

MIKROSKOPICKÁ ANALÝZA DREVA PAGAŠTANA KONSKÉHO DEGRADOVANÉHO HUBOU *FOMES FOMENTARIUS*

MICROSCOPY ANALYSES OF HORSE CHESTNUT WOOD DECAY BY FUNGUS *FOMES FOMENTARIUS*

Miroslava Masaryková – Svetlana Gáperová – Zuzana Vidholdová

ABSTRACT

The sound wood samples (*Aesculus hippocastanum*) without treatment were attacked by the wood decay fungus *Fomes fomentarius* under laboratory conditions over the period of 15 and 60 days. Both macroscopic and microscopic analyses have shown that wood specimens are easily attacked with fungus mycelium. Surface and substrate mycelium have been growing very well. Hyphe have been presented in all cell elements and due to enzymatic activity could degrade cell walls.

The 15 days degradation is typical by undamaged pit membranes of ray parenchyma, hyphae do not form developed mycelium in cell lumens, hyphal growth is observed through the entire sample structure, hyphae penetrates also libriform fibers and in the secondary wall is observed propagation of ruptures (1µm). Ruptures in the secondary cell walls of vessels are much larger dimensions (5µm). Pits between vessel and ray-parenchyma are not damaged by enzymatic process. Imperfect stage of *Fomes fomentarius* is diagnosed.

After 60 days of degradation by *Fomes fomentarius* on Horse Chesnutt, enzymatic degradation has been noted, mycelium growth in all lumens, the secondary walls of libriform are weakened severely as well as propagation of characteristic axial checks. The biggest rupture in cell walls was up to 8µm. Progressing degradation is typical by occurrence of generative hyphae, which directly continues to the mechanical tissue or splits into Y shape.

Key words: *Aesculus hippocastanum*, Horse-chestnut, rot, wood decay fungi, *Fomes fomentarius*, microscopy analyses, SEM

ÚVOD

Fomes fomentarius (L.) J. Kickx f. je významná parazitická drevokazná huba listnatých drevín. V lesnom prostredí je obávaným parazitom bukov *Fagus sylvatica* L. (VANÍK *et al.* 2001). V týchto podmienkach parazituje aj na brezách *Betula* sp. div., topoľoch *Populus* sp. div, menej na vrbach *Salix* sp. div. a duboch *Quercus* sp. div. Z ovocných drevín parazituje na orechu *Juglans regia* L. a menej často aj na iných druhoch. Je rozšírený od nížin až do hôr, kde je najčastejší (ČERNÝ 1976). V urbánnom prostredí najčastejšie kolonizuje drevo pagaštanov konských *Aesculus hippocastanum* L. (GÁPER 1998). V Databáze infikovaných introdukovaných drevín z 89 mestských a vidieckych sídiel Slovenska evidujeme 11 záznamov tejto huby na pagaštane konskom (GÁPEROVÁ 2005).

Infekcia vniká do živých stromov v mieste rôznych zranení. Šíri sa predovšetkým v kmeni, ktorý rozkladnou činnosťou sekundárneho mycélia značne oslabuje. GÁPEROVÁ (2005) analýzou priestorovej distribúcie hniloby v živom strome zistila, že vstupnou bránou vzniku

infekcie boli rakovinové rany, odkiaľ sa hniloba šírila do ostatných častí dreviny, a to až do najtenších bočných konárov.

Pre všetky typy hniloby dreva je spoločné, že rozklad dreva začína vo vnútri bunky. Hýfy najčastejšie prenikajú cez stenčiny bunkovej steny, alebo perforačnými hýfami aj cez bunkovú stenu. Hýfa však môže bunkovú stenu aj enzymaticky rozpúšťať a vytvoriť v nej otvor, ruptúru. Hýfy do dreva prenikajú cestou najmenšieho odporu. Najprv prechádzajú cez stržňové lúče s veľkým obsahom dusíkatých látok. Bohato sa rozrastajú najmä v častiach, kde je dostatok zásobných látok, alebo v blízkosti týchto častí. Zo stržňových lúčov sa hýfy postupne rozširujú do tracheid, prestupujú ich lúmenmi, bodkami, dvojbodkami (najľahšie ak sú otvorené), ale aj priamo bunkovou stenou. Jarnými tracheidami hýfy prerastajú ľahšie ako letnými (RYPÁČEK 1957).

Sekundárne mycélium práchnovca kopytovitého *Fomes fomentarius* spôsobuje intenzívnu belavú hnilobu napadnutého dreva. V jeho prasklinách sa často šíri syróciami. Počiatočné štádium tejto hniloby sa prejavuje čiernymi, podlhovastými škvrnami v dreve. Po degradácii sa drevo rozpadá na lupienky a vlákna až je úplne drobivé a biele.

Erózna forma bielej hniloby dreva je všeobecne charakterizovaná postupným rovnomerným odbúraním všetkých stavebných komponentov z bunkových stien dreva. Biodegradácia bunkovej steny začína od miesta jej kontaktu s hýfou zo strany lúmenu a prebieha súvislo od vrstvy S₃ cez vrstvy S₂ a S₁, až po strednú lamelu, ktorá podlieha totálnemu rozkladu nakoniec. V bunkových stenách vznikajú erózne priehlbiny, ktoré sa pri postupe degradácie do vedľajšej bunky menia až na diery. V pokročilejších štádiách hniloby niektoré bunky z masy dreva úplne miznú, zatiaľ čo iné zostávajú v štádiu výraznejšieho alebo menej výrazného odbúrania s typickými eróznymi priehlbínami a dierami. Vo vysokom štádiu hniloby sa vo zvyškoch dreva dajú identifikovať už iba rohové zóny kontaktujúcich sa buniek (HUCKFELDT, SCHMIDT 2006, REINPRECHT 2001a, b, SCHWARZE *et al.* 2000, SCHWARZE *et al.* 2007).

