

## FUNGICÍDNA ÚČINNOSŤ BÓRU V PROSTRIEDKU NA OCHRANU DREVA S PODIELOM AMÓNNYCH SOLÍ

### FUNGICIDE EFFICACY OF BORON IN THE WOOD PRESERVATIVE CONTAINING AMMONIUM SALTS

Ladislav Reinprecht – Miloš Pánek

#### ABSTRACT

The aim of presented work was to propose a suitable type of the preservative for chemical preservation of wood for interiors with a complete fungicide, insecticide and fire-retardant effect. Chemicals based on boron – boric acid and borax were used as biocides (fungicide + insecticide), and chemicals based on ammonium – ammonium sulphate and dihydrogenammonium phosphate were used as fire-retardants. Fungicide efficacy of more forms of preservatives with the portion of boron and ammonium salts was evaluated against the wood destroying fungi *Coniophora puteana* and *Trametes versicolor*, and also against the mixture of moulds *Penicillium cyclopium*, *Penicillium brevi-compactum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus amstelodami* and *Alternaria alternata*. Decay processes in wood have been suppressed more expressively only with the preservative containing 5 % of boric compounds. However, this preservative could not protect wood against the mould attack which has been explained by a lower efficacy of boron against moulds and also by an active role of nitrogen in ammonium salts for growth of moulds.

**Key words:** wood-destroying fungi, *Coniophora puteana*, *Trametes versicolor*, moulds, boric fungicides, ammonium salts.

#### ÚVOD

Zlúčeniny bóru, ako napríklad kyselina boritá, tetraboritan sodný a oktaboritan sodný, majú fungicídny a insekticídny účinok, resp. aj určitý protipožiarny účinok (Peylo a Willeitner 2001). Táto skutočnosť sa už vyše 50 rokov využíva pri ich uplatnení v prostriedkoch na chemickú ochranu dreva (Drysdale 1994, Lloyd a kol. 1990). Z environmentálneho a ekotoxikologického hľadiska sú v porovnaní s inými biocídmi vcelku prijateľné. Ich akútna toxicita je pomerne nízka – t.j. majú relatívne vysokú hodnotu LD<sub>50</sub> (letalis dosis – orálna dávka potkanom pri ich 50 % úhyne) = 5000 mg/kg, čo vytvára priestor pre ich aplikácie v chemickej ochrane dreva aj v budúcnosti (Reinprecht 2004, tab. 1).

Amónne soli sú výborné retardéry horenia. Na druhej strane, amónne soli sú aj zdrojom dusíka pre huby (Rypáček 1957) a katalyzátorom produkcie hydrolázových enzýmov drevokazných húb (Lýr a Scháňel 1964). Často podporujú aktivitu plesní, drevosfarbujúcich húb a niektorých druhov drevokazných húb (Reinprecht a kol. 1986, Reinprecht 1988). Dusík je v dreve lokalizovaný hlavne v plazmatických zvyškoch, najmä v parenchymatických bunkách, v množstve 0,1 až 0,3 %. Hubám je prístupnejší dusík viazaný do organických látok (bielkoviny, peptóny, apod.), v porovnaní s dusíkom prítomným v anorganických látkach (amónne soli, dusičnany, apod.). Huby používajú dusík aj k syntéзам chitínu, ktorý je stavebnou zložkou bunkových stien hubových vlákien, a tiež na syntézu bielkovín protoplastu. Drevosfarbujúce huby kolonizujú najskôr parenchymatické bunky dreva s pomerne najvyšším obsahom dusíka, alebo parazitické huby napádajú iba drevo živých stromov s trvale zvýšeným obsahom dusíka. Niektoré drevokazné huby dokážu nachádzať zdroje dusíka aj mimo dreva, čoho príkladom sú huby atakujúce aj vlnu a iné keratoproteíny uložené v blízkosti dreva. Hliva ustricová (*Pleurotus ostreatus*) je schopná svojim mycélium vniknúť aj do ústneho ústrojenstva lariev chrobákov žijúcich v dreve (Škubla 1989).

