

MORTALITA BOROVICE LESNÍ PO NAPADENÍ VÁCLAVKOU OBECNOU A TESTOVÁNÍ ÚČINNOSTI SANAČNÍCH OPATŘENÍ V MLADÝCH BOROVIÝCH KULTURÁCH

*Mortality of Scotch pine after attack of *Armillaria mellea* s. l. and testing efficiency of control methods in young pine forest stands*

Abstract

*In the paper the partial results of the research project named Definition and quantification of injurious and stressing factors in Scotch pine stands of the first age degree in changed immission and site conditions of eastern part of the Elbe River Region are presented. The aim of the work was to characterize the dynamic of Scotch pine mortality after attack of *Armillaria mellea* sp. in pine forest stands of 3-8 years old and testing efficiency of two control methods: (1) application of crystalline copper sulphate pentahydrate (bluestone) in dose 200 gram per dead and dying plants and (2) hand mechanical pull-out of dead and dying pine plants from soil. The research was performed in the period 1991-1995 on 9 sites in forest territory called Bory (near to Týniště nad Orlicí town in the Eastern Bohemia). In stands of 3 years old the average total mortality of pine after infection by *Armillaria mellea* sp. in number of 50 plants per hectare was observed. After further 5 years (in stands of 8 years old) the mortality through infection by *Armillaria mellea* sp. reached to 887 plants per hectare. If the plant spacing is 0.7 m or minor, the usage of the tested chemical and mechanical control methods in pine stands of 3-4 years old is ineffective for reduction of pine tree mortality caused by *Armillaria mellea* sp.*

ÚVOD

Na počátku 90. let byla v nejmladších borových kulturách, založených ve východní části lesní oblasti Polabí, zaznamenána zvýšená mortalita borovic vlivem kořenových hnilob, vyvolávaných komplexem druhů hub kolem václavky obecné *Armillaria mellea sensu lato*. (Taxonomické rozdělení *A. mellea* není dosud konečné, proto, je-li v příspěvku uváděn jako druh václavka obecná, je tím chápán širší soubor druhů hub „kolem“ václavky obecné.) Celkové ztráty borovic po napadení václavkou obecnou se pro období prvních deseti let od založení kultur odhadovaly na 10-20 %, v některých ojedinělých případech i na 30 % (HANIŠ 1991, NÁROVEC, ŠTĚNIČKA 1990).

Tehdy aktuálně vydaná publikace Nové metody v ochraně lesa (ŠVESTKA et al. 1990, s. 190-191) doporučovala jako základní sanační opatření v lesních kulturách s vysokými ztrátami způsobenými václavkou obecnou vytržení všech napadených jedinců ze země. Tím kořenový systém lesních dřevin vyschne a podhoubí václavky odumře, takže se zabrání dalšímu šíření houby z napadené sazenice do okolí. U vysoce ceněných výsadeb v případě semenných sadů či klonových archívů se navíc doporučovalo použít závlivku kořenového systému napadených odumírajících a odumřelých stromů (nikoliv živých) roztokem modré skalice, čímž se rovněž zlikviduje ohnisko infekce.

S cílem zjistit účinnost doporučovaných opatření a verifikovat odhadovaný podíl ztrát borovice lesní způsobovaných kořenovými hnilobami (václavkou obecnou) v porostech 1. věkového stupně na stanovištích borových doubrav týništských Borů se v rámci projektu „Vymezení a kvantifikace škodlivých činitelů a stresových faktorů v borových porostech ...“ (NÁROVEC et al. 1994) uskutečnila účelově zaměřená průzkumná šetření. O jejich průběhu a dosažených výsledcích pojednává předložený příspěvek.

