

PROČ LESY ZTRÁCÍ IMUNITU A CO S TÍM DĚLAT?

Pavel Rotter

Historikové již dlouhou dobu debatují o příčinách pádu Římské říše, přičemž jejich názory jsou zřejmě závislé na tom, na jaký aspekt příčin společenských jevů kladou důraz: jedni vyzdvihují vliv zhoršujícího se klimatu v 5. století, druzí poukazují na ekonomické důvody, třetí vzpomínají situaci v armádě. Přesto v posledních letech stále hlasitěji zaznívá názor, že každý z výše jmenovaných aspektů hrál svoji roli a že za zhroutilím složitých systémů je často třeba hledat více příčin. Pokud se zaměříme na hroucení současných hospodářských lesních ekosystémů, nejzřetelněji pozorovatelné v masivním odumírání smrku a borovice, nejčastěji bývá jako příčina zmiňován lýkožrout (v případě smrku) či vliv sucha. V tomto článku poukazují na to, že i příčiny rozpadu současných hospodářských lesů jsou komplexní, že tyto příčiny oslabení budou dále působit a odpovědný lesní hospodář s nimi musí počítat při určení způsobu zalesnění a následném obhospodařování vznikajících holin i přestavbách nestabilních porostů.

PRO BUDOUCÍ PŘEŽITÍ LESA JE NUTNÁ ZMĚNA MYŠLENÍ A HOSPODAŘENÍ

Sucho představuje výrazný stresující faktor (stresor), který stromy oslabuje, a oslabený organismus následně s větší pravděpodobností „chytne“ nejrůznější biotické škůdce: například lýkožrouta, václavku, lýkohuba či kořenovník.

Zachování lesa a udržení jeho mimoprodukčních i produkčních funkcí (mimoprodukční funkce již nyní dávám na první místo, protože budou klíčové z hlediska udržení vody v krajině, snad to bude reflektovat i vláda v nastavení dotační politiky pro lesníky) v čase klimatické změny bude vyžadovat zásadní změnu ve filozofii pěstění lesa, při které bude nutné vzít v úvahu, že:

a) za současnou kalamitou stojí postupné oslabování lesa vlivem znečištění, měnícího se klimatu a mnohdy nevhodného hospodaření,

b) znečištění (či jeho důsledky) a změna klimatu budou dále působit, a zda je lesníci při zakládání nových porostů vezmou v úvahu, rozhodne o tom, jestli jimi založený les přežije několik desetiletí, či nikoliv.

Stromy a lidé mají mnoho společných vlastností, z nichž tu klíčovou představuje fakt, že my i stromy, jakožto živé bytosti, dokážeme existovat jen za určitých podmínek. Skutečnost, zda nový les nasměrujeme vstříc druhovému a strukturnímu