**Tab. 1 Prostriedky na chemickú ochranu dreva s obsahom bóru používané v SR a ČR**  
**Tab. 1 Wood preservatives with boron applied in Slovak Republic and Czech Republic**

Názov	Výrobca	Podiel bóru a iných komponent	Typové označenie STN 49 0600 – 1
Katrit Beta	Katres, s.r.o., CZ-Praha	10,4 % bóru	Iv, P, 1, 2
Bochemit Basic	Bochemie, s.r.o., CZ-Bohumín	min. 10 % bóru	Iv, P, 1, 2
Pragokor Boronit	Pragochema, s.r.o., CZ-Praha	min. 11,6 % bóru	Iv, P, 1, 2
Diffusit S	Dr. Wolman, D-Sinzheim	min. 11,8 % bóru	Iv, P, 1, 2
Balpen Ex	Balchem, s.r.o., CZ-Kuřim	18 % kyseliny boritej, 18 % QA	Iv, P, B, 1, 2, 3
Bochemit QB	Bochemie, s.r.o., CZ-Bohumín	18 % kyseliny boritej, 18 % QA	Iv, P, B, 1, 2, 3
Duopen-EX	DuOMIS, s.r.o., CZ-Ústí/Labem	3,5 % bóru, 25 % QA	Iv, P, B, 1, 2, 3
Katrit BAQ	Katres, s.r.o., CZ-Praha	2,7 % bóru, 15 % QA	Iv, P, B, 1, 2, 3
Adolit TA 100	Remmers Bauchemie, D-Lonigen	min. 4 % bóru, Cu-HDO	Iv, P, B, 1, 2, 3
Wolmanit CX-H	Dr. Wolman, D-Sinzheim	min. 2 % bóru, Cu-HDO	Iv, P, B, 1, 2, 3

- QA = kvartérna amóniová soľ (napr. laurylbenzyltrimetylammónium chlorid), s fungicídnym účinkom
- Cu-HDO = bis-/N-cyklohexyldiazéniumdioxo/-med', s fungicídnym účinkom

Z vyššie uvedeného pohľadu nás zaujímalo, ako sa v novo-pripravovaných prostriedkoch na ochranu dreva na báze bóru a amónnych solí (s predpokladaným komplexným biocídnym a ohňo-retardačným účinkom) budú chovať zlúčeniny bóru, t.j. či sa ich fungicídna účinnosť zníži vplyvom dusíka z amónnych solí. Fungicídne účinné dávky bóru v navrhnutých typoch ochranných prostriedkov sa stanovili pomocou skríningových a normových mykologických testov.

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

### Komponenty novo-pripravovaného ochranného prostriedku:

- zmes amónnych solí kyseliny fosforečnej a sírovej (AS), t.j. 50 %  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  – dihydrogénfosforečnan amónny a 50 %  $\text{NH}_4/2\text{SO}_4$  – síran amónny, aplikovaná vo forme 35 % vodného roztoku,
- zlúčeniny bóru (B), t.j.  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – kyselina boritá a  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – tetraboritan sodný.

### Skladba novo-pripravovaného ochranného prostriedku:

Do zmesi amónnych solí (AS) sa primiešavali borité látky (B) (kyselina boritá, resp. tetraboritan sodný, resp. zmes 1:1 kyseliny boritej a tetraboritanu sodného), a to tak, aby sa pripravilo viacej modifikácií novo-pripravovaného ochranného prostriedku (AS + B):

AS	AS – sušina	B
100 %	35 %	0 %
99,95 %	34,98 %	0,05 %
99,75 %	34,91 %	0,25 %
99,5 %	34,83 %	0,5 %
99 %	34,64 %	1 %
97,5 %	34,13 %	2,5 %
95 %	33,25 %	5 %

### Testy fungicídnej účinnosti ochranného prostriedku:

Skúšky fungicídnej účinnosti ochranného prostriedku na báze bóru a amónnych solí sa vykonali prostredníctvom:

- skríningových testov,
- normových mykologických testov STN ENV 839 (STN 49 0703) a STN 49 0604.

Skríningové testy fungicídnej účinnosti – sa aplikovali pre dve drevokazné huby:

- *Coniophora puteana* (Schumacher ex Freis) Karsten BAM Ebw. 15 – Chrastavka pivničná
- *Trametes versicolor* (Linnaeus) Quélet = *Coriolus versicolor* (Linnaeus) Quélet CTB 863A – Trúdnikovec pestrý

a pre zmes 5 kultúr plesní (mikroskopických húb):

- *Alternaria alternata*, *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus niger*, *Penicillium cyclopium* a *Penicillium brevi-compactum*.

