

**UNIVERZITA MATEJA BELA
v Banskej Bystrici**

Fakulta prírodných vied

Hniloby pagaštana konského
Aesculus hippocastanum L. na Slovensku

Svetlana Gáperová



2009

UNIVERZITA MATEJA BELA
BANSKÁ BYSTRICA

Fakulta prírodných vied

Svetlana Gáperová

Hniloby pagaštana konského
Aesculus hippocastanum L. na Slovensku

Banská Bystrica
2009

© RNDr. Svetlana Gáperová, PhD.

Hniloby pagaštana konského *Aesculus hippocastanum* L. na Slovensku
Vedecká monografia

1. vydanie

Recenzenti:

Doc. Ing. Gabriela Juhásová, CSc.

RNDr. Jana Júdová, PhD.

ISBN 978-80-8083-786-0

OBSAH

1	ÚVOD	6
2	ROZBOR PROBLEMATIKY	7
2.1	<i>Pagaštan konský Aesculus hippocastanum v sídlach Slovenska</i>	<i>7</i>
2.2	<i>Charakteristika hnilôb</i>	<i>10</i>
2.3	<i>Poruchy a choroby.....</i>	<i>12</i>
2.3.1	Prejavy porúch a chorôb – symptómy	13
2.3.2	Charakteristika symptómov	13
2.3.3	Symptómy na rôznych úrovniach organizácie dreveniny	14
2.3.4	Poruchy a choroby pagaštana konského.....	15
2.4	<i>Vitalita a jej hodnotenie.....</i>	<i>17</i>
2.4.1	Charakteristika pojmu vitalita	17
2.4.2	Metódy hodnotenia vitality	19
2.4.3	Vitalita a hniloba.....	22
2.4.4	Význam fenologických pozorovaní	23
2.4.5	Podmienky prostredia a činitele vplývajúce na vitalitu dreveniny.....	24
2.4.6	Hniloby dreva ako následok pôsobenia biotických škodlivých činiteľov	25
2.5	<i>Degradácia dreva pagaštana konského drevokaznými hubami</i>	<i>26</i>
3	MATERIÁL A METODIKA.....	33
3.1	<i>Zastúpenie hnilôb na pagaštane konskom v sídlach Slovenska</i>	<i>33</i>
3.2	<i>Významní pôvodcovia hnilôb pagaštana konského</i>	<i>35</i>
3.3	<i>Vyhodnotenie vitality, vrátane zdravotného stavu a hniloby vybraných jedincov pagaštana konského</i>	<i>35</i>
3.3.1	Výber jedincov a lokalít, hodnotenie vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenológie	35
3.3.2	Spracovanie výsledkov hodnotenia vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenológie	40
3.4	<i>Distribúcia hniloby v živom strome pagaštana konského v podmienkach in situ</i>	<i>41</i>
3.5	<i>Zmeny farebného priestoru po degradácii dreva modelovej dreveniny Aesculus hippocastanum významnými pôvodcami hnilôb.....</i>	<i>42</i>
3.5.1	Farebné zmeny dreva po degradácii v podmienkach in situ.....	42
3.5.2	Farebné zmeny dreva v inštalovaných štádiách degradácie v podmienkach in vitro.....	42
3.5.3	Mikroskopická analýza degradovaného dreva Aesculus hippocastanum hubou Fomes fomentarius	44
4	VÝSLEDKY	45
4.1	<i>Zastúpenie hnilôb pagaštana konského v sídlach Slovenska a výber významných pôvodcov hnilôb.....</i>	<i>45</i>
4.2	<i>Determinácia významných pôvodcov hnilôb.....</i>	<i>47</i>
4.3	<i>Hodnotenie vitality, vrátane zdravotného stavu, hniloby a fenológie vybraných jedincov pagaštana konského.....</i>	<i>48</i>
4.3.1	Celková vitalita	49
4.3.2	Pôdne charakteristiky	50
4.3.3	Ukazovatele poškodenia v rôznych kategóriách sídelnej zelene	52
4.3.4	Hniloby	56
4.3.5	Fenologické pozorovania	57