METODIKA

Charakteristika pokusných stanovišť

Testování účinnosti obou sanačních opatření včetně sledování dynamiky poškozování založených borových kultur kořenovými hnilobami se uskutečnilo ve vybraných porostních skupinách týništských Borů (dříve LHC Opočno, lesní správa Týniště nad Orlicí). Jde o souvislý lesní komplex, ohraničený na jihu silnicí ve směru Častolovice - Týniště n. O. - Třeběchovice p. O., na západní straně silnicí Třeběchovice p. O. - Ledce a na severovýchodní straně silnicí Rašovice - Křivice - Ledce. Rozkládá se v nadmořské výšce 250 až 290 metrů na štěrpkopískových pleistocenních terasách řeky Orlice. Dominantním půdním typem v testovaných porostech byla písčítá (oligotrofní), mírně až středně podzolovaná hnědá lesní půda na stanovištích borových doubrav (lesní typy 1M3, 1M7, 1M9, 0K1). Oblast Borů se nachází v mírně teplém a mírně suchém klimatickém okrsku (B3), roční úhrn srážek se zde pohybuje kolem 600 až 650 mm, průměrná roční teplota vzduchu kolísá v rozpětí 7,0 až 8,5 °C. Podrobnější charakteristiku oblasti Borů uvádí např. PEŘINA (1960).

ně až středně podzolovaná hnědá lesní půda na stanovištích borových doubrav (lesní typy 1M3, 1M7, 1M9, 0K1). Oblast Borů se nachází v mírně teplém a mírně suchém klimatickém okrsku (B3), roční úhrn srážek se zde pohybuje kolem 600 až 650 mm, průměrná roční teplota vzduchu kolísá v rozpětí 7,0 až 8,5 °C. Podrobnější charakteristiku oblasti Borů uvádí např. PEŘINA (1960).

Testování metody vytrhávání borovic napadených václavkou obecnou

Metoda vytrhávání stromků byla testována celkem v devíti vybraných porostních skupinách, jejichž stáří v době založení pokusů (tj. v roce 1991) bylo 3 nebo 4 roky. Jednalo se vždy o kultury založené umělou obnovou. V osmi případech byla výsadba dvouletých neškolkovaných borových semenáčků (bo 2/0) provedena rýhovým zalesňovacím strojem (RZS) do pruhově připravené půdy (vzdálenost řad od sebe 140 až 160 cm, vzdálenost sazenic v řadách od 50 do 85 cm), jeden porost byl založen řádkovou sítí do připravené půdy.

Výchozí hustota 3 až 4letých borových kultur se v roce založení pokusů pohybovala v rozmezí 6,5 až 14,4 tis. ks sazenic na 1 ha (průměrně pak 10,65 tis. ks.ha⁻¹). Šetření byla ukončena v roce 1995, kdy kultury dosáhly věku 8 let. V našich testech byl tedy dokumentován vývoj a dynamika mortality borových sazenic po napadení václavkou obecnou 3 až 8 let od založení porostů.

Celková výměra porostních skupin, ve kterých šetření probíhala, činila 11,62 ha. Jednotlivé porostní skupiny (jejich výměra se pohybovala od 0,28 do 2,08 ha) byly vždy rozděleny na dvě porovnávané části. V první části (na výměře 5,21 ha) byl realizován testovaný sanační zásah (tj. vytrhání sazenic napadených václavkou obecnou), druhá část byla kontrolní plochou (6,41 ha). V roce 1991 bylo vytrhávání borových sazenic odumírajících nebo odumřelých po napadení václavkou obecnou provedeno jednorázově v měsíci dubnu. V průběhu roku 1992 byl sanační zásah proveden celkem třikrát, a to v dubnu, v červenci a v říjnu. Cílem zvýšené frekvence vytrhávání bylo zjistit, zda opakující se zásahy budou účinnější než zásah jednorázový. Vlastní vytrhávání sazenic bylo provedeno tak, že borovice s příznaky napadení václavkou obecnou byly i s kořenovým systémem vytrženy ze země a ponechány ležet na svém původním místě. (U zasychajících sazenic s odlišným zbarvením jehlic byla vždy při bázi kmínku řezem zkontrolována přítomnost bílého blanitého mycelia pod kůrou.)