Skríningové testy sa vykonali metódou otrávených impregnovaných filtračných papierov (Reinprecht a kol. 2003). Krúžky filtračného papiera Whatman 3 CHR ( $\phi = 14$  mm) sa vložili do Petriho misiek na agar-sladovú pôdu s naočkovanej inokulom drevokaznej huby, resp. zmesou plesní. Do jednej Petriho misky sa vkladali 3 krúžky papiera impregnované daným typom ochranného prostriedku príslušnej koncentrácie a 1 krúžok kontrolného neimpregnovaného papiera. Test prebiehal v termostatoch pri 25 °C. Hodnotenie rastu drevokazných húb a plesní sa vykonalo po 7 a 14 dňoch. Sledovalo sa spomalenie rastu mycélií húb v okolí krúžkov filtračných papierov (t.j. tvorba inhibičných zón), a súčasne aj intenzita možného rastu mycélií na povrchu papierov (obr. 1). V práci uvádzame len výsledky z rastu hubových organizmov na povrchu papierov – tab. 2.

Normové mykologické testy fungicídnej účinnosti – sa vykonali podľa platných noriem pre povrchovú aplikáciu ochranných prostriedkov, použiteľných do interiéru v rámci 1. alebo 2. triedy ohrozenia dreva (STN EN 335-1):

➤ voči drevokazným hubám (obr. 2, tab. 3) podľa európskej normy STN P ENV 839 (STN 49 0703):

- Huby: celulózovorná *Coniophora puteana* (Schumacher ex Freis) Karsten BAM Ebw. 15 (hnedá hniloba dreva), a lignínovorná *Trametes versicolor* (Linnaeus) Quélet (biela hniloba dreva).
- Drevo: Beľ borovice (*Pinus sylvestris* L.), 128 skúšobných vzoriek 50x25x15 mm (LxRxT).

$$e_1 + e_{2,1} + e_{2,2} + e_3 = (48+48+8+24) = 128 \quad (1)$$

$e_1$  – náterom ošetrené vzorky v 48 Kolleho bankách vystavené mycéliu drevokaznej

huby (viď Tab. 3: (6 koncentrácií x 2 huby x 4 vzorky v sérii)),

$e_{2,1}$  – skúšobné kontrolné vzorky – bez ošetrenia v 48 Kolleho bankách,

$e_{2,2}$  – kontrolné neošetrené vzorky v 4 Kolleho bankách na zistenie virulencie huby (ak:  $\Delta m > 20\%$ ),

$e_3$  – náterom ošetrené vzorky v 24 Kolleho bankách bez huby, na výpočet korekčného faktora „C“.

- Ošetrenie: Čelá vzoriek typu  $e_1$  a  $e_3$  sa 2-krát zatmelili epoxidovým lakom a povrchy vzoriek sa následne ošetrili ochranným prostriedkom (AS + B) danej koncentrácie s príjmom v oblasti  $\cong 200 \text{ g/m}^2$ .

- Expozícia: Vzorky dreva vystavené mycéliu drevokaznej huby v Kolleho bankách po dobu 16 týždňov pri 25 °C.

- Vyhodnotenie: Úbytok hmotnosti vzoriek dreva vplyvom hniloby –  $\Delta m$ .

Úbytok hmotnosti každej ošetrenej vzorky typu  $e_1$  sa stanovil podľa vzťahu:

$$\Delta m = 100 \cdot \{m_0 + ([m_2 - m_1] + [m_3 - m_2] \cdot S) \cdot C - m_4\} / m_0 \quad (\%) \quad (2)$$

$$\Delta m = 100 \cdot \{m_0 + (m_{\text{epoxy-tmel}} + m_{\text{ochranný prostriedok}}) \cdot C - m_4\} / m_0 \quad (\%) \quad (3)$$

kde:  $m_0$  – hmotnosť zdravej vzorky stanovená v jej absolútne suchom stave (g),

$m_1$  – hmotnosť zdravej vzorky klimatizovanej pri  $t = 20 \text{ °C}$  a  $\phi = 65\%$  po dobu 14 dní (g),

$m_2$  – hmotnosť zdravej vzorky, u ktorej sa čelá zatmelili epoxidovým lakom (2 krát v intervale po 24 h), a potom klimatizovanej 48 h pri  $t = 20 \text{ °C}$  a  $\phi = 65\%$  (g),

$m_3$  – hmotnosť zdravej vzorky so zatmelenými čelami, ktorá sa podrobila ošetreniu ochranným prostriedkom v nánose cca  $200 \text{ g/m}^2$  (g),