4.4	<i>Distribúcia hniloby v živom strome Aesculus hippocastanum v podmienkach in situ – prípadová štúdia</i>	58
4.5	<i>Farebné zmeny dreva pagaštana konského po degradácii významnými pôvodcami hnilôb ...</i>	62
4.5.1	Farebné zmeny dreva po degradácii v podmienkach <i>in situ</i>	62
4.5.2	Farebné zmeny dreva v iniciálnych štádiách degradácie v podmienkach <i>in vitro</i>	66
4.5.3	Zhrnutie výsledkov farebných zmien dreva po degradácii významnými pôvodcami hnilôb	74
5	DISKUSIA	77
6	ZÁVER	82
7	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	84
	SUMMARY	97

1 ÚVOD

Dreviny v mestskom prostredí v Európe plnia viaceré dôležité funkcie (KONIJNENDIJK, 2008), ale často rastú v nevhodných ekologických podmienkach (BERNATZKY, 1978; TELLO et al., 2005; DAMM a HOSTERT, 2007). Podľa súčasných údajov pagaštan konský *Aesculus hippocastanum* L. je jednou z najzastúpenejších introdukovaných drevín v Európe (FAO, 2007), napr. v Berlíne tvorí 5% všetkých stromov na území mesta (DAMM a HOSTERT, 2007). Pochádza z južnej Európy, ale v strednej a severovýchodnej časti kontinentu je tiež veľmi častý (FORREST, 2006).

Aj v sídlach na Slovensku pagaštan konský patrí k najviac zastúpeným drevinám (BENČAŤ, 1982) a z introdukovaných drevín je aj naviac poškodzovaný (GÁPEROVÁ, TRHAN a GÁPER, 2009). Pagaštany konské sú tu vystavované pôsobeniu mnohých škodlivých činiteľov, ktoré výrazným spôsobom vplývajú na ich zdravotný stav (JUHÁSOVÁ a HRUBÍK, 1984). Ich biologicko-ekologické parametre študovali JUHÁSOVÁ a HRUBÍK (1984), HRUBÍK (1988), GÁPER (1997, 1998), ZIMMERMANOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ a JANITOR (2000a, b), JUHÁSOVÁ (2003), JUHÁSOVÁ et al. (2005a, b) a niektorí ďalší.

Keďže len zdravé jedince môžu plniť všetky svoje funkcie, dôležitou otázkou ich prosperity v týchto podmienkach je aj ich zdravotná ohrozenosť hnilobami. Práve na tento aspekt prosperity pagaštana konského v sídlach je zameraná predložená práca. Jej ciele sú nasledovné.

1. Na základe vlastného terénneho výskumu a zhodnotenia ďalších dostupných dát z územia SR, formou databázy, spracovať a vyhodnotiť zastúpenie hnilôb, indikovaných plodnicami, na pagaštane konskom v sídlach Slovenska.
2. Determinovať významných pôvodcov hnilôb.
3. Vyhodnotiť vitalitu, vrátane zdravotného stavu, a hniloby vybraných jedincov na lokalitách s rôznym stupňom environmentálneho zaťaženia.
4. Formou prípadovej štúdie zistiť distribúciu hniloby v živom strome.
5. Experimentálne zistiť zmeny farebného priestoru dreva pagaštana konského v podmienkach *in situ* a v podmienkach *in vitro* v iniciálnych štádiách degradácie vybranými pôvodcami hnilôb.

Práca bola vypracovaná v rámci riešenia projektu VEGA č. 1/4391/07 a projektu APVV č. 0421-07, autorka ďakuje uvedeným agentúram za finančnú podporu tejto práce.

2 ROZBOR PROBLEMATIKY

2.1 PAGAŠTAN KONSKÝ *AESCLUS HIPPOCASTANUM* V SÍDLACH SLOVENSKA

Podľa Benčaťa (BENČAŤ, 1982) introdukcia rastlín je aktívna, zámerná činnosť človeka, rozvíjaná ako samostatný vedecko-výskumný smer. Skúma a rozpracováva teoretické základy a metódy obohacovania niektorej krajiny, či oblasti, o nové taxóny. Zároveň skúma ich biologicko-ekologickú prosperitu a ich vzájomné vzťahy voči domácej flóre.

