

Vliv hnojení na zdravotní stav porostů Effect of fertilizing on the healthy state of forest stands

Vilém Podrázský^{1,*} & Stanislav Vacek²

¹*Katedra pěstování lesů fakulty lesnické a environmentální České zemědělské univerzity v Praze, Kamýcká 129, CZ-16521 Praha 6 – Suchdol, Česká republika*

²*VÚLHM VS Opočno, Na Olivě 550, CZ-51773 Opočno, Česká republika*

*podrazsky@fle.czu.cz

Abstract

The importance of the correction of forest tree nutrition is increasing, together with extending tree yellowing throughout the Czech forests. The study importance of liming and fertilization in forestry is also increasing, even it becomes a topics of discussions. Despite of differences of it considering and evaluation, preliminary results show, that in convenient conditions, these treatments can play a positive role in the forest ecosystem remediation. The technologies used should convene the site and stand state. The direct nutrition correction (fertilizing) appears more successful and less risky comparing to indirect liming, the presentation document the potential of fertilization use in mountain areas of the Czech Republic – the Bohemian Forest respectively. For broad-leaved tree species and for the Silver fir re-introduction, fertilization can play also positive role.

Key words: spruce yellowing, nutrition, fertilization, forest decline

ÚVOD

Problémy žloutnutí lesních dřevin, v první řadě smrku ztepilého, jsou studovány již několik desetiletí (např. BOSCH 1986; HÜTTL 1985, 1987; HÜTTL & ZÖTTL 1993; REHFUES 1989; ULRICH 1986). Tento jev je nejčastěji spojován s nepřímými dopady imisní kalamity. Kromě přímého vlivu jednotlivých složek antropogenních imisí je tak ovlivňováno i prostředí dřevin, zejména lesní půda. Kyselá depozice způsobuje půdní změny, které se odrážejí v poškození kořenového systému a v narušení výživy. K nejdůležitějším dopadům acidifikace půd náleží:

- ztráty bází vyplavením z narušených asimilačních orgánů lesních dřevin a z tzv. fyziologického profilu půd, resp. z vrstvy, odkud jsou dřeviny schopny jednotlivé živiny čerpat,
- aktivizace toxických půdních složek, především volných forem hliníku, poškozujících kořenový systém lesních dřevin,

- vysoký spad dusíku, který vyvolává relativní deficit jiné živiny, v souvislosti s acidifikací prostředí nejčastěji bází, v první řadě hořčíku (MATERNA 1986).

Je nutno zdůraznit, že pro nejvíce poškozené oblasti ČR v minulosti hrály tyto mechanismy poškození lesních porostů menší roli a jak v oblasti Krušných hor, tak i v severních pohořích převažovalo přímé poškození lesních dřevin vysokými atmosférickými koncentracemi imisí. Výše uvedené způsoby poškození se mohou uplatnit v poněkud jiných imisně-ekologických podmínkách:

- 1) v oblastech s relativně nízkými koncentracemi polutantů v ovzduší, ale s poměrně vysokým kyselým spadem, depozicí,

2) v regionech s chudými půdami, deficitními s ohledem na báze, v první řadě hořčák,
 3) v případě dosud relativně vitálních porostů lesních dřevin, kdy převažuje latentní a maximálně chronický typ poškození, ve zvýšené míře v porostech středního a vyššího věku.

Tyto podmínky byly a jsou splněny především ve dvou oblastech České republiky, kde se pak i nejzřetelněji projevují symptomy žloutnutí, způsobující provozní problémy. Jedná se o oblast Šumavy a Českého lesa na jedné a oblast západního Krušnohoří na druhé straně.

Právě Šumava má pro vznik tohoto typu poškození mimořádně dobré podmínky, tj. chudé půdy bez větší zásoby bází, dosud vitální porosty a relativně nízké koncentrace škodlivin, způsobujících přímé poškození asimilačních orgánů, v ovzduší. Jak pak dokládají např. práce ústavu IFER, kyselý spad, vzniklý dálkovým přenosem polutantů a podílející se na acidifikaci prostředí, je naopak značně vysoký a srovnatelný s oblastmi ČR s vyšším imisním poškozením lesů.