Cieľom predloženej štúdie je podať mikroskopickú analýzu dreva pagaštana konského po jeho 15 a 60 dňovej degradácii drevokaznou hubou *Fomes fomentarius*.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Skúšobné telesá pagaštana konského *Aesculus hippocastanum* L. veľkosti 50x50x10 mm vyhotovené zo zdravého čerstvého dreva boli v laboratórnych podmienkach podrobené degradácii drevokaznou hubou *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f. Izolát bol získaný vlastnou izoláciou z tramy bazídiokarpu štandardnými experimentálnymi metódami na 2 % sladínový agar. Lokalita: obec Dolná Strehová v okrese Veľký Krτίš, Park I. Madacha, 171 m.n.m., bazídiokarp na živom kmeni *Aesculus hippocastanum* L. (obr. 1), leg., det. et isol. 31.08.2005, S. Gáperová.

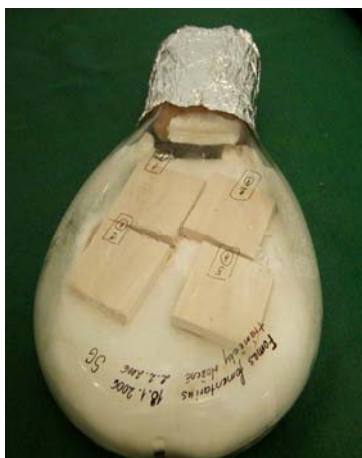
Experimentálne práce boli realizované v Laboratóriu experimentálnej mykológie Katedry biológie a ekológie Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. Očkovanie bolo uskutočnené v aseptickom boxe s horizontálnym laminárnym prúdením EKOSTAR FLOW – HF – H. Laboratórne sklo sme sterilizovali v horúcovzdušnom sterilizátore pri teplote 140 °C, 2 krát po 4 hodiny. Kultivácie sme realizovali v termostatoch BT 120 pri teplote 24 °C. Živé pôdy boli sterilizované za štandardných podmienok v autokláve PS 20/A.



Obr. 1 Bazídiokarp *Fomes fomentarius* na *Aesculus hippocastanum* v Parku I. Madacha v Dolnej Strehovej, z ktorého sme získali vlastný izolát

Fig. 1 *Fomes fomentarius* on *Aesculus hippocastanum* for our laboratory culture taken from Madach Park I., Dolná Strehová

Čistá kultúra *Fomes fomentarius* bola naočkovaná do Kolleho baniek (obr. 2). Po štyroch týždňoch boli na rozrastené sekundárne mycélium vložené povrchovo sterilizované skúšobné telesá (štyri telesá do jednej Kolleho banky) na degradáciu. Po uplynutí doby degradácie, 15 dní a 60 dní (obr. 3), boli skúšobné telesá povrchovo očistené, vysušené v laboratórnej sušiarňi do konštantnej hmotnosti a bol stanovený úbytok hmotnosti. Zo súboru telies sme podľa úbytku hmotnosti vybrali skúšobné telesá pre mikroskopickú analýzu.



Obr. 2 Skúšobné telesá pagaštana *Aesculus hippocastanum* vložené do Kolleho baniek s čistou kultúrou *Fomes fomentarius* (druhý deň degradácie)

Fig. 2 Test samples of Horse Chesnat wood *Aesculus hippocastanum* placed into the Kolle flasks with the clear culture of *Fomes fomentarius* (the 2nd day after degradation)



Obr. 3 Prerastené skúšobné telesá *Aesculus hippocastanum* čistou kultúrou *Fomes fomentarius* (60. deň degradácie)

Fig. 3 Decayed tested samples of *Aesculus hippocastanum* attaced by clear culture of *Fomes fomentarius* (the 60th day after degradation)

Mikroskopické analýzy boli prevedené v Laboratóriu elektrónovej mikroskopie Katedry náuky o dreve na Drevárskej fakulte TU vo Zvolene. Pre elektrónovú mikroskopiú boli vyhotovené radiálne a tangenciálne štiepne plochy zo stredovej zóny vzorky a tiež priečne

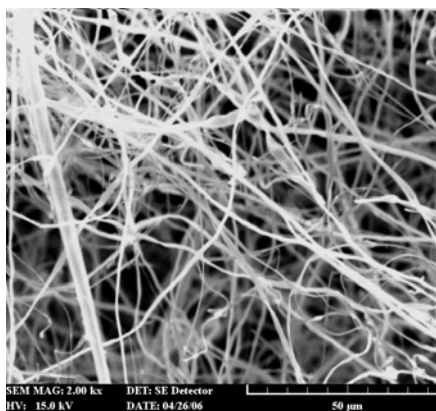
rezy. Zo štiepných plôch bola následne po fixácii preparátu na alumíniový terčik žiletkou odobratá tenká vrstva. Tak boli vytvorené na časti preparátu tangenciálne a radiálne rezné plochy. Preparáty boli pred pozorovaním pokovené zlatom. Pozorovania preparátov boli vykonané na rastrovacom elektrónovom mikroskope Tescan – VEGA TS 5130. Pre pozorovanie čistej kultúry mycélia, štruktúry hýf, ako aj spôsobu ich rozrastania boli použité špeciálne lepidlo uhľikové terčiky, ktoré umožnili fixovať a pozorovať živé mycélium po dobu niekoľkých minút.