$m_4$  – hmotnosť ošetrenej vzorky vystavenej drevokaznej hube po dobu 16 týždňov, stanovená v absolútne suchom stave (g),

S – sušina ochranného prostriedku v  $\% / 100$  (0-1),

C – korekčný faktor stanovený zo 4 ošetrovaných vzoriek typu  $e_3$  (u každej formulácie ochranného prostriedku), ktoré neboli vystavené drevokaznej hube

$$C = (m_{C4} - m_{C0}) / ([m_{C2} - m_{C1}] + [m_{C3} - m_{C2}] \cdot S) \quad (4)$$

Úbytok hmotnosti neošetrovaných vzoriek typu  $e_{2,1}$  a  $e_{2,2}$  sa stanovil podľa vzťahu:

$$\Delta m = 100 \cdot \{m_0 - m_{4-N}\} / m_0 \quad (\%) \quad (5)$$

kde:  $m_{4-N}$  – hmotnosť neošetrenej vzorky vystavenej drevokaznej hube po dobu 16 týždňov, stanovená v absolútne suchom stave (g)

➤ voči plesniam (tab. 4) podľa STN 49 0604:

- Huby: Zmes mikroskopických húb – *Alternaria alternata*, *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus niger*, *Penicillium cyclopium* a *Penicillium brevi-compactum*.

- Drevo: Beľ borovice (*Pinus sylvestris* L.), 144 skúšobných vzoriek 50x10x5 mm (LxRxT).

$$e_1 + e_{2,1} = (120 + 24) = 144$$

$e_1$  – náterom ošetrované vzorky v 24 Petriho miskách (5 ks v jednej miske) vystavené plesniam (viď tab. 4: (6 koncentrácií x 1 zmes plesní x 20 vzoriek v sérii))

$e_{2,1}$  – kontrolné neošetrované vzorky v 24 Petriho miskách

- Ošetrovanie: Vzorky sa ošetrili ochranným prostriedkom (AS, resp. AS + B) danej koncentrácie s príjmom v oblasti  $200 \pm 25 \text{ g/m}^2$ .

- Expozícia: Vzorky dreva vystavené plesniam v Petriho miskách po dobu 4 týždňov pri  $28^\circ\text{C}$ .

- Vyhodnotenie: Percento vrchnej plochy vzoriek (50x10 mm) porastené plesňou podľa stupnice  $P = 0$  až 4.

0 = povrch vzorky dreva bez porastu plesňou

1 = povrch infikovaný ojedinele do 10 % plochy

2 = povrch infikovaný slabo do 25 % plochy

3 = povrch infikovaný súvislejšie do 50 % plochy

4 = povrch infikovaný súvisle nad 50 % plochy

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

**Skriningové testy fungicídnej účinnosti (tab. 2)** – poskytli tieto poznatky:

- Látky s podielom bóru (B), t.j. kyselina boritá a tetraboritan sodný, dokázali v prípade prípravku na báze amónnych solí (AS) zlepšiť jeho účinnosť voči drevokazným hubám, ale jeho efekt voči plesniam zlepšili iba v minimálnej miere.
- Najúčinnější sa ukázala taká formulácia ochranného prostriedku (AS + B), v ktorom úlohu fungicídneho bóru plnil zmesový boritý komplex (kyselina boritá + tetraboritan sodný = 1:1), aplikovaný v najvyššej 5 % koncentračnej dávke.
- Mierne menšia účinnosť sa zistila pri tých formuláciách ochranného prostriedku (AS + B), kde úlohu fungicídneho bóru plnila len kyselina boritá, resp. len tetraboritan sodný.
- Ochranný prostriedok na báze amónnych solí a zmesového boritého fungicídu (AS + B  $\rightarrow$  AS + ( $\text{H}_3\text{BO}_3$  a  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )) sa následne podrobil normovým mykologickým testom na zistenie hranice jeho fungicídnej účinnosti.

