

SLAVÍKOVÁ: EKOLOGIE ROSTLIN

buněk. Určuje fyziologickou konstituci rostliny, která je druhově specifická.

Na druhé straně rostlinná buňka musí přijmout z půdního roztoku všechny ionty, pokud není schopna je vyloučit selektivní permeabilitou membrán. Tak se dostávají do buňky rostliny i zbytečné (balastní) a třeba i škodlivé látky. Např. při vysoké koncentraci solí ve slaných půdách se do buněk kořenů rostlin dostávají ionty Na^+ a Cl^- v takovém množství, které není pro rostlinu potřebné a je balastní. Zvyšuje se tím osmotický tlak a snižuje vodní potenciál buněk. Balastní je i vysoká koncentrace vápníku v buňkách rostlin, které rostou na vápenci.

Některé druhy rostlin vyžadují pro svůj růst a vývoj velkou zásobu živin v půdním substrátu. Rostou proto na eutrofních biotopech. Na rozdíl od nich oligotrofní biotopy jsou chudé živinami.

Některé půdní substráty určují specifické složení vegetace. Jsou to ty, na nichž se vytvářejí mezní stanovištní podmínky, které jsou limitující pro některé druhy rostlin a naopak preferují jiné, na ně adaptované rostliny. Jsou to především substráty s výrazně zvýšenou nebo sníženou koncentrací vodíkových iontů, dále vápenec a dolomit, hadec a substráty s vyšší koncentrací solí a dusíku nebo těžkých kovů, anebo naopak oligotrofní substráty s extrémně nízkým obsahem živin.

5/3/1 Koncentrace vodíkových iontů

Většina rostlin je citlivá na koncentraci vodíkových iontů v půdě, tj. na půdní reakci. Půdní reakce je v podstatě určována matečnou horninou, ale je výsledkem mnoha fyzikálních, chemických a mikrobiologických procesů v půdě a zároveň souhrnným ukazatelem těchto procesů. Např. kyselá reakce v půdě se může vytvořit vyplavením kationtů srážkovou vodou z povrchových vrstev půdy do spodních vrstev, dále působením organických kyselin, které jsou vylučovány kořeny rostlin a mikroorganismy, a také disociací kyseliny uhličitě, která se v půdě hromadí jako produkt dýchání a mikrobiálních procesů. Závisí pak na výchozím chemickém složení matečné horniny a na kvalitě humusu, jaká bude výsledná reakce půdy.

Některé rostliny zvyšují svým detritem (např. opadem listů) kyselost povrchu půdy (např. smrk, borovice, vřes, brusinka). Z těchto listů se tvoří surový humus, který obsahuje fulvokyseliny, jež velmi účinně rozkládají a vyluhují minerální látky v půdě, a tak přispívají ke snižování pH půdy.

Naproti tomu jiné rostliny (např. lípa, buk, javor) vytvářejí svým opadem humus s převahou huminových kyselin, které nezpůsobují vyluhování minerálních látek (především kationtů) do spodní vrstvy půdy; tím se půdní reakce udržuje neutrální až alkalická.

Tabulka 9

Průměrné hodnoty pH výluhů listů některých našich rostlin (upraveno podle MARANA 1944)

Listy	pH
bažanka vytrvalá (<i>Mercurialis perennis</i>)	7,4
javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	6,5
lípa srdčitá (<i>Tilia cordata</i>)	5,6
buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>)	5,6
bříza převislá (<i>Betula pendula</i>)	5,8
habr obecný (<i>Carpinus betulus</i>)	4,9
borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	4,8
smrk obecný (<i>Picea abies</i>)	4,1
vřes obecný (<i>Calluna vulgaris</i>)	4,4
brusnice borůvka (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	4,3
brusnice brusinka (<i>Vaccinium vitis-idaea</i>)	3,8

Na tab. 10 jsou uvedeny výsledky šestiletého pokusu, které ukazují zvýšení původního pH půdy ve smrčině pouze působením rozkladu listů listnatých dřevin.

V posledních letech se na změnách pH půdy uplatňuje velmi významně také SO_2 , který vzniká spalováním fosilních paliv a s dešťovými srážkami se dostává z ovzduší do půdy, kde působí jako kyselina. Kyselé srážky navíc ještě vyvolávají vyluhování živin z půdy, především hořčíku a vápníku, a pravděpodobně i draslíku. Těmito pochody dochází pak k velmi hlubokým poklesům pH postižených půd.