Drevo pagaštana konského (*Aesculus hippocastanum*) je jedným z 5 hydrofyziológických funkčných typov uvádzaných podľa BRAUNA (1970), kde chýbajú tracheidy v základnom pletive. Vedenie vody je uskutočňované výhradne cievmi, ktoré vytvárajú na hranici ročného kruhu uzavretý vodivý systém. Prevažnú väčšinu tvorí mechanické pletivo – libriformné vlákna, ktorých drevo pagaštana obsahuje až 74,2–78 % (WAGENFÜHR, SCHEIBER 1985). Cievy sú veľmi málo (do 12,7 %), usporiadané sú roztrúsene v ročnom kruhu buď jednotlivito, alebo po dvoch a viac v radiálnych radách (SCHÖCH *et al.* 2004). Sú pomerne úzke (40–60 µm). Charakteristickým znakom ciev je špirálovitá výstuž a úplná perforácia. Pozdĺžny parenchým sa vyskytuje v apotracheálnom usporiadaní vo forme jednotlivých reťazcov medzi libriformnými vláknami, výskyt je sporadický. Stržňové lúče sú homogénne, jednoradové. Podiel parenchýmu v dreve je vysoký, až 16,8 %.

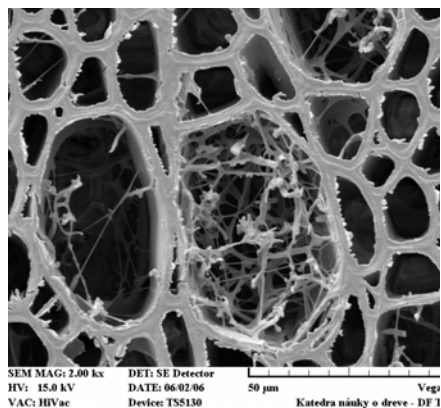
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Po 60-tich dňoch degradácie boli skúšobné telesá pagaštana konského (*Aesculus hippocastanum*) úplne pokryté povrchovým mycéliom huby *Fomes fomentarius*. Povrchové mycélium bolo dobre vyvinuté a rozrastené. Mikroskopický záber na povrchové mycélium huby *Fomes fomentarius* dokumentuje obr. 4. Pre mikroskopické analýzy sme vybrali zo súboru skúšobných telies pagaštana konského po 60-dňovej degradácii 2 telesá s úbytkom hmotnosti 41,7 % a 15,8 %, a po 15-dňovej degradácii 2 telesá s úbytkom hmotnosti 10,1 % a 7,4 %.

Huba *Fomes fomentarius* rozkladá polysacharidy i lignín, a tak vzniká biela hniloba dreva. Kvalitatívny priebeh degradácie dreva pagaštanu konského (*Aesculus hippocastanum* L.) ligninovornou hubou *Fomes fomentarius* dokumentujeme na obr. 5 až 23. Obr. 5 zobrazuje početný výskyt hýf v lúmenoch rôznych bunkových elementov pagaštana na priečnom reze. Najvyšší výskyt hýf bol zistený po 60-tich dňoch degradácie v lúmenoch ciev (obr. 7). Hýfy tu voľne rastú v priestoroch lúmenov, čím vytvárajú výraznú spleť. Okrem priestorového rozrastania mycélia v lúmene cievy, niektoré hýfy rastú aj priamo po povrchu bunkovej steny, čo je zreteľné na radiálnych (obr. 19), ale aj tangenciálnych rezoch. Po 15-tich dňoch sme na priečných rezoch taktiež indikovali výskyt hýf v lúmenoch ciev, avšak tieto nevytvárali mohutne rozvetvenú spleť. Hýfy v lúmenoch prebiehali priamo od jednej steny cievy k druhej, alebo sa iba jednoducho vidličnate vetvili, boli prevažne tenké a nachádzali sa aj v lúmenoch libriformných vlákien v oblasti letného dreva (obr. 6).