**Tab. 2 Účinnosť ochranných prostriedkov s podielom amónnych solí (AS) a bóru (B) voči drevokazným hubám a plesniam – skriningové testy fungicídnej účinnosti**

**Tab. 2 Efficacy of wood preservatives containing ammonium salts (AS) and boron (B) against wood destroying fungi and moulds – screening tests of fungicide efficacy**

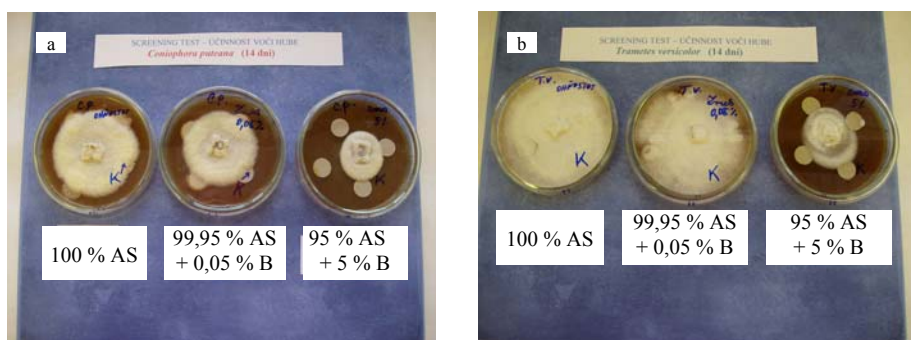
RAST HÚB NA FILTRAČNÝCH PAPIEROCH – GROWTH OF FUNGI ON FILTER PAPERS							
Ochranný prostriedok Wood preservative	Koncentrácia boritej látky Concentration of the boric compound [%]	<i>Coniophora puteana</i> [mm]		<i>Trametes versicolor</i> [mm]		Zmes plesní Mixture of moulds [mm]	
		7 deň	14 deň	7 deň	14 deň	7 deň	14 deň
Bez ošetrenia	–	0 – 7	14	10 – 14	14	14	14
AS	–	0 – 4	14	8 – 13	14	14	14
AS + Kyselina boritá	0,05	0 – 3	12 – 14	5 – 11	14	14	14
	0,5	0 – 1	8 – 14	0 – 5	10 – 14	14	14
	5	0	0 – 13	0 – 1	3 – 9	5 – 14	14
AS + Tetraboritan sodný	0,05	0 – 4	12 – 14	7 – 13	14	14	14
	0,5	0 – 2	10 – 14	1 – 7	12 – 14	14	14
	5	0	0 – 12	0 – 3	5 – 12	9 – 14	14
AS + Zmesový boritý fungicíd	0,05	0 – 5	14	7 – 13	14	14	14
	0,5	0 – 3	9 – 14	1 – 5	10 – 14	14	14
	5	0	0 – 9	0 – 1	3 – 10	8 – 14	14

Poznámky:

- AS = amónna soľ (50 %  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  – dihydrogénfosforečnan amónny a 50 %  $\text{NH}_4/2\text{SO}_4$  – síran amónny) vo forme 35 % vodného roztoku.
- Zmesový boritý fungicíd = kyselina boritá + tetraboritan sodný, v hmotnostnom pomere 1:1.
- V každej Petriho miske boli 3 filtračné papiere ošetrené testovaným prípravkom danej koncentrácie a 1 neošetrený kontrolný filtračný papier (K) – obr. 1.
- Jednotlivé údaje v tabuľke predstavujú rozsahy zistených hodnôt pre 9 skúšobných papierov ošetrených testovaným prípravkom danej koncentrácie (n = 9, /3 Petriho misky x 3 papiere/), t.j. údaj „od-do“.

**Normové mykologické testy fungicídnej účinnosti (tab. 3 a 4) – priniesli tieto poznatky:**

- Prípravok čisto iba na báze amónnych solí (AS) nedokázal zjavnejšie potlačiť aktivitu drevokazných húb (tab. 3), pričom rast plesní dokonca mierne podporil. Je to v súlade s poznatkami o kladnej úlohe dusíka v amónnych anorganických soliach na rast hubových organizmov, hlavne mikroskopických húb.
- Novo-pripravený ochranný prostriedok na báze amónnych solí a bóru (AS + B), t.j. s prídavkom kyseliny boritej a tetraboritanu sodného v hmotnostnom pomere 1 : 1, pôsobil na drevokazné huby inhibične. Hnilobu dreva potlačil výraznejšie v tých prípadoch, ak sa na jeho prípravu použil vyšší podiel zmesového boritého fungicídu, t.j. pri 2,5 % a najmä 5 % podiele boritých látok (tab. 3, obr. 2).
- Na druhej strane, novo-pripravený ochranný prostriedok z amónnych solí a bóru (AS + B) mal iba minimálnu účinnosť voči plesniam (tab. 4), a to aj pri vyšších podieloch boritých látok. Tento poznatok je možné pripísať významnej aktivačnej úlohe amoniaku (resp. dusíka) pre rast plesní.