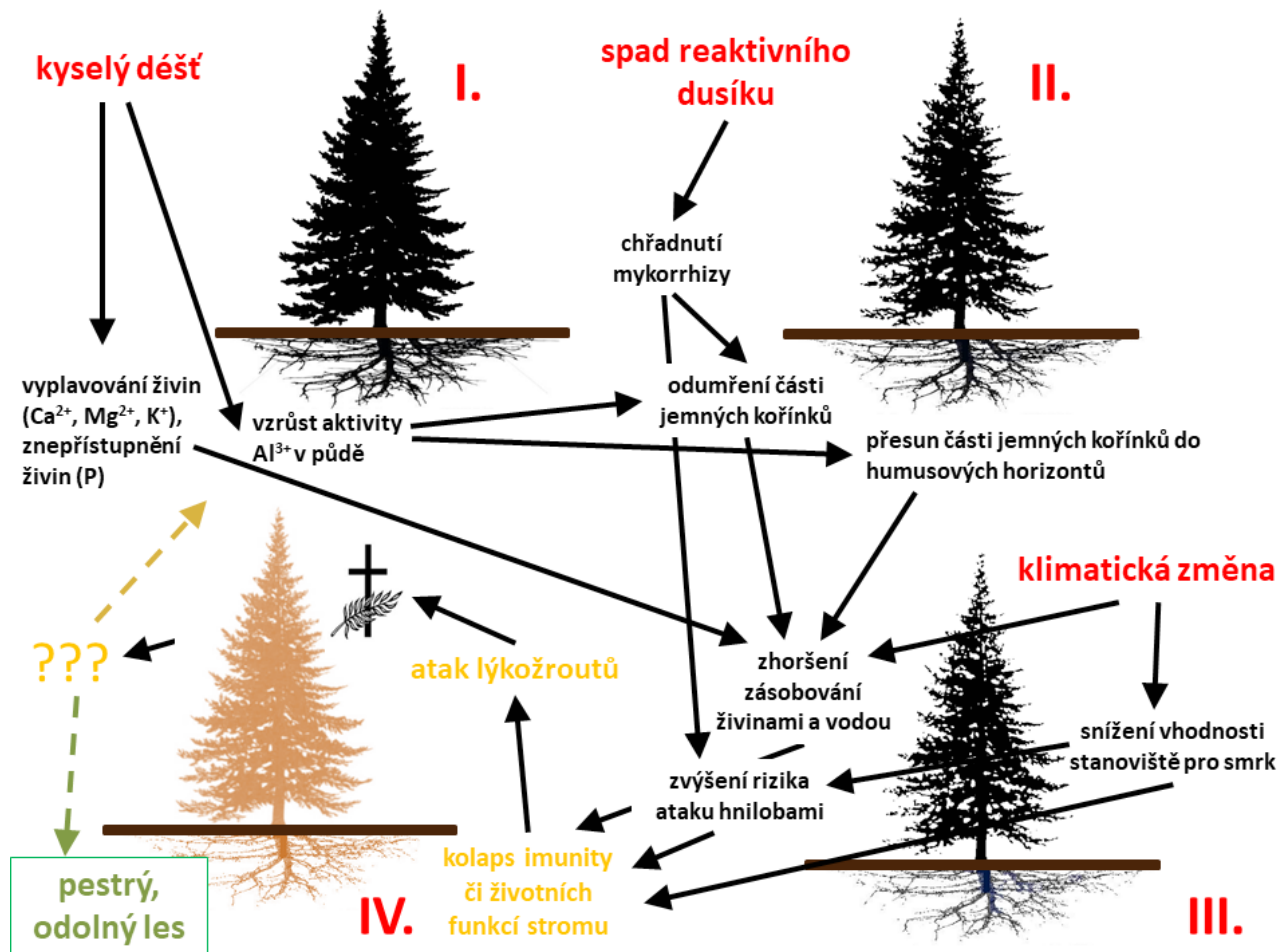
složení, které obstojí i na měnícím se stanovišti a při permanentním působení stresu, pro les představuje otázku života a smrti. Abychom body a) i b) mohli vzít v úvahu a převést je do praxe, potřebujeme dostatek informací. To je nad rámec tohoto článku (podrobnější popis, jak vzhledem k současné situaci a budoucím vyhlídkám adaptovat les, chystáme v bohatém kolektivu spoluautorů v publikaci „Lesníkův průvodce neklidnými časy“, která vyjde v roce 2021), přesto se však na příkladu smrku z oblasti Vysočiny pokusím ukázat, jak funguje působení více stresorů při oslabování lesa. Zmíním se i o borovici a na příkladu buku a douglasky ukážu budoucí rizika pěstování lesa se silnou převahou jednoho druhu dřeviny.

VZESTUP A PÁD SMRKŮ Z VYSOČINY

Procházíme se kdesi na Vysočině v nadmořské výšce zhruba 550 m n. m. okolo kůrovcových souší asi 90 let starých smrků. Co vše je asi v životě potkalo? Porost vznikl někdy za první republiky z kobercového náletu smrku. Prvně byla plocha coby bývalá pastvina zalesněna uměle smrkem už někdy po napoleonských válkách. Už po první generaci smrkové monokultury docházelo vlivem rozkladných produktů opadaného jehličí k částečnému okyselení a ochuzení půdy o snadno dostupné živiny, zvláště v horizontech s nejvyšším podílem jemných kořínků smrku