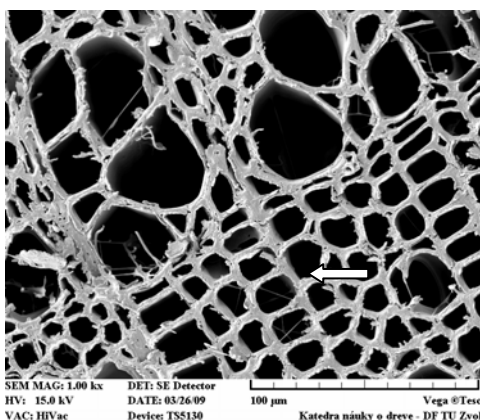


Obr. 4 Mycélium *Fomes fomentarius*
Fig. 4 Mycelium of *Fomes fomentarius*



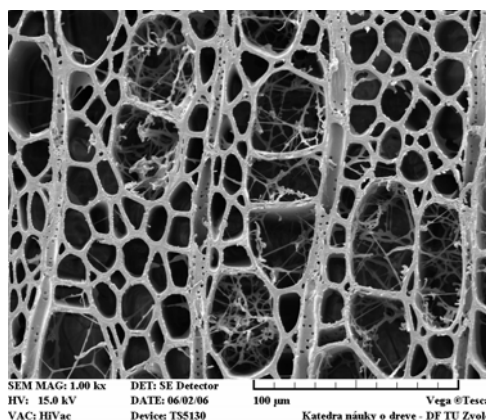
Obr. 5 Detail lúmenov ciev *Aesculus hippocastanum* vyplnených rozvinutým mycéliom, výskyt mycélia aj v lúmenoch libriformných vlákien, priečny rez (60-dňová degradácia)
Fig. 5 Detail of cell lumen of *Aesculus hippocastanum* filled with developed mycelium, mycelium occurred also in lumens of libriform fibers, cross section (the 60th day after degradation)

Fig. 5 Detail of cell lumen of *Aesculus hippocastanum* filled with developed mycelium, mycelium occurred also in lumens of libriform fibers, cross section (the 60th day after degradation)



Obr. 6 Výskyt hýf aj v lúmenoch libriformných vlákien, priečny rez (15-dňová degradácia)
Fig. 6 Hyphal growth in lumens of libriform fibers, cross section (the 15th day after degradation)

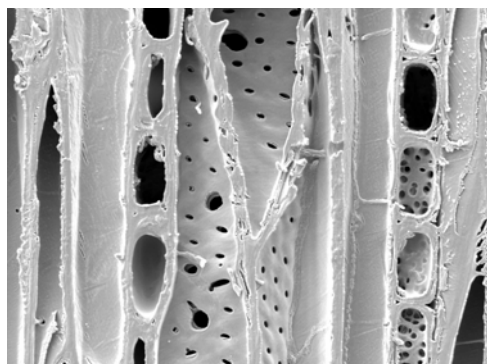
Fig. 6 Hyphal growth in lumens of libriform fibers, cross section (the 15th day after degradation)



Obr. 7 Výskyt mycélia vo všetkých lúmenoch ciev, priečny rez (60-dňová degradácia)
Fig. 7 Mycelium in all cell lumens, cross section (the 60th day after degradation)

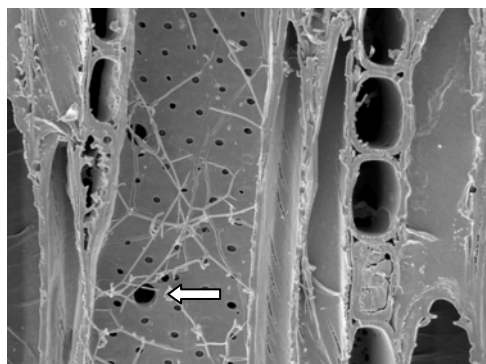
Z lúmenov buniek dreva sa hýfy v priečnom smere šíria tým, že prerastajú cez stenčiny bunkových stien (obr. 16, 17) do susedných buniek, alebo si priamo v bunkovej stene vytvárajú nový otvor. V bunkových stenách tak vznikajú ruptúry (obr. 8, 9, 13, 18 a 23), čo svedčí o postupnom enzymatickom odbúravaní polysacharidického podielu hlavne v sekundárnej vrstve bunkovej steny a lignínu. Množstvo a veľkosť ruptúr závisí od stupňa rozkladu dreva drevokaznou hubou.

Hojný výskyt hýf bol pozorovaný po 60-tich dňoch degradácie aj v parenchymatických bunkách stržňového lúča (obr. 11). Steny parenchýmu sú výrazne enzymaticky perforované v miestach stenčení, kde je membrána úplne odbúraná, ako aj priamo v bunkovej stene. Tieto ruptúry sú kruhového až oválneho tvaru s priemerom 1–3 μm . Naproti tomu membrány stržňových lúčov, ako aj steny parenchymatických buniek neboli po 15-tich dňoch degradácie výrazne porušené. Zaznamenávame len ojedinelý výskyt veľmi malých ruptúr, ako dôsledok enzymatickej činnosti (obr. 10).



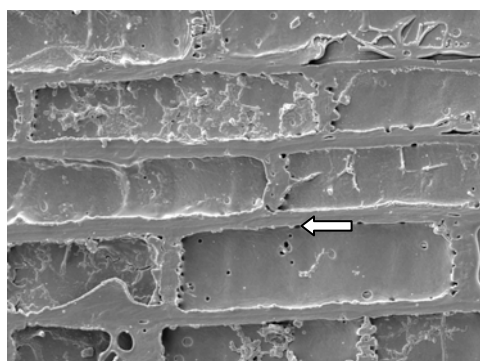
Obr. 8 Výskyt ruptúr v sekundárnej stene cievy, odbúrané membrány parenchýmu stržňového lúča, tangenciálny rez (15-dňová degradácia)

Fig. 8 Ruptures in secondary wall of a vessel, degraded pit membranes of ray parenchyma, the tangential surface (the 15th day after degradation)