Další nepříznivé změny pH půdy se objevují v současné době také na okrajích vozovek, které jsou posypávány v zimě solí. Roztoky soli NaCl vytěsňují vápník ze sorpčního komplexu sodíkem, a tak odvápníují půdu a mění její pH. Spadem popílku se většinou na povrchu půdy minerální soli koncentrují tak, že pH půdy se výrazně zvyšuje (viz též str. 50).

Tabulka 10

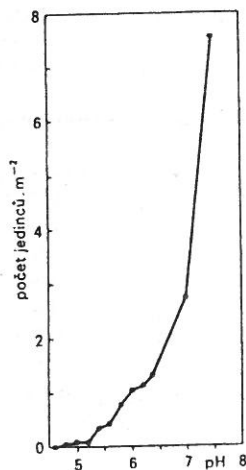
Vliv listů různých listnatých dřevin na pH povrchu půdy ve smrčině u Curychu. A původní pH půdy ve smrčině před pokusem, B pH téže půdy po šestiletém působení navezenou vrstvou listů listnatých dřevin (podle ELLENBERGA 1978)

Listy dřevin	A	B	rozdil
lípa srdčitá (<i>Tilia cordata</i>)	5,2	6,5	1,3
javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>)	5,2	6,2	1,0
jasan ztepilý (<i>Fraxinus excelsior</i>)	5,3	6,1	0,8
habr obecný (<i>Carpinus betulus</i>)	5,6	5,8	0,2
dub letní (<i>Quercus robur</i>)	5,1	5,3	0,2

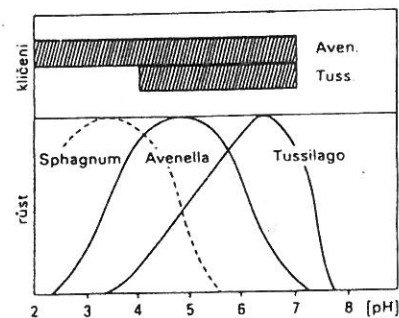
Půdní reakce se mění v čase i prostoru. Během roku se mění v závislosti na změnách teploty a rozložení dešťových srážek. Mění se také v jednotlivých půdních horizontech od povrchu půdy až do její spodiny. V humidních oblastech bývá vlivem vymývání kationtů dešťovými srážkami na povrchu půdy hodnota pH relativně nejnižší; směrem do hloubky půdy pH vzrůstá. V aridních oblastech následkem vzlinání a sedimentace minerálních roztoků směrem k povrchu půdy tomu bývá opačně. Na povrchu půdy pak je pH relativně nejvyšší. Prostorové změny v pH půdy se mohou sledovat také na svazích kopců a hor. Většinou acidita na svazích směrem vzhůru stoupá, takže relativně nejnižší hodnota pH bývá na vrcholové plošině (jako následek promývání kationtů deštěm do hlubších vrstev půdy). Na druhé straně úpatí svahů mívá relativně nejvyšší hodnotu pH vlivem přísunu splavovaného (alochtonního) materiálu.

Výrazné rozdíly v hodnotách pH půdy byly změřeny také na svazích jednoho kopce kuželovitého tvaru (Oblik v Lounském středohoří). Na těže bazické matečné hornině (nefelický bazanit) byla na východním a severním svahu průměrná hodnota pH půdy 5,9, kdežto na jižním a západním svahu byla průměrná hodnota pH 7,5. Tyto rozdíly jsou výsledkem vlivu hloubky půdy jednotlivých stanovišť, která se vytvořila komplexním působením expozice svahů ke světovým stranám. Na mělkých pararendzinách jižního a západního svahu se uplatňuje bazická hornina více než na relativně hluboké půdě východního a severního svahu.

Půdní reakce určuje rychlost dekompozičních pochodů a působí i výběr skupin dekompozičních mikroorganismů. Na kyselých půdách je rozklad detritu pomalý. Mikrobiální složka edafonu je inhibována. Hlavní skupinou rozkladačů jsou plísňe a další houby. Na půdách s neutrální až alkalickou reakcí převažují v rozkladné činnosti půdní bakterie a dekompozice probíhá rychleji. Při dekompozici se uplatňují také žížaly, které v kyselých půdách většinou nežijí.



32/ Vliv pH půdy na zmlazování buku v jihošvédských bučinách (podle ELLENBERGA 1982)



33/ Vliv pH na růst mechu rašelíniku (*Sphagnum rubellum*) a na klíčení a růst rostlin: metličky krivolaké (*Avenella flexuosa*) a podbělu lékařského (*Tussilago farfara*) pěstovaných v živném roztoku (podle LARCHERA 1980)

Určité skupiny rostlin jsou schopny růst jen v určitém rozmezí pH, kde mají optimum svého růstu a jsou také konkurenčně nejsilnější. Půdní reakce se totiž uplatňuje přímo i nepřímo na příjem živin, a tím i na další funkce rostlin (obr. 32 a 33).