(PRŮŠA, Lesnická práce 3/1999; ŠRÁMEK *et al.*, 2015). Velkou část živin si smrk postupně „zamknul“ do mocně vyvinutých organických horizontů. Z těch si je mohl uvolňovat především díky spolupráci s mykorrhizními houbami, čímž k těmto živinám získal takřka exkluzivní přístup a podvýživou zatím netrpěl (PHILLIPS *et al.*, 2013). Ve velmi suchém roce 1947 smrky poprvé silně pocítily, že jsou pěstovány za hranicemi svého ekologického optima. Tenkrát to však ještě ustály, projevy klimatické změny byly daleko, krajina i půda měly větší schopnost zadržet vodu a imunita stromů nebyla podlomena. Velkoplošné, plíživé oslabování imunity stromů započalo během období 50. let, kdy byly deště zkrápějící les stále kyselejší, přičemž situace kulminovala až koncem 80. let. Pokles pH půdy vedl k silnému nárůstu vyplavování volného hliníku, který je jinak vázaný v půdních minerálech. Zvláště pokud pH půdy klesne pod hodnotu pět, je uvolňování hliníku silně urychleno (ROTTER, 2013). Když se volný hliník dostane do rostlinné buňky, působí jako jed. Smrk, pokud není zatížen jiným stresem, se volnému hliníku v půdě dokáže do jisté míry bránit, na což mimo jiné poukazuje přirozený výskyt smrčín na horských chudých a kyselých půdách, kde smrk sám svým opadem okyselení půdy prohlubuje. Pilíře obrany proti volnému hliníku jsou minimálně dva:

■ kořínky zdravých stromů obalují mykorrhizní houby, které většinu volného



Obr. 1: Takto působil kombinovaný stres na průměrný smrk na Vysočině. Obrázek znázorňuje tři fáze oslabení spojené s působením tří důležitých stresorů (I.–III.) a konečný úhyn smrku (IV.). Zjednodušeně jsou popsány efekty jednotlivých stresorů a vztahy mezi nimi. Nyní stojíme na křižovatce a můžeme se vydat buď cestou ke strukturálně i druhově pestrému a odolnému lesu, či můžeme zopakovat spirálu chřadnutí, pokud vsadíme opět na jeden nebo dva druhy dřevin, v nejhorším případě smrky či borovice.

hliníku zastaví a nevpustí do kořenových buněk,

- zdravé stromy vypouští z kořenů do půdy řadu organických látek, z nichž mnohé vážou volný hliník do méně jedovatých komplexů.

Následující část příběhu představí předešlému k nástupu katastrofy. Součástí kyselého deště byly i reaktivní formy dusíku (v podstatě dusičnanový aniont a amonný kationt). Ty, jak jsem již rozebíral ve svých předešlých článcích v Lesnické práci (5/2018, 9/2019), působí na jednu stranu jako hnojivo startující růst nadzemní části dřeviny, na druhou stranu pak způsobují chřadnutí mykorrhizních hub. Mykorrhizní houby se zvýšeným vstupem reaktivního dusíku, ale i s přílišným okyselením půdy chřadly, čímž ovšem ochabl i ochranný štít kořenů. S narušeným ochranným štítem je smrk, podobně jako borovice, vůči působení volného hliníku extrémně citlivý (CARTER *et al.*,

2017). Pokud už bylo v půdě volného hliníku příliš mnoho či reaktivní dusík poškodil mykorrhizní ochranný štít kořenů, zvolil smrk další možnou strategii – přesunul nejcitlivější jemné kořínky (pro výživu a příjem vody nejpodstatnější) do organických horizontů – ty obsahují minimum minerálních částic a hliníků se zde proto nemá z čeho uvolňovat (HRUŠKA A CIENCIALA, 2001). Už v období počátku 80. let 20. století začíná být vlivem loužení půdy kyselým spadem zřetelný nedostatek některých živin v půdě (bazické ionty), přesto si smrk vyloží bohatý přístup reaktivního dusíku se srážkami jako zlaté časy a pokračuje ve zrychleném růstu. To vede k ještě většímu prohlubování nedostatku zmíněných bazických iontů, ke kterým se postupně přidává i nedostatek přístupného fosforu, mimo jiné i proto, že volný hliník se v půdě váže s fosforečnany do nerozpustných komplexů. Vidíme, že spousta věcí již není v pořádku

a vede k oslabování stromů. Už se nám zároveň rozkrývá alespoň základní síť vztahů mapujících to, jak se mohou vzájemně podporovat různé stresory (obr. 1). V první řadě vidíme jasnou cestu k prohlubování nerovnováhy – zrychlování růstu vlivem nadbytku dusíku na jedné straně a zhoršování půdního chemismu ve smyslu dostupnosti bazických iontů a fosforu vlivem okyselení na straně druhé. Nadbytek reaktivních forem dusíku navíc vede k chřadnutí mykorrhizy. To spustí další zhoršení výživy, jelikož s chřadnoucí mykorrhizou klesá schopnost stromu z půdy získávat důležité živiny. Zrychlený přírůst vlivem vysoké dostupnosti dusíku už je neudržitelný a kulminuje během poloviny 80. let 20. století (MEINING *et al.*, 2008). Větší aktivita volného hliníku vlivem okyselení a oslabený mykorrhizní štít vedly k úbytku jemných kořínků smrku v minerálních horizontech. Smrk reagoval, jak už bylo uvedeno, větším prokořeněním svrchně-



Směs dubu a buku, doplněná o další dřeviny, které mají schopnost zvýšit odolnost porostu, představuje pro velkou část území ČR vhodnou adaptaci na kombinované působení stresu. Fotografie ze smíšených hospodářských porostů na středním Slovensku.