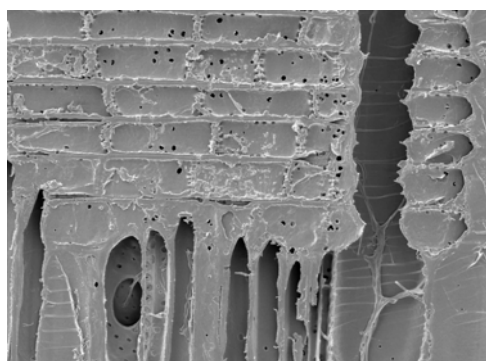
Obr. 9 Výskyt ruptúr v sekundárnej stene cievy svedčí o narušení sekundárnej steny, membrány dvojbodiek ciev enzymaticky odbúrané, tangenciálny rez (60-dňová degradácia)

Fig. 9 Ruptures in the secondary wall indicated degradation of the secondary wall, pit membranes of vessels are degraded, the tangential surface (the 60th day after degradation)



Obr. 10 Detail parenchýmu stržňového lúča, stopy po enzymatickej činnosti *Fomes fomentarius*, radiálny rez (15-dňová degradácia)

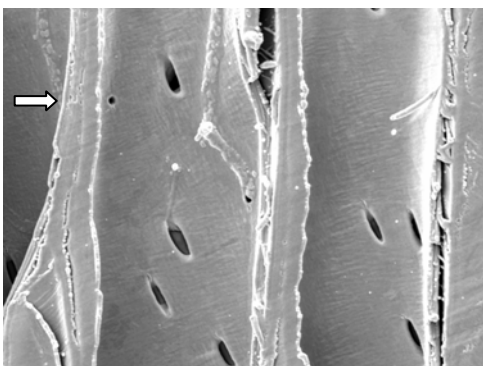
Fig. 10 Detail of a ray-parenchyma, tracks of enzymatic process of *Fomes fomentarius*, the radial surface (the 15th day after degradation)



Obr. 11 Stenčiny do parenchýmu stržňového lúča enzymaticky odbúrané, radiálny rez (60-dňová degradácia)

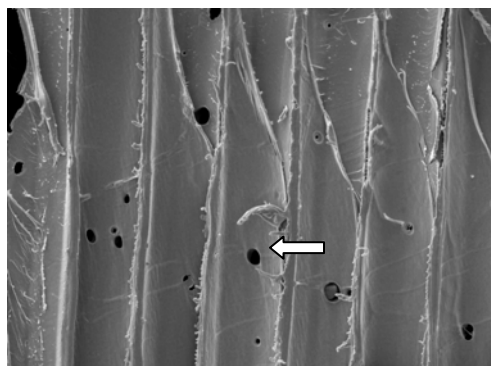
Fig. 11 Ray pits degraded by enzymatic process, the radial surface (the 60th day after degradation)

V libriformných vláknach sa už po 15-tich dňoch degradácie hubou *Fomes fomentarius* prejavujú ruptúry v sekundárnej stene (obr. 12), sú menšie ako 1 μm . V blízkosti ruptúr sa nachádzajú hýfy rastúce stenou S3. Škárované stenčiny libriformných vlákien zostávajú neporušené, napriek tomu hýfy spôsobujú celkové značné zoslabenie sekundárnej steny, o čom svedčí vznik trhlín (obr. 14). Po 60-tich dňoch degradácie zaznamenávame ruptúry v sekundárnej stene libriformných vlákien dosahujúce až 5 μm (obr. 13). Výrazná enzymatická činnosť a degradácia bunkových stien libriformných vlákien sa prejavila v charakteristickom zoslabení trhlinami (obr. 15). Trhliny, ktoré boli pozdĺžne orientované v smere mikrofibril vrstvy S2 sekundárnej steny, poukazujú na uvoľnenie fibril a celkové zoslabenie štruktúry bunkových stien elementov dreva, ktoré majú vplyv na mechanické vlastnosti dreva. Zistené zmeny v štruktúre dreva pagaštana konského zodpovedajú aj úbytku hmotnosti skúšobného telesa (41,7 %) po degradácii.



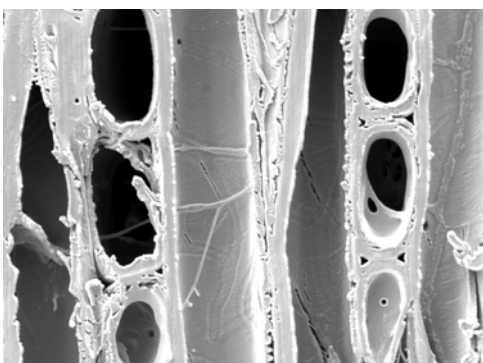
Obr. 12 Škárované stenčiny libriformných vlákien zostávajú neporušené. Výskyt ruptúr v sekundárnej stene, radiálny rez (15-dňová degradácia)

Fig. 12 Gap-like pits of libriform fibers are not damaged. Ruptures occur in the secondary wall, the radial surface (the 15th day after degradation)



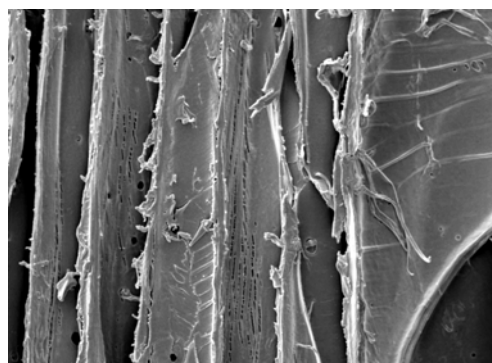
Obr. 13 Výskyt ruptúr v stenách v sekundárnej stene libriformných vlákien, radiálny rez (60-dňová degradácia)