I když toto působení na rostliny je komplexní, bylo zjištěno, že nepřímo vliv nízkého pH půdy působí snížení absorpce kalcia, magnézia a fosforu a dále zvyšuje rozpustnost některých látek, např. hliníku, manganu, železa a těžkých kovů, až ke koncentracím s toxickým účinkem. V kyselém prostředí je také snížena rychlost koloběhu dusíku a jeho fixace. Akumulace organických kyselin nebo dalších toxických látek v půdě působí nepříznivé oxido-redukční podmínky, které se pak nepřímo projevují na výživě rostlin. Následující tabulka 11 přináší ukázkou druhové bohatosti společenstev rostlin z Krkonoš (Velká Kotelná jáma, Čertova zahrádka a Čertova rokle), kde dochází k těsnému kontaktu hornin o různém obsahu Ca^{2+} , a tím i pH.

Tabulka 11

Průměrný počet druhů na zkusných plochách na dvou horninách ve vztahu k pH půdy v Krkonoších (ŠIROVA 1970)

Hornina	Svor	Erlan, vápenec porfyrít
rozsah pH	4,0–5,3	5,4–6,7
průměrný počet druhů na ploše 1 m ²	12	19

Podle amplitudy pH půdního prostředí dělíme rostliny do tří skupin:
 1. acidofyty (acidofilní rostliny) s amplitudou pH do 6,7; např. *Festuca ovina* (kostřava ovčí), *Luzula luzuloides* (bika hajní), *Drosera rotundifolia* (rosnatka okrouhlostá);
 2. neutrofyty (neutrofilní rostliny) s amplitudou kolem pH 7. Většina našich rostlin jsou neutrofyty;

3. alkalofyty — bazifyty (alkalofilní, bazifilní rostliny) s amplitudou pH více než 7,2. Např. *Carex humilis* (ostřice nízká), *Anthericum liliago* (běložárka liliovitá), *Dictamnus albus* (třemdava bílá).

pH nižší než 3 a vyšší než 9 způsobuje již u většiny rostlin poškození protoplazmy kořenových buněk. Větší acidita, tj. pH nižší než 3, bývá v přirozených podmínkách vzácná. Nejnižší pH je na rašelinných substrátech a na podzolech. Nejnižší pH vůbec bylo u nás naměřeno v kyselých minerálních slatinách s H_2SO_4 . Nejvyšší hodnoty pH jsou na slanych a sodných půdách (až pH 12) a kolem alkalických minerálních pramenů.

5/3/2 Biotopy na vápenci

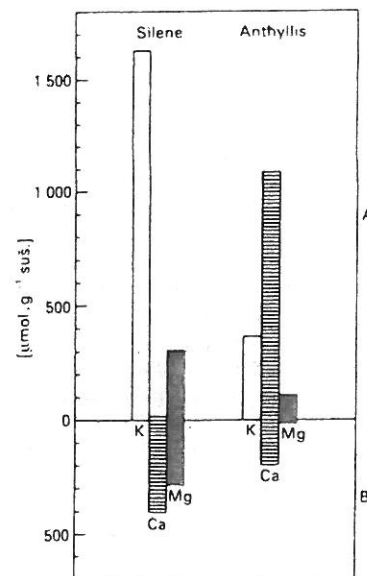
Od dávných dob je známa skutečnost, že některé rostliny rostou výhradně jen na těch stanovištích, kde je matečnou horninou vápenc, a nerostou na podkladech silikátových, na nichž se zase vyskytují jiné druhy rostlin. Rostliny, které jsou vázány svým výskytem na půdy obsahující vápník, se nazývají kalcifyty nebo kalcikolní rostliny — vápnobytné (nebo také kalcitrofní) rostliny. Je to např. *Sesleria varia* (pěchava pestrá), *Saxifraga paniculata* (lomikámen latnatý). Rostliny striktně vázané svým výskytem na nevápenné podklady se označují jako kalcifobní rostliny — vápnostřezné (např. *Drosera rotundifolia* — rosnatka okrouhlostá, *Calluna vulgaris* — vřes obecný).

Co je příčinou této specializace a závislosti na stanovišti, je jednou z nejstarších kauzálně ekologických otázek. Dosud není tato otázka zcela uspokojivě vyřešena — zřejmě proto, že zde nejde jen o přímý vztah k iontům vápníku, ale že se bude uplatňovat současně komplex příčin a faktorů.