ších horizontů. To je problematické z několika důvodů, například proto, že k tomu, aby se strom dostal k živinám uzamčeným v půdní organické hmotě, potřebuje pomoc mykorrhizních či hniložijných hub. První skupina je však silně oslabena. Druhý obrovský problém vyvstává s příchodem sucha: svrchnější organické horizonty jsou náchylné k vysychání. Když se tak po roce 2000 počasí stále více rozkolísává, přibývá jarních such a letních veder a teploty na lokalitě stoupají daleko za mez, která je pro smrk jako původně horskou dřevinu snesitelná, imunitní systém stromu zkolabuje. Volná místa v půdě po ochabujících mykorrhizních houbách obsadí václavka, do kořenů a kmene proniká i kořenovník či pevník. Když strom vycítí, že přichází nápor kůrovce, už není schopný se ani účinně bránit. A tak těch několik kapek pryskyřice stékajících po kmeni představuje poslední výkřik před přicházející smrtí lesa.

UMÍRÁ BOROVICE, V OHROŽENÍ JSOU BUK I DOUGLASKA

Podívejme se i na další hospodářsky důležitou dřevinu borovici. Současná masivní vlna chřadnutí borovice bývá vysvětlována jako důsledek spolupůsobení dvou stresorů – oslabení suchem a následných ataků hub a hmyzu (lýkohub sosnový, lýkožrout vrcholkový). Letos publikovaná studie (SAMEC *et al.*, 2020) pracující s daty z území ČR však dokládá, že velmi významnou úlohu v chřadnutí borovice hraje spád reaktivního dusíku. Od roku 2007 a zvláště pak v letech 2008 a 2014 docházelo k největšímu poškození borovice v místech, kde se silně uplatňovaly oba stresové faktory současně, jak sucho, tak spád reaktivního dusíku. Mechanismus oslabení je pravděpodobně podobný jako ten popsany výše pro smrk. Nejvíce náchylné k poškození byly porosty na kyselých půdách. Porosty na kyselých či okyselených stanovištích jsou obecně vůči kombinovanému působení reaktivního dusíku a sucha citlivější, platí to například i pro acidofilní doubravy (BOBBINK *et al.*, 2010). Důležitá zpráva pro lesníky spočívá v tom, že studie s borovicí jasně prokázala větší odolnost smíšených borových porostů vůči kombinovanému působení stresu oproti čistým borovým porostům či porostům s převahou borovice. Tato studie se tak přidává k řadě prací dokládajících, že pěstování směsí dřevin svědčí v tomto neklid-

ném období i řadě dalších hospodářsky významných dřevin, například dubu, jedli, buku či smrku (PRETZSCH, 2013). Za současné situace tedy není při zalesňování kalamitních holin či přestavbách možno spoléhat na jediný druh dřeviny. Stejnověké lesy s převahou jednoho druhu dřeviny klimatickou změnu a působení dalších stresorů neustojí, byť se v současné době může zvolená dřevina jevit velmi perspektivně. Vezměme si za příklad dvě dřeviny – buk lesní a douglasku tisolistou. Pověst douglasky jako klimaticky odolné dřeviny a „smrku do sucha“ začíná mít v porostech založených převážně na této dřevině trhliny. Douglaska v současnosti hyne na mnoha místech Francie (ŠIMEK, Lesnická práce 1/2020) a v našich končinách bylo nedávno zjištěno, že douglaska hostí 12 druhů lýkožrouta, včetně lýkožrouta lesklého (LUBOJACKÝ, 2018).

Výživa buku lesního se zhoršuje v celé Evropě. Mezi nejpálčivější problémy patří oslabené zásobení buku fosforem (TALKNER *et al.*, 2015). Toto zjištění poukazuje na skutečnost, že se něco nedobrého děje v podzemí. Jelikož je zhoršování výživy buku plošné, musí být i příčina plošná, což nás vrací zpět k vlivu spadu reaktivních forem dusíku a působení klimatické změny. Jak již bylo naznačeno, strom oslabený a podvyživený snáze podlehne dalšímu stresu.