Testování aplikace síranu měďnatého

V testu jsme nepoužili doporučenou závlivku kořenového systému napadených odumírajících a odumřelých stromů roztokem modré

skalice, nýbrž modifikaci této sanační metody. Síran měďnatý se neaplikoval v podobě roztoku, ale pouhým rozsypáním na půdní povrch v těsném okolí napadených odumřelých a odumírajících borovic. Vycházelo se z předpokladu, že dešřové srážky budou chemikálii postupně rozpouštět a roztok přecházející do půdy zasáhne i mycelia václavky obecné na kořenech napadených borovic.

Tento test, který jsme cháпали jako orientační, jsme uskutečnili bez opakování pouze v části jedné z porostních skupin (porost 340 E 14, lesní typ IM3, oligotrofní písčité hnědá lesní půda středně podzolovaná, nadmořská výška 270 m, porost byl založen na jaře 1987 mechanizovanou výsadbou dvouletých neškolkovaných borových semenáčků pomocí rýhového zalesňovacího stroje do pruhové připravené půdy). Výchozí hustota borovic na srovnávací ploše byla v roce zahájení testu (1992) v přepočtu 11600 ks sazenic na 1 ha. Aplikace krystalické modré skalice se uskutečnila dne 25. dubna 1992 v dávce 200 g síranu měďnatého na 1 stromek, resp. na plochu přibližně 1 m² kolem sazenice. Neošetřená část porostu plnila funkci kontrolní plochy (varianty).

Metody vyhodnocování testů

Inventarizace úhynu borových sazenic po napadení václavkou obecnou byla na všech osmnácti srovnávacích plochách, kde byla aplikována metoda vytrhávání odumírajících a odumřelých borovic (9krát varianta „zásah“, 9krát varianta „kontrola“), provedena v těchto měsících: duben 1991, duben 1992, červenec 1992, říjen 1992, leden 1993, duben 1993 a květen 1995. Na ploše, kde se aplikoval síran měďnatý k sazenicím, bylo sledování mortality provedeno čtyřikrát, a to v červenci a říjnu 1992 a v lednu a dubnu 1993.

Údaje o počtu a prostorové lokalizaci sazenic, uhynulých po napadení václavkou obecnou, představovaly primární data pro tvorbu časových snímků vývoje mortality sazenic ve sledovaných porostních skupinách. Uhynulé stromy byly hodnoceny ve dvou kategoriích, a to jako stromy závisle uhynulé a nezávisle uhynulé. Za stromy závisle uhynulé jsme při inventarizacích označovali ty, které odumřely v takovém postavení vůči okolním stromům, odumřelým v předchozím období, že bylo možné mezi nimi předpokládat přímý přenos infekce. Jako stromy nezávisle uhynulé byli pak evidováni jedinci, kteří odumřeli na místě, kde nemohlo dojít k přímému kontaktu jejich kořenových systémů s kořeny již dříve odumřelých stromů.

Absolutní mortalita borovic (počet odumřelých sazenic) na srovnávacích plochách byla přepočtena podle výměry porostních skupin a hustoty kultur jako počet uhynulých jedinců na 1 ha. Relativní vyjádření mortality v procentech jsme vzhledem k výrazným rozdílům ve výchozí hustotě borovic na jednotlivých srovnávacích plochách (6500 až 14400 ks.ha⁻¹) nepoužili.