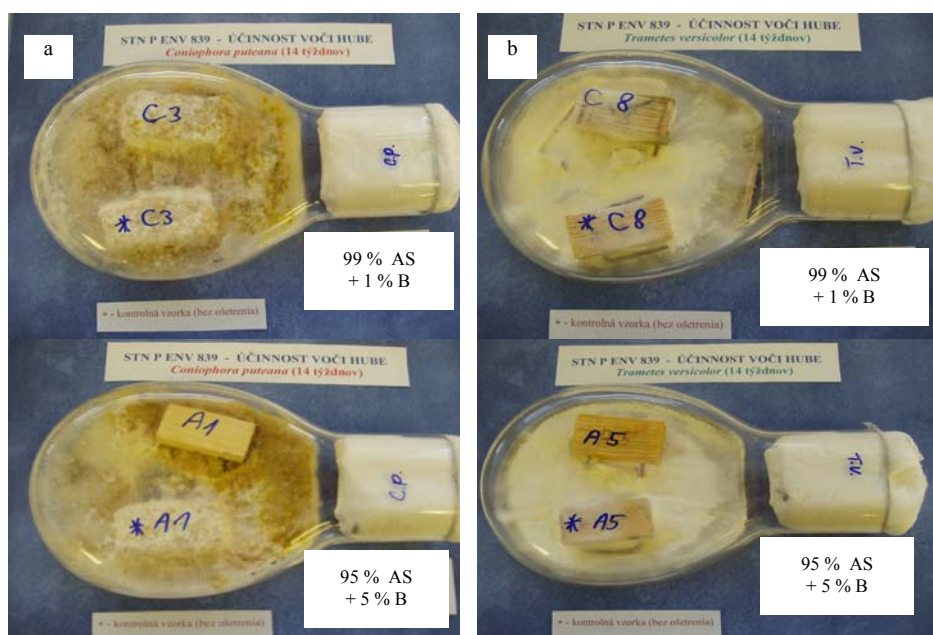


**Obr. 1** Skriningový test fungicídnej účinnosti ochranného prostriedku (AS + B) s podielom 0 %, 0,05 % a 5 % boritých látok (kyseliny boritej a tetraboritanu sodného v pomere 1:1)  
 a) test voči hube *Coniophora puteana*, b) test voči hube *Trametes versicolor*

Poznámka: Kontrolný neošetrený papier = K

**Fig. 1** Screening test of fungicide efficacy of wood preservatives (AS +B) containing 0 %, 0,05 % and 5 % of boric compounds (boric acid and borax in the proportion 1:1)  
 a) against the fungus *Coniophora puteana*, b) against the fungus *Trametes versicolor*

Note: Control untreated paper = K



**Obr. 2** Mykologický test fungicídnej účinnosti ochranného prostriedku (AS + B) s podielom 1 % alebo 5 % boritých látok (kyseliny boritej a tetraboritanu sodného v pomere 1:1) v Kolleho bankách podľa STN P ENV 839, vyfotený v 14 týždňoch  
 a) test voči hube *Coniophora puteana*, b) test voči hube *Trametes versicolor*

Poznámka: Kontrolná neošetrená vzorka dreva = \*

**Fig. 2** Mycological test of fungicide efficacy of wood preservative (AS + B) containing 1 or 5 % of boric compounds (boric acid and borax in proportion 1:1) in Kolle's flasks by STN P ENV 839, photo after 14 weeks

a) against fungus *Coniophora puteana*, b) against fungus *Trametes versicolor*

Note: Control untreated specimen of wood = \*

**Tab. 3 Proti hnilobná účinnosť ochranných prostriedkov na báze amónnych solí (AS) a boritých látok (B) – normové testy podľa STN P ENV 839 (STN 49 0703)**

**Tab. 3 Fungicide efficacy of wood preservatives containing ammonium salts (AS) and boric compounds (B) – standard tests by P ENV 839 (STN 49 0703)**