Fig. 13 Ruptures in the secondary wall of libriform fibers, the radial surface (the 60th day after degradation)



Obr. 14 Zoslabenie sekundárnej steny libriformného vlákna trhlinami v dôsledku enzymatickej činnosti *Fomes fomentarius*, tangenciálny rez (15-dňová degradácia)

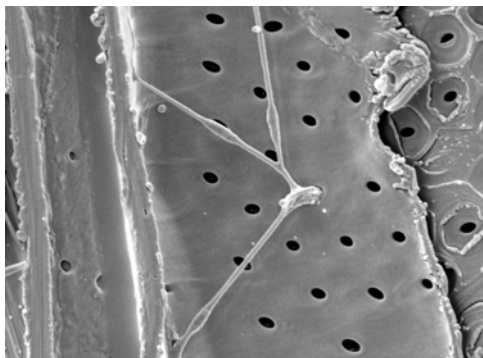
Fig. 14 Weakening of the secondary wall of a libriform fiber due to enzymatic process of *Fomes fomentarius*, the tangential surface (the 15th day after degradation)



Obr. 15 Zoslabenie sekundárnej steny libriformných vlákien a vznik charakteristických trhlín v smere orientácie fibril S2 vrstvy sekundárnej steny, radiálny rez (60-dňová degradácia)

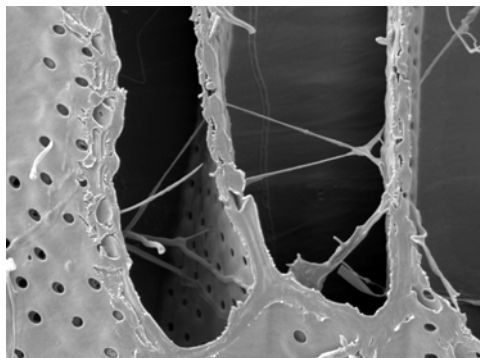
Fig. 15 Weakening of the secondary wall of a libriform fibers and formation of the characteristic checks in the fibril directions of the S2 layer, the radial surface (the 60th day after degradation)

V lúmenoch ciev sa vyskytuje aj typ prierazníkových hýf. Sú to tenké hýfy, ktoré bez vetvenia (CORNER 1932, NOVÁK, RYPÁČEK 1980) prechádzajú z jednej strany cievy na druhú a môžu prechádzať aj viacerými bunkami. Prierazníkové hýfy sme pozorovali medzi cievami (obr. 16, 17), ale zaznamenali sme prierazníkové hýfy prechádzajúcich stenou cievy do libriformného vlákna, a ďalej do parenchýmu stržňového lúča (obr. 20). Vidličnaté vetvenie vegetatívnych prierazníkových hýf, pozorované na všetkých preparátoch, možno považovať za charakteristické pre *Fomes fomentarius*.



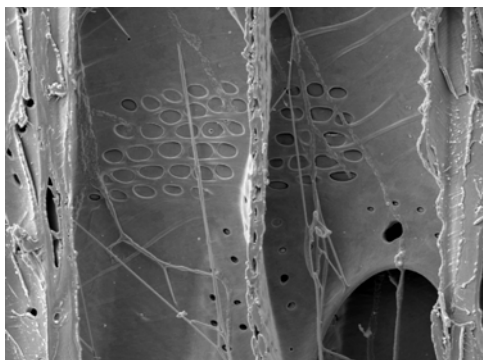
Obr. 16 Prerastanie hýfy *Fomes fomentarius* cez ústie dvojbodky cievy, radiálny rez (15-dňová degradácia)

Fig. 16 Hyphal growth of *Fomes fomentarius* through the vessel pith opening, the radial surface (the 15th day after degradation)



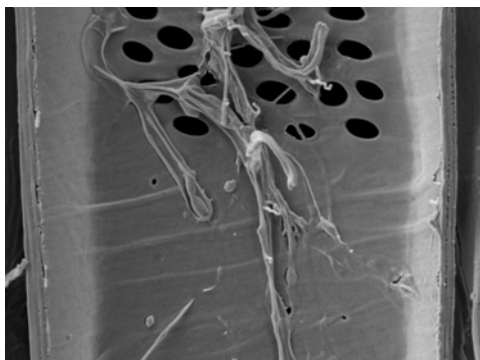
Obr. 17 Výskyt prierazníkových hýf prechádzajúcich stenami viacerých ciev, radiálny rez (60-dňová degradácia)

Fig. 17 Generative hyphae coming through walls of several vessels, the radial surface (the 60th day after degradation)



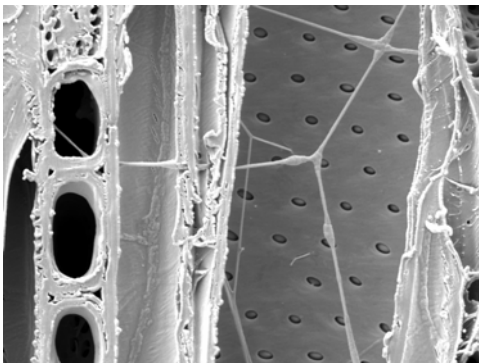
Obr. 18 Neodbúrané membrány stenčien ciev, ruptúra v sekundárnej stene cievy, radiálny rez (15-dňová degradácia)

Fig. 18 Undamaged pit membrane of the vessel, a rupture of the secondary wall, the radial surface (the 15th day after degradation)