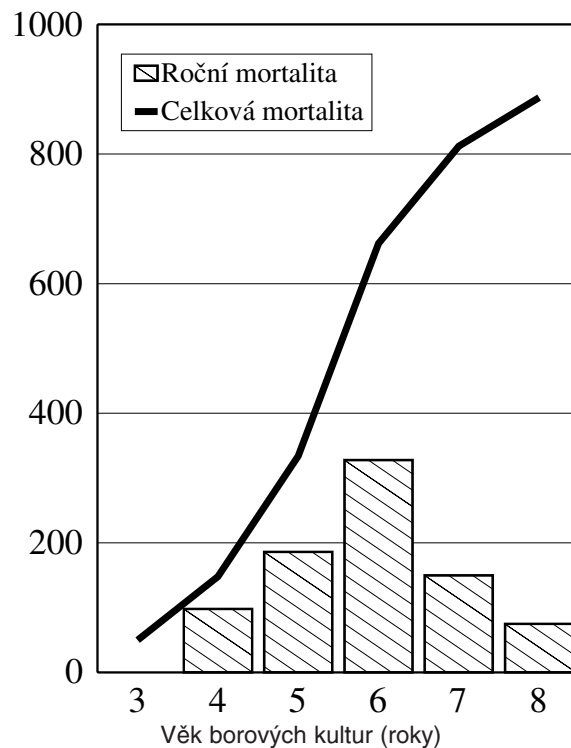
Pro posouzení účinnosti testovaných sanačních metod byl doplňujícím kritériem index Z/NZ, který představoval podíl počtu závisle uhynulých jedinců (Z) ku počtu nezávisle uhynulých jedinců (NZ) za sledované období na dané srovnávací ploše. Jeho použití vycházelo z předpokladu, že bude-li testovaná sanační metoda dostatečně účinná, bude se hodnota indexu Z/NZ snižovat, neboť počet závisle uhynulých borovic se bude na plochách s aplikovaným opatřením rovněž postupně snižovat.

VÝSLEDKY A DISKUSE

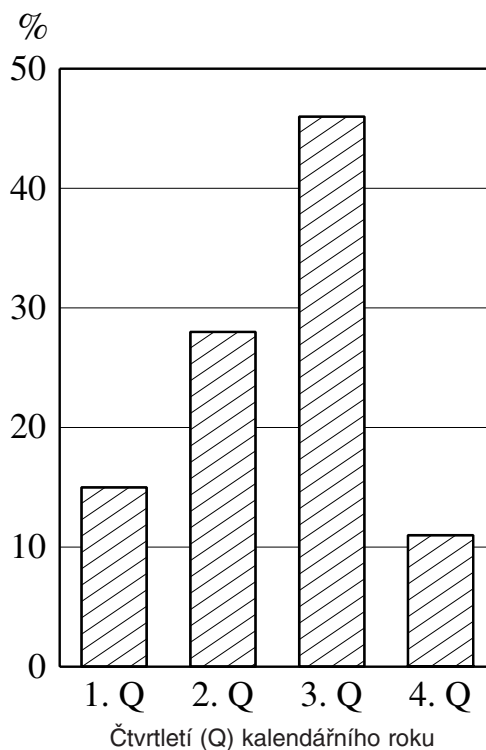
Mortalita borovice lesní po napadení václavkou obecnou

Při výchozí inventarizaci mortality borovic způsobené václavkou obecnou jsme u 3letých kultur zaznamenali v průměru 50 (min. 8, max. 90) odumřelých stromů na 1 ha výměry porostních skupin a u kultur 4letých 163 ks (min. 33, max. 276) odumřelých borovic na 1 ha. V období 8 let věku kultur pak na sledovaných lokalitách průměrný celkový úhyn borovic způsobený kořenovými hnilobami (václavkou obecnou) činil 887 ks.ha⁻¹ (min. 230 ks.ha⁻¹, max. 1445 ks.ha⁻¹). Dynamiku nárůstu celkové (kumulované) a běžné (roční) mortality

Mortalita borovic v ks na 1 ha



Obr. 1: Celková (plná čára) a roční (sloupce) mortalita vyvolaná václavkou obecnou v borových kulturách stáří 3 až 8 let po výsadbě Total mortality (solid line) and year mortality (columns) caused by *Armillaria mellea* in pine plantations after 3 to 8 years after out-planting



Obr. 2: Relativní četnost (v %) roční mortality vyvolané václavkou obecnou ve 3 až 8letých kulturách borovice lesní v jednotlivých čtvrtletích kalendářního roku Relative frequency in percents of year mortality caused by *Armillaria mellea* in 3 to 8 years old pine plantations in each single quarters of a year

borovic po napadení václavkou obecnou v kulturách stáří 3 až 8 let po jejich založení uvádí obr. 1.