Skúšobná huba Fungus	Ochranný prostriedok Wood preservative	Koncentrácia boritého fungicidu (B) Concentration of boric compounds (B)  [%]	Príjem zmesového boritého fungicidu (B) Retention of boric compounds (B)  [g/m <sup>2</sup> ]	STN P ENV 839 Úbytok hmotnosti skúšobných vzoriek dreva (e <sub>1</sub> ) Mass loss of wood samples (e <sub>1</sub> ) Δ m  [%]
<i>Coniophora puteana</i>	AS	-	-	20,80
	AS + B	0,25	0,45	18,92
		0,5	1,07	19,03
		1,0	1,96	12,40
		2,5	4,06	8,15
5,0	8,76	2,30		
<i>Trametes versicolor</i>	AS	-	-	12,22
	AS + B	0,25	0,47	14,11
		0,5	1,07	11,69
		1,0	1,75	7,74
		2,5	4,52	4,32
5,0	8,94	3,54		

Poznámky:

- AS = amónna soľ (50 % NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – dihydrogénfosforečnan amónny a 50 % /NH<sub>4</sub>/<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – síran amónny) vo forme 35 % vodného roztoku.
- B = zmesový boritý fungicíd (kyselina boritá + tetraboritan sodný, v hmotnostnom pomere 1:1).
- Každý údaj v tabuľke je priemerom zo 4 ošetrených vzoriek dreva (n = 4).
- Úbytky hmotnosti kontrolných neošetrených vzoriek dreva (e<sub>2,2</sub>):
  - *C. puteana*: Δm = 34,36 % (n = 4) ⇒ skúška bola platná, keďže Δm > 20 %,
  - *T. versicolor*: Δm = 20,72 % (n = 4) ⇒ skúška bola platná, keďže Δm > 20 %.

**Tab. 4 Proti plesňová účinnosť ochranných prostriedkov na báze amónnych solí (AS) a boritých látok (B) – normové testy podľa STN 49 0604**

**Tab. 4 Efficacy of wood preservatives containing ammonium salts (AS) and boric compounds (B) against moulds – by the national standard STN 49 0604**

Skúšobná zmes plesní Mixture of moulds	Ochranný prostriedok Wood preservative	Koncentrácia boritého fungicidu (B) Concentration of boric compounds (B)  [%]	Príjem zmesového boritého fungicidu (B) Retention of boric compounds (B)  [g/m <sup>2</sup> ]	STN 49 0604 Plesňový porast na povrchu skúšobných vzoriek dreva (e <sub>1</sub> ) Growth of moulds on wood surfaces (e <sub>1</sub> )  [P = 0 – 4]
<i>A. alternata</i> <i>A. amstelodami</i> <i>A. niger</i> <i>P. cycloptium</i> <i>P. brevi-compactum</i>	AS	-	-	4
	AS + B	0,25	0,43	4
		0,5	1,02	3,8
		1,0	2,11	3,8
		2,5	4,18	3,6
5,0	8,94	3,2		

Poznámky:

- AS = amónna soľ (50 % NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – dihydrogénfosforečnan amónny a 50 % /NH<sub>4</sub>/<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – síran amónny) vo forme 35 % vodného roztoku.
- B = zmesový boritý fungicíd (kyselina boritá + tetraboritan sodný, v hmotnostnom pomere 1:1).
- Každý údaj v tabuľke je priemerom z 20 ošetrených vzoriek dreva (n = 20).
- Stupne plesnivenia kontrolných neošetrených vzoriek dreva e<sub>2,1</sub> (n = 24) boli vždy max. P = 4.



## ZÁVER

Chemickou ochranou sa zvyšuje prirodzená trvanlivosť dreva a následne aj životnosť výrobkov z dreva. Pre interiérové expozície je niekedy nutné zaistiť komplexnú odolnosť drevných materiálov voči drevoznehodnocujúcim hubám, drevokaznému hmyzu i požiaru. Takýto cieľ môže splniť kombinovaný ochranný prostriedok, o prípravu ktorého sme sa v tejto práci pokúsili, a ktorý sme následne aj otestovali voči aktivite drevokazných húb a plesní.

Pripravili sme viaceré formulácie ochranného prostriedku na báze boritých látok v úlohe fungicídu i insekticídu (B) a amónnych solí kyseliny fosforečnej a sírovej v úlohe retardéra horenia (AS). Zo skriningových a normových mykologických testov vyplynulo, že voči hnedej a bielej hnilobe dreva je dostatočne účinná iba formulácia ochranného prostriedku (AS + B) s najvyššie použitým 5 % podielom zlúčenín bóru (t.j. 2,5 % kyseliny boritej a 2,5 % tetraboritanu sodného). Avšak ani táto formulácia ochranného prostriedku nevykázala dostatočnú účinnosť voči plesniveniu dreva, čo pripisujeme jednak pomerne nižšej účinnosti bóru voči plesniam ako voči drevokazným hubám, a jednak podpornému vplyvu dusíka v amónnych soliach na rast plesní.