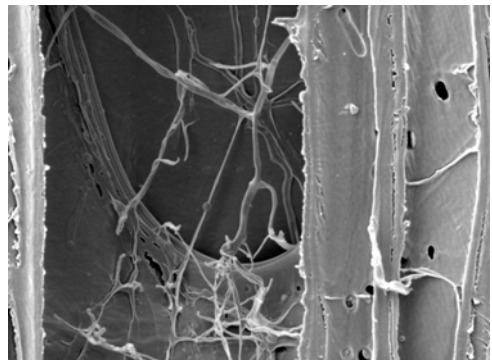
Obr. 19 Membrány stenčien odbúrané. Tvorba ruptúr v bunkovej stene ciev v dôsledku enzymatickej činnosti *Fomes fomentarius*, radiálny rez (60-dňová degradácia)

Fig. 19 Damaged pit membrane of the vessel. Ruptures of cell walls due to enzymatic process of *Fomes fomentarius*, the radial surface (the 60th day after degradation)



Obr. 20 Výskyt prierezových hýf prechádzajúcich stenou cievy do libriformného vlákna, a ďalej do parenchýmu stržňového lúča, tangenciálny rez (15-dňová degradácia)

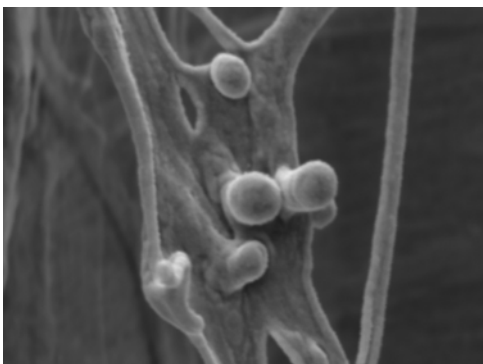
Fig. 20 Generative hyphae coming through vessel to libriform fiber and further to ray-parenchyma, the tangential surface (the 15th day after degradation)



Obr. 21 Detail odbúravaní sekundárnej steny v blízkosti jednoduché perforácie cievy, výskyt ruptúr po hýfách *Fomes fomentarius* v libriformnom vlákne, radiálny rez (60-dňová degradácia)

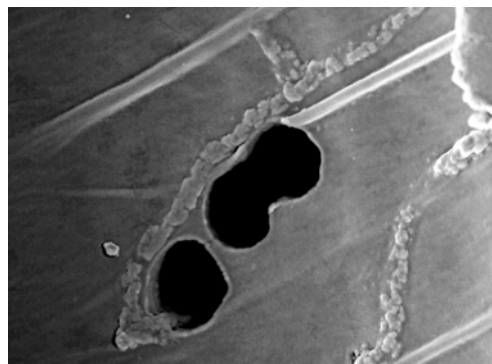
Fig. 21 Detail of the secondary wall degradation close to a simple perforation, ruptures due to hyphae of *Fomes fomentarius* in libriform fiber, the radial surface (the 60th day after degradation)

Pri pozorovaniach sme sa zamerali taktiež na membrány stenčien z ciev do parenchýmu. V miestach stenčien je bunková stena cievy redukovaná na permeabilnú membránu, ktorá umožňuje výmenu plynov a tekutín s parenchýmom. Po 15-dňovej degradácii pagaštana konského hubou *Fomes fomentarius* boli membrány stenčien cievy do radiálneho parenchýmu neodbúrané (obr. 18), hoci niektoré membrány boli v obrysoch zoslabené. Po 60-tich dňoch membrány boli úplne enzymaticky odbúrané (obr. 19). Tvorba konídií nastala už po 15-dňoch (obr. 22), zachytené imperfektné štádium. Na obr. 23 zachytávame najväčšie ruptúry v stene cievy po 60-tich dňoch degradácie, dosahujú max. 8 µm.



Obr. 22 Detail tvorby konídií, imperfektné štádium (15-dňová degradácia)

Fig. 22 Detail of conidiospores formation, an imperfect stage (the 15th day after degradation)



Obr. 23 Detail enzymatickej činnosti *Fomes fomentarius* v stene cievy (60-dňová degradácia)

Fig. 23 Detail of enzymatic process of *Fomes fomentarius* in cell wall (the 60th day after degradation)

Prenikanie hýf *Fomes fomentarius* drevom *Aesculus hippocastanum* pozorovali aj PLANK a WOLKINGER (1976). Zisťovali cestu prenikania hýf huby živým kmeňom v mestskom parku v Grazi. Ich mikroskopické analýzy dokumentujú bunky stržňových lúčov atakované hýfami, s početnými ruptúrami nepravidelného tvaru o priemere 5–10 µm. Tiež pozorovali libriformné vlákna v štádiu pokročilého rozkladu s veľkými ruptúrami v sekundárnej stene. Zhluky hýf vyskytujúce sa v cievcích prenikli dvojbodkami, ale často enzymatickým pôsobením prenikali do ciev aj mimo stenčienín.

ZÁVER

Zmeny v štruktúre degradovaných vzoriek dreva pagaštana konského hubou *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f. po 15-tich a 60-dňoch pomocou rastrovacej elektrónovej mikroskopie ukázali, že dochádza k súbežnému enzymatickému odbúraniu sekundárnej steny buniek, ale aj membrán stenčienín.

