

Jsou rostliny magnetické?

Václav Havel, Gerhard Höfer, Tomáš Č. Kučera, Plzeň

ÚVOD

Otázka v nadpisu a řada dalších otázek napadla autory článku, když při přípravě výzkumu navštívili výsypky odpadu z bývalých hrudkoven v Ejpovicích a železnorudného dolu v Dýšíně. Autoři si povšimli, že na zdánlivě zcela neúrodném podloží roste řada rostlin. Byly odebrány vzorky z uloženého materiálu, ale také vzorky některých rostlin, které tam rostly.

EKOLOGICKÁ A BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA LOKALITY

Struskové haldy u bývalé ejpovické hrudkovny (lokalita u výtoku do zatopeného ejpovického lomu) představují z ekologického pohledu typ extrémního stanoviště (obr. 1, 2).

Struska z hrudkoven je substrátem, který obsahuje pouze malé množství živin, je velice propustný pro vodu, snadno vysychavý a díky své tmavé barvě i velice výhřevný. Druhy vyskytující se na takovém stanovišti jsou tedy vystavovány velkým výkyvům stanovištních poměrů, zejména co se týká teploty a půdní vláhly, musí jít tedy o druhy velice odolné, případně s extrémními nároky na prostředí. Nicméně ani tyto druhy zde nevytvářejí souvislé porosty, ale osidlují pouze místa s lokálně příznivými podmínkami (obr. 3).

Stromová vegetace je na ejpovických haldách velice sporadická. Je reprezentována jednak původními náletovými dřevinami, zejména břízou bělokorou (*Betula pendula*), jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*), jednak invazním druhem ze Severní Ameriky – trnovníkem akátem (*Robinia eudacacia*). Ty porůstají starší a erozi méně vystavené části hald. Keřové patro prakticky chybí, je zastoupeno pouze juvenilními jedinci uve-



obr. 1: Celkový pohled na haldy u výtoku ze zatopeného lomu u Ejpovic. V pozadí porosty trnovníku akátu (*Robinia pseudacacia*). Foto T. Č. Kučera 25. 9. 2006.



obr. 2: Pohled na částečně porostlé struskové haldy. Vlevo vpředu suché odumřelé rostliny mydlice lékařské (*Saponaria officinalis*), osamělé růžice patří jednoletým jedincům pupalky dvouleté (*Oenothera biennis*), v pozadí klonální tráva třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*); na horizontu porosty akátových výmladků (*Robinia pseudacacia*). Foto T. Č. Kučera 25. 9. 2006.

dených druhů dřevin, dále růžemi (*Rosa* sp.) a ostružiníky (*Rubus fruticosus* agg.).

Bylinné druhy na lokalitě dosahují pokryvnosti pouze cca 40 %. Převažují zde druhy tolerantní vůči suchému substrátu a druhy s rozsáhlým vegetativním rozmnožovacím aparátem (obr. 2). Nejčastější je třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), dále mydlice lékařská (*Saponaria officinalis*), hadinec obecný (*Echium vulgare*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), merlík mnohosemenný (*Chenopodium polyspermum*), starček lepka-vý (*Senecio viscosus*), písečnice douškolistá (*Arenaria serpyllifolia*), bělolist rolní (*Filago arvensis*), bér zelený (*Setaria viridis*), milička menší (*Eragrostis minor*). Z nepůvodních druhů je nejčastější pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*) a merlík hroznovitý (*Chenopodium botrys*) (obr. 3). Posledně jmenovaný druh je považován za vzácný teplomilný adventiv a ejpovické haldy představují jednu z jeho „klasických“ lokalit výskytu [5].



obr. 3: Vegetace na haldách s výskytem merlíku hroznovitého (*Chenopodium botrys*) – vyšší rostliny uprostřed, pupalky dvouleté (*Oenothera biennis*) – růžice v celém záběru, a hadince obecného (*Echium vulgare*) – vyšší rostliny vpravo. Foto T. Č. Kučera 25. 9. 2006.

URČOVÁNÍ MAGNETICKÝCH VLASTNOSTÍ SLABĚ MAGNETICKÝCH MATERIÁLŮ

Pro určení magnetických vlastností materiálů slabě magnetických látek se ve fyzice užívá bezrozměrná veličina, kterou nazýváme magnetickou susceptibilitou [3] a značí se κ_m . Tato veličina je součinitelem mezi magnetizací $\vec{M}$ a intenzitou magnetického pole $\vec{H}$, což můžeme zapsat jako