Za podstatné považujeme zjištění, že mortalita borovic vlivem kořenových hnilob kulminovala v šestém roce věku kultur a poté se již roční nárůst počtu odumřelých stromů s věkem porostu snižoval. Neoprotivila se tak původní obava, že roční nárůst počtu odumřelých borovic bude vzrůstat po celé období prvního decennia.

Dynamika vývoje mortality borovic na našich průběžně sledovaných plochách vykázala shodný trend jako výsledky jednorázového šetření ztrát borových sazenic vlivem kořenových hnilob (václavky obecné), které bylo v roce 1992 provedeno ve 387 porostních skupinách s borovicí lesní ve stáří 1 až 13 let po výsadbě ve východní části lesní oblasti Polabí (NÁROVEC 1994), kde podíl ztrát borovic vlivem kořenových hnilob prudce vzrostl u 3letých kultur, maxima dosáhl u 6letých kultur a poté s věkem kultur poklesl až k nulové hodnotě (u 12letých a starších kultur).

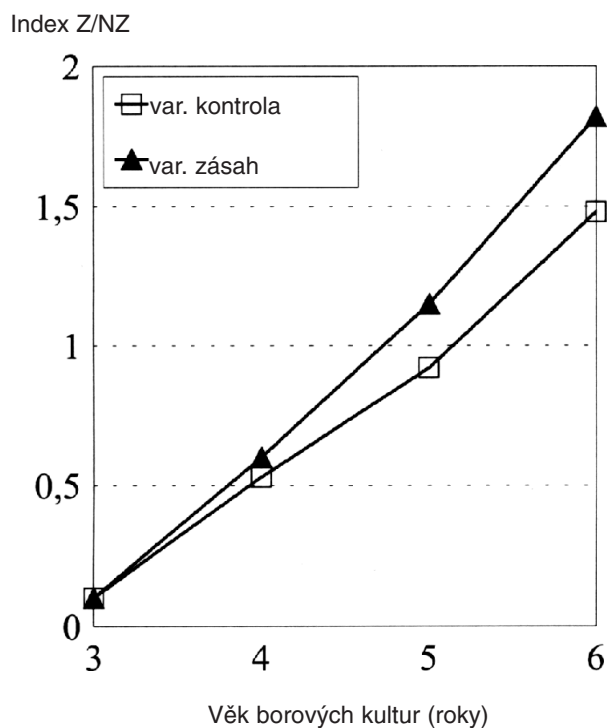
Čtvrtletní sledování pokusů prokázalo, že mortalita borovic vlivem kořenových hnilob je v průběhu kalendářního roku nerovnoměrná. K jejímu největšímu nárůstu dochází ve třetím čtvrtletí (tj. v období července až září), k nejnižšímu pak ve čtvrtletí čtvrtém (obr. 2). Stejný závěr vyplynul z paralelně probíhajících šetření, která v oblasti týništských Borů provedl KRIEGL (1996).

Sledujeme-li dynamiku mortality borovic v jednotlivých porostních skupinách z hlediska počtu a lokalizace závisle a nezávisle uhynulých stromů, pak zpočátku (u 4letých kultur) převažují odumřelí jedinci, klasifikovaní jako nezávisle uhynulé stromy. V průběhu dalšího roku v kulturách prudce narůstá počet závisle uhynulých stromů a stromy této kategorie začínají v porostech postupně převažovat (vývoj indexu Z/NZ u 3 až 6letých kultur dokumentuje obr. 3). Počet nezávisle uhynulých jedinců vykazuje u 5letých a starších kultur již pouze zanedbatelný nárůst. Index Z/NZ přitom u 5letých a starších kultur dosahuje hodnoty 1,0 a vyšší. Svědčí to o tom, že v počáteční fázi (u 3 až 4letých kultur) jde hlavně o jednotlivý úhyn borovic, rozptýlený zpravidla po celé ploše porostní skupiny. V dalších letech (u 5letých kultur) však dochází ke skupinkovitému (hloučkovitému) rozšíření kořenových hnilob z jednotlivých ložisek nákazy na 2 až 6 jedinců, sousedících se stromem uhynulým v předchozím období. V kulturách se vytvářejí kruhovitá „ohniska“ odumřelých stromů, která způsobují mezernaté rozvolňování zápoje porostů. V těchto hloučkách lze potom evidovat podstatnou část všech jedinců, odumřelých v porostní skupině během prvního decennia.