Projevy žloutnutí jsou například v bývalých vojenských lesích Horní Planá pozorovány od poloviny 80. let. Dosud však nepřerůstají ve větší odumírání lesních porostů. Velmi často se žloutnutí objevuje v mladých porostech smrku, ve stádiu starších kultur a mlazin, později samovolně odeznívá. Jako příklad je možno uvést výsledky orientačního posouzení stavu výživy lesních kultur s příznaky žloutnutí na LS Borová Lada (HREBEK 1997). Jedinci s příznaky žloutnutí vykazují jednoznačně nižší a přitom evidentně deficitní obsah hořčíku a naopak vyšší obsahy živin, signalizujících méně příznivé podmínky výživy a acidifikaci prostředí (Fe, Mn). Jako příčinu neuspokojivého stavu kultur je v těchto případech s velkou pravděpodobností možno označit deficit hořčíku, podmíněný přírodními podmínkami i antropogenním působením, zejména kyselým spadem. Tato situace je typická pro širokou oblast Šumavy a Českého lesa.

Nutno však dodat, že nízké zásobení lesních dřevin živinami je v oblasti Šumavy normálním jevem. Extrémní klimatické podmínky a chudý geologický podklad, často pouze organogenní půdy, způsobovaly vždy nízkou úroveň biogeochemických cyklů – tj. malé množství velice úsporně recyklovaných živin. Při nahrazení přírodních cyklů cykly hospodářského lesa byl určitý setrvalý stav nahrazen výraznými výkyvy a diskrepancemi mezi potřebou a nabídkou živin. Periodicky tak v období intenzivního nárůstu biomasy vzniká zvýšená potřeba a deficit živin, kromě chronických deficitů (např. dusík). Později příznaky nedostatku živin odeznívají díky dosažení rovnováhy v jejich příjmu a uvolňování mineralizací humusu a zvětráváním. Tato rovnováha pak může být narušena dalším hospodářským zásahem, nebo vysokou úrovní kyselé depozice.

Tabulka 1. Porostní a stanovištní charakteristiky sledovaných porostů postižených žloutnutím na území LS Stožec.

Table 1. Stand and site characteristics of studied stands with yellowing on the Forest District Stožec territory.

Plocha Plot	Označení Name	Porost Stand	Nadm. výška Altitude	LT Type	Věk 1994 Age 1994	Varianta Variant
21	Ukanálu K1	37F3	920	7O1	44	H – fertilized
22	Ukanálu K2	37F3	920	7O1	44	K – control
23	Stožec S1	49A1	1230	8K7	107	H – fertilized
24	Stožec S2	49A1	1230	8K7	107	K – control

METODIKA

Pro sledování vlivu přihnojení deficitními živinami byly v létě roku 2000 založeny dvě dvojice výzkumných ploch. Trvalé výzkumné plochy (TVP) byly založeny na území LS Stožec, ve II. zónách NP Šumava (Tab. 1). Dlouhodobě se zde projevuje fenomén žloutnutí, který však dosud nedosáhl kritického rozsahu. Na německé i rakouské straně Šumavy je přitom založena řada experimentů, dokládajících úspěšné aplikace chemické meliorace při odstranění příznaků poškození lesních porostů tzv. novodobým poškozením lesů. Na hnojených variantách byla aplikována hnojiva řady SILVAMIX (SILVAMIX Mg) v létě 2000, manuálně, v dávce 100 N.ha⁻¹. Jednotlivé plochy mají výměru 50×50 m a je na nich každoročně v podzimním období stanovena mimo jiné defoliace a rozsah žloutnutí standardní okulární metodou, s odhadem stupně foliace a žloutnutí v 10 % (5 %) třídách (VACEK & MAYOVÁ 2000).

VÝSLEDKY ŠETŘENÍ

Výsledky experimentu jsou patrné již první roky po aplikaci hnojiva (Tab. 2). Vyplývá z nich několik význačných trendů. Na extrémnější lokalitě (Stožec, 8. LVS, S – plochy 23, 24) byly hodnoty olistění poněkud nižší od počátku doby sledování, tj. dva roky před aplikací hnojiva. Během experimentu se hodnoty držely na podobné úrovni, s mírným poklesem foliace na hnojené ploše v roce 2002 – ovšem již následující rok byl obecný trend obnoven. Od počátku byl stav olistění horší na hnojené variantě a tato tendence se udržela po celé období 1998–2002. Hnojení tedy dosud ztrátu jehličí neovlivnilo.