$$\vec{M} = \kappa_m \cdot \vec{H}.$$

Magnetizace i intenzita magnetického pole jsou měřeny ve stejných jednotkách – $A \cdot m^{-1}$. Je-li magnetická susceptibilita látky záporná, jedná se o diamagnetikum, je-li kladná, jde o paramagnetikum nebo antiferomagnetikum (o feromagnetikách a feritech neuvažujeme). Zatímco velikost absolutní hodnoty susceptibility diamagnetik je řádově 10^{-6} , je u paramagnetik 10^{-6} – 10^{-3} . Podobnou hodnotu susceptibility mají i antiferomagnetika. Susceptibilita paramagnetik závisí na teplotě podle Curieova zákona

$$\kappa_m = \frac{C}{T},$$

kde C je konstanta a T termodynamická teplota. Mezi paramagnetické látky patří zejména sloučeniny obsahující ionty přechodných prvků. V našem případě se jedná zejména o prvky z tzv. 3d-skupiny, a to zejména o ionty Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , protože v železných rudách bývají tyto prvky zastoupeny. Souvislostí mezi složením látek a jejich chemickými vlastnostmi se zabývá magnetochemie [1]. Z jejích poznatků vyplývá, že organické látky patří většinou mezi diamagnetika, protože většina organogenních prvků vystupuje ve sloučeninách

se zápornou molekulární susceptibilitou. Pokud by byl u rostlin naměřen paramagnetismus, svědčilo by to o přítomnosti paramagnetických iontů.

POUŽITÝ PŘÍSTROJ A PŘÍPRAVA VZORKŮ

Pro měření magnetické susceptibility byl užit poloautomatický kappametr, v němž je měřicí proces řízen mikroprocesorem. Přístroj udává digitální veličinu, která je úměrná magnetické susceptibilitě měřeného vzorku. Přepočet na správnou hodnotu se provádí kalibrací přístroje látkou považovanou za normál pro tato měření. Tím je v našem případě hexahydrát chloridu nikelnatého ($\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$), jehož susceptibilita při 20°C je podle [2] $0,306 \cdot 10^{-3}$.

Vzorek z odpadu byl rozmělněn v achátové třecí misce a potom prosíván. Hrubší frakce byla odstraněna a pro měření užit jen materiál s velikostí zrna do 1,5 mm. Vzorek byl při měření v nádobce z plastu. Hodnota susceptibility prázdných nádobek byla rovněž měřena a od výsledků odečtena. V této fázi orientačních měření nebyla provedena oprava na účinný průřez vzorku. Sesbírané rostliny byly usušeny, rozmělněny a napěchovány do měrných nádobek. Jako kontrolní vzorek, který nepocházel z uvedené lokality, byly listy trnovníku akátu, sebrané v katastru Třemošná-Záluží.

VÝSLEDKY A JEJICH ZHODNOCENÍ

Pro každý vzorek bylo provedeno 10 měření, vypočten průměr, nejistoty měření a opravy na susceptibilitu nádoby. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Zkoumaná látka	Magnetická susceptibilita
Materiál z odvalu	$(9\,500 \pm 1\,600) \cdot 10^{-6}$
Mydlice lékařská	$(63 \pm 19) \cdot 10^{-6}$
Pupalka dvouletá	$(44,3 \pm 2,0) \cdot 10^{-6}$
Trnovník akát – listy	$(48,0 \pm 1,0) \cdot 10^{-6}$
Trnovník akát – listy kontrolní vzorek	$(5,07 \pm 0,53) \cdot 10^{-6}$

Z tabulky vyplývá, že materiál z odvalů je silně paramagnetický a není vyloučeno, že obsahuje drobné feromagnetické částičky, které zatím nebyly separovány.

Vzorky rostlin jsou paramagnetické. Kontrolní vzorek listů z trnovníku akátu vykazuje překvapivě rovněž paramagnetismus, ale hodnota susceptibility je o řád nižší.

Dosud provedená měření ukazují, že magnetické ionty z podloží přecházejí do rostlin a jsou zřejmou příčinou výrazného paramagnetismu. Podrobnější výzkum dá s velkou pravděpodobností další zajímavé výsledky.

Literatura:

- [1] Selwood P. W.: *Magnetochemistry*. Nordwest. Univ., Evanston 1956.
- [2] Landolt-Börnstein: *Zahlenwerte und funktionen aus naturwissenschaften und Technik Gesamtherausgabe (Gruppe II.)*. Spinger 1986.
- [3] Brož J.: *Moderní problémy feromagnetismu*. ČAV, Praha 1962.
- [4] *Návod k obsluze měřiče magnetické susceptibility KLF3*. Geofyzika, Brno 1989.
- [5] Hejný S., Slavík B. (red.): *Květena České republiky 2*. Academia, Praha 1990.

Poděkování: Za pomoc při determinaci *Chenopodium botrys* Zdeňce Chocholouškové.