Účinnost sanačních opatření

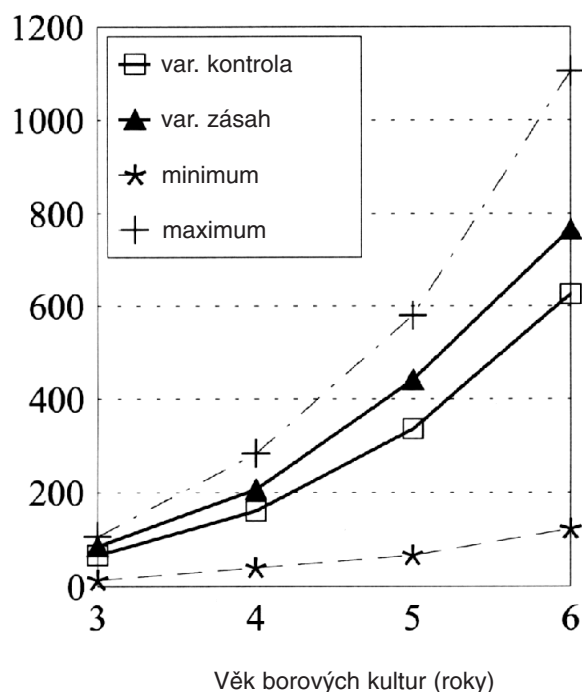
Průměrné hodnoty celkové (kumulativní) mortality borovic vlivem václavky obecné na kontrolních plochách (var. kontrola) a na plochách, kde bylo vytrhávání aplikováno (var. označená jako „zásah“), znázorňuje obr. 4. Aplikace metody vytrhávání odumřelých a odumírajících stromů ze země, provedená ve 3 až 4letých borových kulturách týništských Borů jednorázově i opakovaně, nevedla v dalších letech na ošetřených plochách ke signifikantnímu snížení mortality borovic, vyvolávané kořenovými hnilobami. Počet stromů, uhynulých vlivem kořenových hnilob (celková mortalita), byl na variantě s vytrháváním (var. zásah) dokonce větší než na variantě kontrolní (obr. 4). Na ošetřených plochách (var. zásah) se současně zvýšil podíl stromů závisle uhynulých (viz vyšší hodnoty indexu Z/NZ na var. zásah oproti kontrole na obr. 3).

Malý počet opakování (9 pokusných stanovišť pro každou variantu) a vysoká variabilita mortality borovic v jednotlivých porostních skupinách neumožňovala verifikovat statistickou průkaznost primárních dat mezi sledovanými variantami. Jako hypotézu lze však vyslovit domněnku, že aplikace metody vytrhávání odumřelých a odumírajících borovic nejen že nesnížila následnou mortalitu borovic vlivem kořenových hnilob, ale že dokonce šíření infekce kořenových hnilob v ošetřených kulturách podpořila.