Vydeme-li z porovnání fyzikálních a chemických vlastností půd na dvou odlišných matečných horninách (vápenci a silikátu), zjistíme řadu rozdílů.

Půdy na vápenci mají převážně takovou strukturu, že voda jimi rychle prosakuje. Tím jsou sušší, a proto i teplejší než půdy na silikátové matečné hornině. Z chemických vlastností se liší samozřejmě v koncentraci Ca^{2+} a HCO_3^- iontů, která je na vápenci vyšší. Na to navazuje i vyšší hodnota pH těchto půd: mají většinou reakci neutrální až alkalickou. Další rozdíl je v tom, že dusíkaté látky jsou na těchto půdách rychleji mineralizovány a fosfor, železo, mangan a těžké kovy jsou hůře přístupné než na kyselých půdách. Humus-jilový sorpční komplex je nasycen ionty dvoumocných prvků (Ca^{2+} , Mg^{2+}).

Bylo zjištěno, že existují nejen tyto rozdíly v abiotických půdních faktorech, ale že i samy kalcifyty se odlišují svým metabolismem od rostlin kalcifobních. Především se ukazuje rozdíl v celkovém metabolismu váp-



34/ Obsah minerálních látek v listech silenky nadmuté (*Silene inflata*) a úročníku bolehoje (*Anthyllis vulneraria*) rostoucích na vápenci: A horní část obrázku — obsah rozpustných sloučenin, B dolní část obrázku — obsah Ca^{2+} v nerozpustné formě jako oxalát (podle LARCHERA 1980)

niku. Bylo zjištěno, že zatímco kalcifyty mají v buněčné šťávě velké množství rozpuštěného vápníku a malé množství draslíku, kalcifobní rostliny srážejí ve vakuole Ca^{2+} pomocí kyseliny oxalové jako ve vodě nerozpustný oxalát vápenatý a obsahují velké množství rozpuštěného draslíku. Tyto kalcifobní rostliny mohou růst na vápenci jen tehdy, jestliže mají dostatek kyseliny oxalové, a tím i možnost přijímaný vápník vylučovat jako oxalát. Čím více jsou nuceny přijmout Ca^{2+} , tím více oxalátu vápenatého se akumuluje. Další rozdíly v metabolismu kalcikolních rostlin se ukazují v tom, že na půdách s nedostatkem Ca^{2+} (půdách kyselých) jsou kalcifyty poškozovány zvýšenou koncentrací iontů železa, manganu a hliníku. Naproti tomu u kalcifobních rostlin vznikají např. chlorózy z nedostatku železa, rostou-li na vápenci (obr. 34).

Kalcifyty vytvářejí na vápencovém podkladě celá kalcikolní společenstva, která se druhově liší od srolečenstev kalcifobních na silikátovém podkladu. Zřetelné a dobře známé jsou rozdíly např. mezi vegetací ve vápencových Belánských Tatrách a žulových Vysokých Tatrách.

Další příklad můžeme uvést z Krkonoš, kde rovněž rozdíly v obsahu Ca^{2+} v matečné hornině výrazně odlišily složení rostlinných společenstev. Na podkladu vápenců a erlanů (Velká Kotelná jáma 1 345 až 1 365 m n. m.) a porfyritu (Čertova zahrádka a Čertova rokle 1 110 až 1 170 m n. m.) je v půdě relativně vysoký obsah Ca^{2+} . Zde jsou vytvořena druhově bohatá společenstva, a to asociace *Saxifraga oppositifoliae-Festucetum versicoloris* (s lomikámenem vstřícnolistým a kostřavou peřestou), popřípadě asociace *Bupleuro-Calamagrostide-*

tum arundinaceae (s prorostlíkem dlouholistým a třtinou rákosovou). Na druhé straně v bezprostřední blízkosti navazují na ně chudé půdy na svorovém podkladu s minimálním obsahem Ca^{2+} iontů a často s vysokým obsahem kyselého humusu. Pokrývají je druhově chudá společenstva s převahou *Vaccinium myrtillus* (brusnice borůvka), *Vaccinium vitis-idaea* (brusnice brusinka), *Vaccinium uliginosum* (brusnice vložchyně), *Festuca supina* (kostřava nízká), *Avenella flexuosa* (metlička křivolaká) aj. Rozdíl v průměrném počtu druhů v závislosti na obsahu Ca^{2+} v půdě představuje tab. 12.