Opačný trend vykazovaly hodnoty olistění na ploše v 7. LVS. Zde byly od počátku poněkud vyšší hodnoty determinovány na ploše určené k přihnojení, ale stejně jako v předešlém případě nebyly rozdíly významné. Do roku 2001 se stav olistění zlepšoval, popřípadě alespoň nezhoršoval, od r. 2002 je patrný pokles ojehlčení, prozatím méně výrazný na hnojené variantě. Zde byl tedy vliv meliorace průkazně příznivý.

V případě žloutnutí byl jeho výskyt závislý na stanovištních podmínkách, zjištěné projevy byly výraznější na ploše v 8. LVS, vystavené větším ekologickým a zřejmě i imisním stresem. Během období sledování pak lze pozorovat mírné zhoršování stavu a zvýraznění těchto trendů na kontrolní ploše bez hnojení. Na ploše s aplikací hnojiva však již v roce 2000, tj. několik měsíců po přihnojení, poklesl výskyt žloutnutí pod úroveň kontrolní plochy a v roce 2002 byl na méně než poloviční, statisticky významně nižší úrovni. V roce 2003 byl podíl žloutnutí 4× menší na hnojené ploše ve srovnání s kontrolou. Ještě patrnější je vliv aplikace

Tabulka 2. Olistění a žloutnutí smrku na sledovaných plochách na území LS Stožec v letech 1998–2003 (%).

Table 2. Foliation (Olist.) and yellowing (Žl.) of spruce on studied plots on the Forest District Stožec territory in 1998–2003 (%).

Rok	1998		1999		2000		2001		2002		2003	
	Olist.	Žl.	Olist.	Žl.	Olist.	Žl.	Olist.	Žl.	Olist.	Žl.	Olist.	Žl.
K1 H	80	13,0	86	9,2	82	6,5	84	9,2	71 a	1,6 a	69	1
K2 K	78	14,6	85	13,3	81	15,7	81	15,2	61 b	14,2 b	61	19
S1 H	74	17,5	72	16,4	72	15,5	73	9,4	66 c	6,9 c	71	5
S2 K	76	15,0	76	14,0	75	18,8	75	17,0	71 c	19,1 d	73	21

Pozn.: různé indexy znamenají statisticky významné rozdíly

Note: Different indexes mean statistically significant differences

hnojiva na ploše U kanálu (K1,2 – plochy 21 a 22), v 7. LVS, zde příznaky žloutnutí téměř vymizely, zatímco v kontrolním porostu se udržely na prakticky vyrovnané úrovni po celou dobu průběhu pokusu, v roce 2003 pak dosti výrazně vzrostly.

ZÁVĚR – NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

Krátkodobé působení hnojivého zásahu, dodávajícího deficitní hořčík, se jevílo jako velice příznivé. Bylo zamezeno výrazným ztrátám asimilačních orgánů a byly odstraněny, nebo alespoň výrazně potlačeny, příznaky žloutnutí. Mimo maloplošná zvláště chráněná území a území I. zóny NP, tam kde se předpokládá trvalá hospodářská činnost člověka, může tedy dodání deficitních živin sehrát pozitivní roli ve zlepšení zdravotního stavu a zvýšení stability lesních, zejména smrkových porostů.

Projevy žloutnutí se v českých zemích objevují dlouhodobě, jako problém zdravotního stavu lesů však nabyly na významu teprve v posledních letech. K jejich potlačení byla jako vhodné opatření potvrzena aplikace deficitních živin, ověřuje se i význam úpravy půdního chemismu méně specifickým vápněním. Jako významnější se z krátkodobého hlediska projevilo přihnojení, z dlouhodobého hlediska je však pravděpodobně trvalejší efekt předpokládat při obnově, regradaci, biogeochemických cyklů živin v lesních porostech při využití jiných prostředků chemické a biologické meliorace. Aby byly příznivé účinky melioračních opatření maximálně využity a aby se zabránilo nežádoucím negativním dopadům těchto aktivit, je nutno dodržovat známé, leč často nerespektované zásady:

- zásahy provádět v relativně vitálních porostech, dokonale kryjících půdu,
- porosty mohou vykazovat poškození, nikoli však letální,
- meliorační opatření je nutno projektovat na základě pečlivé přípravy, je nutno vyhodnotit detailně stav lesních půd a stav výživy cílových lesních dřevin,
- pro provedení hodnocení podmínek výživy (stav půd) a stavu výživy jsou k dispozici dostatečné, standardní metodiky půdních a listových rozborů.