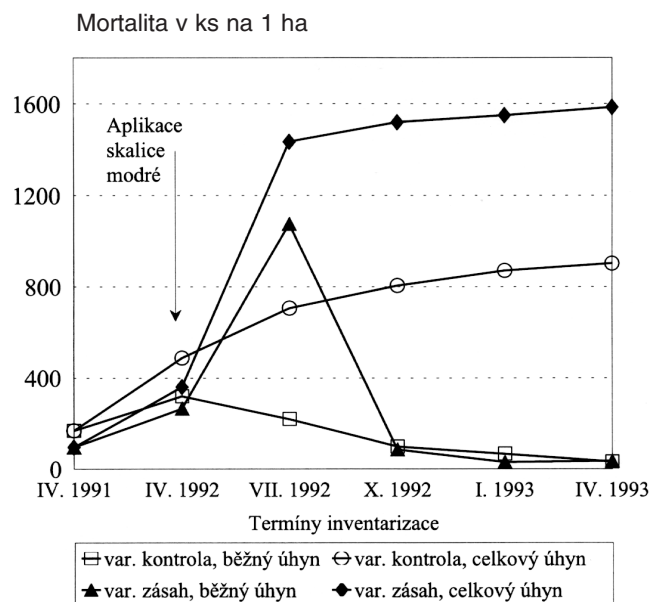


Obr. 3: Vývoj indexu Z/NZ ve 3 až 6letých kulturách borovice lesní
Development of Z/NZ index in 3 to 6 years old pine plantations

Celková mortalita v ks na 1 ha



Obr. 4: Celková (kumulovaná) mortalita (v ks na 1 ha) vyvolaná václavkou obecnou v borových kulturách stáří 3 až 6 let po výsadbě na kontrolních srovnávacích plochách (var. kontrola) a na plochách, kde bylo aplikováno vytrhávání odumřelých a odumírajících stromů (var. zásah)
Total (cumulative) mortality (in pieces per ha) caused by *Armillaria mellea* in pine plantations 3 to 6 years old after outplanting on comparative plots (var. control) and on plots where uprooting of dead and dying trees were done (var. zásah)



Obr. 5:

Celková a běžná mortalita borovic vyvolaná václavkou obecnou v 5leté borové kultuře, kde byla testována účinnost aplikace skalice modré k odumřelým a odumírajícím stromům (var. zásah)

Total and current pine trees mortality caused by *Armillaria mellea* in 5 years old plantation where efficiency of crystalline copper sulphate pentahydrate (bluestone) application into root mats of dead and dying trees was tested (var. zásah)

Pro hodnocení účinnosti testované metody je nutné zdůraznit skutečnost, že sledované porostní skupiny zahrnovaly úzké spektrum lesních typů (tj. téměř výhradně ze SLT 1M) a zejména že testování probíhalo v kulturách založených mechanizovanou výsadbou ve sponu kolem 150 cm (vzdálenost řad) krát 50 až 85 cm (vzdálenost sazenic v řádku). V případě takových výsadeb je doloženo (KRIEGEL 1986), že ve směru rýhy vytvořené sázecím strojem se vyvíjí větší část kořenového systému borovic a že při malé vzdálenosti sazenic v řadách (70 cm a nižší) dochází poté rychle ke vzájemnému proplétání (prorůstání) kořenových systémů jednotlivých sazenic. Vytržení kořenového systému jednoho stromku ze země tak nutně vede k mechanickému narušení kořenových systémů sousedících jedinců. Tím lze vysvětlit možnost přenosu infekce kořenových hnilob a větší mortalitu borovic na plochách, kde bylo vytrhávání stromků aplikováno.

Obdobným způsobem lze interpretovat i výsledky testování aplikací síranu měďnatého k odumřelým stromům. Bezprostředně po aplikaci skalice modré (v květnu až červenci 1992) došlo k výraznému zvýšení mortality borovic na ošetřované ploše. Zatímco nárůst mortality borovic na kontrolní ploše činil za toto tříměsíční období 219 ks na 1 ha, na plochách s aplikací skalice modré dosáhl hodnoty 1075 ks na 1 ha. Vysoká koncentrace soli v půdě a následné fyziologické poškození kořenů a úhyn i sousedících zdravých jedinců byla pravděpodobnou příčinou tohoto pětinasobného zvýšení mortality borovic na ošetřovaných plochách. V dalším období od července 1992 do dubna 1993 dosahoval nárůst mortality borovic za jednotlivá čtvrtletí hodnot 98, 66 a 32 ks na 1 ha na kontrole, resp. 85, 30 a 35 ks na 1 ha na variantě se skalicí modrou (var. zásah). Dynamiku vývoje celkové (kumulativní) a běžné mortality (za období mezi jednotlivými inventarizacemi) borovic v případě tohoto orientačního testu přibližuje obr. 5. Jednoznačně se v testu potvrdilo, že v podmínkách provozních řadových výsadeb (resp. tam, kde již dochází ke kontaktu a vzájemnému proplétání kořenů sousedících stromů) nelze k likvidaci ohnisek infekce kořenových hnilob použít metodu chemické sanace pomocí skalice modré. Tento závěr podtrhuje správnost doporučení, která pro