Degradácia po 15-tich dňoch sa vyznačuje tým, že membrány stenčienín ciev do parenchýmu sú ešte neodbúrané, hýfy nevytvárajú ešte rozvinuté mycélium v lúmenoch ciev, zaznamenávame prerastanie hýf celou štruktúrou skúšobného telesa, hýfy prerastajú aj libriformnými vláknami, v ich sekundárnej stene zaznamenávame vznik ruptúr (1µm). Ruptúry v sekundárnej stene ciev dosahujú väčších rozmerov (5µm). Stenčieniny medzi cievcou a parenchýmom sú enzymaticky neodbúrané a v parenchýme nachádzame iba stopy po enzymatickej činnosti. Diagnostikujeme imperfektné štádium *Fomes fomentarius*.

Po 60-tich dňoch pôsobenia huby *Fomes fomentarius* na drevo pagaštana konského sme zaznamenali enzymatické odbúranie membrán stenčienín, v lúmenoch všetkých ciev rozrástlo mycélium, sekundárne steny libriformných vlákien sú značne zoslabené ruptúrami, ale aj vznikom charakteristických pozdĺžnych trhlín. V stene ciev nami zistené najväčšie ruptúry dosahujú 8µm. Pre postupujúcu degradáciu je charakteristický výskyt prierníkových (prieníkových) hýf, ktoré postupujú aj do mechanických pletív buď priamo, alebo sa vidlicovite vetvia.

V uvedenej štúdií sme overili aj pozorovanie živého mycélia pomocou SEM. Hoci je preparačná metóda značne náročná, poskytuje jednoznačné zmapovanie morfológie hýf izolátu, ktorú je možné analogicky sledovať na xyléme.

LITERATÚRA

- BRAUN, H. J. 1970. *Funktionelle Histologie der sekundären Sprossachse. Band I: Das Holz.* Encyclopedia of Plant Anatomy. Berlin, Stuttgart: Gebrüder Borntraeger. 190 s. ISBN 3443140033
- CORNER, E. J. H. 1932. A *Fomes* with two systems of hyphae. In *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 17: 51–81.
- ČERNÝ, A. 1976. *Lesníká fytopatologie.* Praha: Státní Zemědělské Nakladatelství, 347 s.
- GÁPER, J. 1998. *Trúdniky na území Slovenska a ich šírenie v ekosystémoch bazidiospórami.* Vedecké štúdie 6/1998/A. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 1998. 75 s. ISBN 80–228–0750–8.
- GÁPEROVÁ, S. 2005. Hniloba ako súčasť hodnotenia zdravotného stavu drevín – prípadová štúdia. In *Drevoznehodnocujúce huby 2005.* Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, s. 37–41. ISBN 80–228–1535–7.
- HUCKFELDT, T., SCHMIDT, O. 2006. Identification key for European strand-forming house-rot fungi. In *Mycologist*, 20(2): 42–56.
- NOVÁK, J., RYPÁČEK, V. 1980. Growth dynamics of hyphae in *Fomitopsis pinicola*. In *Czech Mycology*, 34(4): 183–187.
- PLANK, S., WOLKINGER, F. 1976. Etudes du cours des hyphes de *Fomes Fomentarius* dans le bois d' *Aesculus hippocastanum* au microscope électronique à balayage. In *Canadian Journal of Botany*, 54: 2231–2238.

- REINPRECHT, L. 2001a. *Procesy degradácie dreva*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 162 s. ISBN 80-228-1070-3.
- REINPRECHT, L. 2001b. Chemizmus drevokazných húb. In *Biologické poškodení památek*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, s. 18-25.
- RYPÁČEK, V. 1957. *Biologie dřevokazných hub*. Praha: Nakladatelství Československé Akademie Věd, 197 s.
- SCHOCH, W., HELLER, I., SCHWEINGRUBER, F. H., KIENAST, F. 2004. *Wood anatomy of central European Species*. [cit. 2009-05-11] Online version <http://www.woodanatomy.ch>
- SCHWARZE, Fr. W. M. R., ENGELS, J., MATTHECK, C. 2000. *Fungal strategies of wood decay in trees*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer-Verlag, 185 s. ISBN 3540672052.
- SCHWARZE, Fr. W. M. R. 2007. Wood decay under the microscope. In *Fungal Biology Reviews*, 21(4): 133-170.
- VANÍK, K., KODRÍK, J., HLAVÁČ, P., REINPRECHT, L. 2001. *Lesnícka fytopatológia*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 166 s. ISBN 80-228-0988-8
- WAGENFÜHR, R., SCHEIBER, Chr. 1985. *Holzatlas*. 2. Aufl. Leipzig: VEB Fachbuchverlag, 720 s.

PodĎakovanie

Autori ďakujú agentúre VEGA za finančnú podporu pri riešení projektu, v rámci ktorého vznikol uvedený príspevok (Grant č. 1/4391/07 a Grant č. 1/4377/07).

Adresa autorov:

Ing. Miroslava Masaryková, PhD.
Katedra náuky o dreve
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
mamonova@vsld.tuzvo.sk

RNDr. Svetlana Gáperová, PhD.
Katedra biológie a ekológie
Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici
Tajovského 40
974 01 Banská Bystrica
Slovensko
gaperova@fpv.umb.sk

Ing. Zuzana Vidholdová, PhD.
Katedra mechanickej technológie dreva
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
z.vidholdova@gmail.com