## LITERATÚRA

1. DRYSDALE J. A. Boron treatments for the preservation of wood – A review of efficacy data for fungi and termites. 1994, IRG/WP/94-30037.
2. LLOYD J.D., DICKINSON D.J., MURPHY R.J. The probable mechanism of action of boric acid and borates as wood preservatives. 1990, IRG/WP/90-1450.
3. LÝR H., SCHÁÑEL L. Über die Cellulase – Bildung von *Fomes marginatus* Gill. Ztschr. f. Allg. Mikrobiologie, 1964, 4, s. 341-349.
4. PEYLO A., WILLEITNER H. Bewertung von Borates als Holzschutzmittel. Holz als Roh-Werkstoff, 2001, 58, s. 476-482.
5. REINPRECHT L., MAHÚT J., OSVALD A. K problematike vplyvu ochranných látok na odolnosť preglejok voči plesniam. Drevo, 1986, 41, (10), s. 301-303.
6. REINPRECHT L. Vybrané vlastnosti dreva po jeho úprave kyselinou, zásadou alebo oxidačným činidlom. Drevársky Výskum, 1988, 119, s. 43-60.
7. REINPRECHT L., KIZLINK J., ŠVAJLENOVÁ O. Fungicídna účinnosť karbaminátov a meďnatých chelátov. Acta Fac. Rer. Nat. Univ. Ostr. Biol. Ekol., 2003, 210, (9), s. 29-34.
8. REINPRECHT L. Nové trendy v ochrane drevárskych výrobkov. (New trends in the protection of wooden products.) In: Technológia spracovania dreva, Medzinárodná vedecká konferencia, TU Zvolen, 2004, s. 139-144.
9. RYPÁČEK V. Biologie dřevokazných hub. NČAV Praha, 1957, 209 s.
10. ŠKUBLA P. Tajomné huby. Príroda Bratislava, 1989, 359 s.
11. STN P ENV 839 (STN 49 0703): „Ochranné prostriedky na drevo – Zisťovanie ochrannej účinnosti proti drevokazným hubám Basidiomycetes – Aplikácia povrchovou úpravou.
12. STN 49 0600-1: Ochrana dreva. Základné ustanovenia. Chemická ochrana dreva.
13. STN 49 0604: Ochrana dreva - Stanovenie biocídnych vlastností ochranných prostriedkov na drevo.

## SUMMARY

Natural durability of wood and durability of wood products can be increased by chemical protection. It is necessary to ensure sometimes in interior expositions a complex durability of wood materials against wood destroying fungi, wood destroying insects and fire. This object could be achieved by combined wood preservative which was prepared in this experiment and which was tested against activity of wood destroying fungi and moulds.

We prepared more combinations of wood preservative which contained boric acid and/or borax applied as fungicide compound (B), and ammonium salts of phosphoric and sulphuric acids applied as fire retardant (AS). Results of screening tests and standard mycological test have shown that sufficient efficacy against brown rot (*Coniophora puteana*) and white rot (*Trametes versicolor*) of wood had only the wood preservative in which the maximum 5 % amount of boron compounds (2.5 % of boric acid and 2.5 % of borax) have been used. However, this concentration of boron in wood preservative could not achieve sufficient efficacy of treated wood against mould attack. This result was caused by a lower efficacy of boron against moulds than against wood destroying fungi, and also by a presence of nitrogen in ammonium salts which increase growth of moulds.

### Pod'akovanie

Autori vyjadrujú pod'akovanie grantovej agentúre Slovenskej republiky (Grant č. 1/4377/07) za finančnú podporu tejto experimentálnej práce.

### Adresa autorov:

prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc.  
Katedra mechanickej technológie dreva  
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovensko  
[reinpret@vsld.tuzvo.sk](mailto:reinpret@vsld.tuzvo.sk)

Ing. Miloš Pánek  
Katedra mechanickej technológie dreva  
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovensko  
[panek@vsld.tuzvo.sk](mailto:panek@vsld.tuzvo.sk)