeněné složky vlastních buněk a tkání. Řada nemocí různé etiologie, od infekčních chorob, alergií, revmatismu, až po nádory, jsou provázeny zánětem. Podle toho, jak dlouho trvá, rozlišuje se zánět na akutní (dny) a chronický (měsíce).

Zánětu se už od jeho počáteční fáze účastní obě složky přirozené imunity: humorální, kterou představují tzv. mediátory zánětu, a buněčná. Mediátory zánětu jsou produkty bílých krvinek i jiných buněčných elementů (obr. 1). Jsou to faktory srážení krve (koagulace) i opačného procesu (fibrinolýzy), látky zvyšující propustnost cév (kininy), složky komplementu



**1** Schéma zánětu. Do místa poranění kůže vnikají bakterie (a), žírné buňky uvolní histamin zvyšující propustnost cévní stěny (b), z kapilár vycestovávají krevní destičky, které zahajují srážení krve a uvolňují TGF- $\beta$  (transformační růstový faktor beta). TGF- $\beta$  aktivuje makrofágy, ale později zánět brzdí a napomáhá obnově poškozených tkání (c). Do místa zánětu vcestovávají granulocyty – neutrofilny (d), které pohlcují bakterie (e). Všechny přítomné buňky rozpoznávají struktury bakterií pomocí receptorů TLR, produkují zánětové cytokiny a ty zesílí uvedené mechanismy. Blíže v textu. Orig. I. Trebichavský, kreslila M. Chumchalová

a různé cytokiny a v posledních fázích také specifické protilátky namířené proti cizorodým i pozmeněným antigenům vlastních buněk. Převažující buněčnou složkou v zánětlivém ložisku jsou fagocytující buňky (makrofágy, monocytů a neutrofilní granulocyty), významnou roli hrají i žírné buňky (Živa 2009, 3: 102–103). Později vstupují do místa zánětu lymfocyty. Při akutním zánětu stoupá v kostní dřeni produkce monocytů až o 60 %. Ty pak vstupují do krevního oběhu, takže již po