tuto sanační metodu uvádějí ŠVESTKA et al. (1996), když její aplikovatelnost omezují na semenné sady, klonové archivy a jiné cenné výsadby.

SOUHRN A ZÁVĚRY

V poloprovozním měřítku byly ve vybraných 3 až 8letých borových kulturách týništských Borů testovány dvě metody sanace ohnisek infekce kořenových hnilob způsobovaných řadou druhů hub kolem václavky obecné *Armillaria mellea sensu lato*: metoda vytrhávání odumírajících a odumřelých stromků ze země a metoda aplikace síranu měďnatého na půdu kolem václavkou napadených borovic.

Předpokládaný pozitivní účinek na snížení mortality borovic v kulturách nebyl u obou testovaných metod prokázán. Aplikace síranu měďnatého na půdu kolem odumírajících a odumřelých borovic se ukázala jako velmi riskantní, neboť v podmínkách provozních řadových výsadeb, kde již dochází ke vzájemnému kontaktu a proplétání kořenů, vedla k fyziologickému poškození kořenů a k úhynu sousedících zdravých jedinců. Jako málo účinné, resp. neúčinné se ve stejných podmínkách ukázalo i vytrhávání borovic, odumírajících a odumřelých po napadení václavkou obecnou. Mechanickým poškozením a narušením kořenů zdravých sousedních stromů lze při aplikaci této metody šíření infekce kořenových hnilob v mladých borových kulturách pravděpodobně i podpořit.

LITERATURA

HANIŠ, J.:

Dílčí výsledky šetření silně zhoršeného stavu a růstu borových kultur a mladých mlazin. [Studie]. Hradec Králové, ÚHÚL 1991. 5 s.

KRIEGEL, H.:

Vliv mechanizované výsadby na růst kořenů borovice. Zprávy lesn. Výzk., 31, 1986, č. 3, s. 9-14.

KRIEGEL, H.:

Dynamika poškození mladých borových porostů václavkou obecnou. In: Jurásek, A. et al.: Pěstování lesa v ekotopech narušených antropogenní činností. [Výroční zpráva]. Opočno, VÚLHM - VS 1996, s. 55-57.

NÁROVEC, V.:

Vymezení a kvantifikace škodlivých činitelů a stresových faktorů v borových porostech ... lesní oblasti Polabí. [Výroční zpráva]. Opočno, VÚLHM - VS 1994. 73 s.

NÁROVEC, V., ŠACH, F., ŠTĚNIČKA, S.:

Neuspokojivý růst a vývoj mladých borových porostů ve východní části lesní oblasti Polabí (informace o projektu). Zprávy lesn. Výzk., 39, 1994, č. 3, s. 45 - 47.

NÁROVEC, V., ŠTĚNIČKA, S.:

Rozbor příčin neuspokojivého stavu kultur borovice lesní na vybraných lokalitách ... a návrh nápravných a preventivních opatření. [Závěrečná zpráva]. Opočno, VÚLHM - VS 1990. 153 s.

PEŘINA, V.:

Přeměny borových monokultur na pleistocenních terasách. 1. vyd. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1960. 210 s.

ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V.:

Nové metody v ochraně lesa. 1. vyd. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1990. 280 s.

ŠVESTKA, M., HOCHMUT, R., JANČAŘÍK, V.:

Praktické metody v ochraně lesa. 1. vyd. Praha, Silva Regina 1996. 309 s.