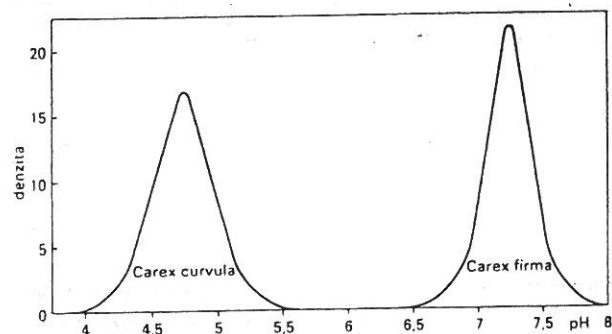
Tabulka 12

Průměrný počet druhů na zkušných plochách ve vztahu k obsahu Ca^{2+} iontů v půdě (ŠIROVÁ 1970)

Hornina	Svor	Erlan	Vápenec porfyrít
rozmezí obsahu Ca^{2+} [mg · 100 g ⁻¹ sušiny]	0–100	101–200	201–460
průměrný počet druhů na ploše 1 m ²	12	18	20

Kalcifobní rostliny jsou současně acidofyty. Kalcifyty jsou neutrofyty až alkalofyty. Vazbu některých druhů rostlin na bazické matečné horniny a jiných druhů rostlin na silikátové horniny je někdy možno vysvětlit jejich amplitudou tolerance k příslušné půdní reakci, která je určena jejich ekologickou konstitucí (obr. 35).

V některých případech je velmi těžké určit, je-li rostlina skutečně kalcifytem nebo prostě jen neutrofytem či alkalofytem (to znamená, zda pro její metabolismus je rozhodující přítomnost iontů Ca^{2+} a HCO_3^- nebo alkalická reakce způsobená jinými ionty).



35/ Závislost denzity dvou populací ostřic na koncentraci vodíkových iontů v půdě (podle BRAUN–BLANQUETA 1964)

5/3/3 Biotopy na hadci

Hadec (serpentin) je převážně křemičitan železnatohořečnatý. Půdy na tomto substrátu obvykle rychle propouštějí vodu, jsou tedy většinou suché a poměrně teplé. Mají většinou mírně alkalickou reakci. Po chemické stránce obsahují malé množství vápenatých, draselných a sodných iontů a také málo dusičnanů a fosforečnanů. Větráním horniny se tvoří uhličitan hořečnatý, který není vybalancován vápenatými ionty a působí na vegetaci toxicky zvláště v alkalickém prostředí. Významný pro metabolismus rostlin je především poměr $\text{Ca} : \text{Mg}$ menší než 1, vysoký podíl železa a obsah těžkých kovů (Cr, Ni). Na takovýchto speciálních půdách může růst jen omezený počet druhů rostlin.

Některé rostlinné druhy jsou svým výskytem vázány na hadcový podklad a jsou svým metabolismem adaptovány na chemické a fyzikální vlastnosti tohoto substrátu tak, že tyto podmínky pro svou existenci nutně potřebují. Nazývají se obligátní serpentinofyty. V naší květeně je jich velmi omezený počet. Je to např. *Asplenium cuneifolium* (sleziník hadcový) nebo *Asplenium adulterinum* (sleziník nepravý).

Většina druhů rostlin, které rostou na hadcovém podkladu, je na specifické podmínky na hadci pouze adaptována; rostliny jsou k nim tolerantní, ale nejsou svým metabolismem přímo vázány na chemické a fyzikální vlastnosti hadce. Rostou běžně i na jiných podkladech. Nazývají se fakultativní serpentinofyty. Převážně to bývají teplomilné druhy. Vytvářejí se u nich též odchýlné morfologické znaky od normálních rostlin. Takovéto hadcové formy rostlin se nazývají serpentinomorfózy. Bývá to nejčastěji nanismus (nižší vzrůst rostlin) nebo chlupatější listy a stonky.

5/3/4 Zvýšená koncentrace solí (chloridů, síranů, uhličitanu sodného)

V terestrických ekosystémech se slaniska (stanoviště s půdami se zvýšenou koncentrací solí) vytvářejí jen za speciálních klimatických a půdních podmínek.

V humidních oblastech, kde suma srážek přesahuje sumu výparu vody z půdy, se vytvářejí slané půdy jen tam, kde je stálý přísun solí; např. mořským přílivem, nebo se často tvoří u vývěrů minerálních pramenů, které obsahují soli, jako je tomu u nás např. v západních Čechách.

V aridních oblastech, kde výpar vody z půdy převyšuje srážky, dochází ke vzlínání rozpuštěných roztoků solí ze spodních půdních horizontů k povrchu a pak k vysrážení a koncentraci těchto solí na povrchu půdy. Děje se tak především v bezodtokých půdních depresích, kde jsou půdy obohacovány přísunem solí záplavovými vodami.