JAK ZVÝŠIT IMUNITU STROMŮ, A TÍM ODOLNOST CELÉHO LESA?

Římská říše nepřežila, ani velká část hospodářských lesů při současné struktuře, složení a způsobu hospodaření nepřežije. Příčin jejich oslabení přišlo, stručně řečeno, v krátkém čase příliš mnoho. Tyto složité systémy se nezvládly či nezvládají adaptovat a někde je jim v adaptaci dokonce bráněno.

Všichni teď máme hlavu plnou ještě jednoho velkého problému, pandemie koronaviru. Ať už přemýšlíme o pandemii či kúrovcu, představuje klíčové a dlouhodobě nejpodstatnější opatření péče o zvýšení imunity jedince – v lese tedy stromu. Z výsledků výzkumu či lesnické praxe máme spoustu informací o směsích dřevin, v nichž si stromy prospívají, čili navzájem podporují i svoji imunitu, a celý les se pak chová vůči působení stresu odolněji. Mezi směsi s osvědčenou spoluprací patří například buk-jedle-smrk. Vzhledem k možným

dopadům klimatické změny je to u nás směs doporučitelná od nadmořské výšky cca 900 m n. m. Na holině je nutno tuto směs zakládat až v podrostu přípravné dřeviny. Další výhodnou trojicí, která umí spolupracovat zvláště v obdobích sucha, je směs dub-buk-borovice (PRETZSCH, 2013). Ve středních polohách bychom se neměli bát zakládat směsi o základu dub-buk, jelikož dub velmi zvyšuje odolnost buku k suchu. Navíc dominance buku v této směsi (předrůstání dubu a postupné zatlačování jeho koruny do podúrovně) s klimatickou změnou slábne. Uvádí se, že pokud úhrn ročních srážek klesne pod 600 mm a červenová průměrná teplota vystoupá nad 18 °C, začíná dominovat dub (METTE *et al.*, 2013). Tato směs bude v budoucnu mnohem vyrovnanější a na mnoha stanovištích jistě přejde do stavu s dominancí dubu, a proto právě teď přichází vhodný čas pro její častější využití při zakládání odolnějších porostů. Na kyselých a okyselených stanovištích bude vhodně podpořit snížení citlivosti dřevin vůči působení reaktivního dusíku. Dubu či směsi dub-buk v tomto ohledu pomůže například habr v podúrovni a tam, kde to bude možné i lípa či javory a především třešeň (jak jsem již zmiňoval v předešlých článcích, třešeň se stane i vítanou cílovou dřevinou). Všechny tyto odolnost lesa zvyšující dřeviny by měly být ve směsi zastoupeny v desítkách procent. V rámci projektu „Spolupráce při adaptacích na změnu klimatu v klíčových lesnických a zemědělských oblastech“ připravujeme mapu ČR, která zřehlední kombinované působení stresorů a přinese kategorizaci rizik. Už v současné době je však k dispozici řada materiálů, na základě kterých si lze udělat představu o míře působení stresu v dané lokalitě. Doporučujeme například webovou stránku www.klimatickazmena.cz, kde je možno nalézt i mapu míry degradace lesních půd či publikaci „Modelování podmínek pro pěstování smrku, buku a dubu“ (MIKITA *et al.* 2014 – dostupné na www.frameadpat.cz).

Za současné situace postupného kalamitního rozpadu porostů a rychlých změn podmínek může lesník při obnově porostů vystupovat jako klíčový tvůrčí činitel, který nasměruje nový les k vyšší odolnosti, samozřejmě ideálně s maximálním využitím přirozených procesů, zahrnujících například využití porostů přípravných dřevin.



Porosty žlutého lišejníku terčovníku na keři bezu ukazují na zvýšený vstup reaktivních forem dusíku do ekosystému – zde zřejmě z okolních polí. Souvislost mezi zvýšeným vstupem dusíku a oslabenou imunitou porostů prokázala již celá řada studií. V pozadí obrázku lze vidět mladé kalamitní smrkové porosty. Fotografie z okolí Černé hory.

Seznam literatury je k dispozici na vyžádání u autora.

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu „Spolupráce při adaptacích na změnu klimatu v klíčových lesnických a zemědělských oblastech (TL02000431)“. Projekt TL02000431 je řešen s finanční podporou TAČR.

Autor:

Mgr. Pavel Rotter, Ph.D.

Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i.
E-mail: pavel.rotter@vukoz.cz

Foto: autor