Z hlediska využitelnosti jednotlivých typů hnojiv je možno doporučit:

- akutní nedostatky ve výživě je možno odstranit aplikací foliárních nebo rychle působících typů hnojiv, účinnost je při dobře projektovaném zásahu rychlá, může být vysoká a je v každém případě krátkodobá.

– Méně výrazné a hlubší projevy deficitní nebo nevyvážené výživy je vhodné řešit využitím pomalu rozpustných hnojiv. Námi ověřovaná hnojiva řady SILVAMIX mají prozatím dobrou účinnost, která se během několika let stále prohlubuje.

– Dlouhodobě lze revitalizovat lesní půdy změnou struktury lesních porostů (prostorové a druhové), aplikace vápnění a látek založených na karbonátech vápníku a hořčíku je možná mimo oblasti podzolů a půd s výrazným podílem organické hmoty na pedogenezi (rašeliny, sutě, horské humusové podzoly).

– Je nutno počítat s tím, že účinnost melioračních zásahů klesá s rostoucí extremitou stanovišť, neboť lesní dřeviny jsou pak limitovány i dalšími ekologickými faktory.

Tak bude zajištěn maximální příznivý efekt opatření chemické meliorace s minimálními vedlejšími dopady na lesní ekosystémy a zároveň by měly být optimálně využity vynaložené finanční prostředky.

Poděkování. Příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu GAČR 206/03/1583 Nutrient cycles in mountain forest ecosystem saturated by nitrogen: past, present and future state of water, soil and Norway spruce stands. Předběžné výsledky byly publikovány v časopise Lesnická práce (r. 2003, č. 4, s. 18–20).

LITERATURA

- BOSCH C., 1986: Standorts- und ernährungskundliche Untersuchungen zu den Erkrankungen der Fichte *Picea abies* (L.) Karst. in höheren Gebirgslagen. *Forstliche Forschungsberichte*, Nr. 75, 241 pp.
- HREBEK V., 1997: *Zhodnocení způsobů zakládání lesních porostů na vybraných plochách LS Borová Lada*. Dipl. práce, LF ČZU Praha, 73 pp.
- HÜTTL R., 1985: „Neuartige“ Waldschäden und Nährelementversorgung. Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre, Freiburg im Breisgau, 195 pp.
- HÜTTL R.F., 1987: „Neuartige“ Waldschäden, Ernährungsstörungen und Düngung. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 42, Nr. 12: 289–299.
- HÜTTL R.F. & ZÖTTL H.W., 1993: Liming as a mitigation tool in Germany's declining forests – reviewing results from former and recent trials. *Forest Ecology and Management*, 61: 325–338.
- MATERNA J., 1986: Změny ve výživě lesních porostů a jejich kompenzace. In: *Vápnění lesních půd v imisních oblastech*. Ústí nad Labem, Dům techniky ČSVTS, pp. 8–17.
- REHFUES K.E., 1989: Zu Bodenkundliche Forschung im Zusammenhang mit den neuartigen Waldschäden. Entgegnung auf eine Stellungnahme von B. Ulrich in AFZ 43/1988, Seite 1171. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 45, Nr. 15: 390–396.
- ULRICH B., 1986: Die Rolle der Bodenversauerung beim Waldsterben: langfristige Konsequenzen und forstliche Möglichkeiten. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 105, Nr. 5: 421–435.
- VACEK S. & MAYOVÁ J., 2000: Zdravotní stav lesních porostů na TVP v NP Šumava. In: *Monitoring, výzkum a management lesních ekosystémů Národního parku Šumava*, PODRAZSKÝ V. (ed.) Česká zemědělská univerzita Praha, pp. 142–152.