Štúdium introdukovaných drevín, z najrôznejších aspektov, má na Slovensku dlhodobú tradíciu. Je ústrednou témou práce viacerých autorov. Z nich uveďme aspoň niektorých: BENČAŤ (1967, 1982, 2002), BENČAŤ et al. (1999), BENČAŤ T., BENČAŤ F. a LUKÁČIK (1999), BERNADOVIČOVÁ (2000), BUBLINEC (2002), GÁPER (1997, 1998), HOLUBČÍK (1968), HRUBÍK (1988, 2002), IVANOVÁ (2002), JUHASOVÁ (2001, 2003), JUHASOVÁ a HRUBÍK (1984), KAMENICKÁ a LANÁKOVÁ (2002), MODRANSKÝ a BENČAŤ (2003), SUPUKA (2002), SUPUKA et al. (1991), TÁBOR a TOMAŠKO (1992), TOKÁR (1994, 2002) a VREŠTIAK (2002). Podľa Supuku (SUPUKA, 2002) kultúrne dreviny, ktoré sú vizitkou procesu introdukcie, majú významné postavenie v ľudských civilizáciách. Majú tri hlavné **kategórie funkčnej významnosti**:

- utilitárny význam, pre účely využitia dreva, kôry, kvetov, plodov, listov, resp. výlučkov (kaučuk, živica a iné)
- liečebný, pre zdravie ľudí, resp. iných živých organizmov
- kultúrno-estetický, s využitím znakov estetiky (ako sú tvar, veľkosť, textúra, farba), a priestorovo kompozičných znakov.

V súčasnosti vystupujú do popredia **d ďalšie dôvody a sprievodné javy introdukcie**, ako sú:

- ekologická vhodnosť a adaptabilita na zmenené podmienky prostredia
- dreviny ako nástroj meliorácie a asanácie antropogénneho reliéfu, neopedónov a erózneho reliéfu
- dreviny ako nástroj progresívnych foriem liečby a výživy, ako súčasť permakultúry
- dreviny ako genetický zdroj pre účely šľachtenia a hybridizácie
- dreviny ako objekt poznania v biologickom vzdelávaní

- dreviny ako symbol energie, dlhovekosti, úcty k prírode, štátnosti, historickej udalosti a pamäti národa, resp. záujmovej skupiny ľudí
- dreviny a priestorové podmienky, akými sú uličné aleje, prenosná zeleň, priestory a zeleň súkromných záhrad, inžinierska infraštruktúra (SUPUKA, 2002).

Introdukcia z pohľadu Stredoeurópskeho regiónu, vrátane Slovenska, mala dve ťažiskové obdobia. Prvým genofondovým zdrojom bola **Ázia** a sprievodným regiónom **Stredomorie**. Druhá cesta a zdroj bol **Severoamerický kontinent**. Introdukcia prispela k obohateniu sortimentu drevín v širokom slova zmysle ich využitia, vrátane sídiel. Na druhej strane priniesla aj protichodné názory, najmä pri druhoch, ktoré sa odlišne, až expanzívne, či invázne chovajú v nových podmienkach.

Prvé vstupy introdukovaných drevín na Slovensko sú známe z obdobia 19. storočia, keď VILIAM ROWLANDS v r. 1855 spracoval veľký zalesňovací projekt na odlesnených a devastovaných plochách Malých Karpát, okolia Bratislavy a na Orave. Tento proces pokračoval aj v období zalesňovania území ovplyvňovaných banskou činnosťou, najmä v Štiavnických a Kremnických vrchoch a v pohorí Vtáčnik. Tu sa zachovalo dodnes množstvo druhov a porastov, tvoriacich dnes už druhú generáciu. Pri ľudských sídlach, a najmä šľachtických budovách, je aplikácia exotických drevín známa aj na Slovensku už v 12. a 13. storočí. Výraznejší vstup introdukovaných drevín do vegetačných štruktúr slovenských miest zaznamenávame na prelome 19. a 20. storočia. Uplatňovali sa najmä pri výsadbách uličných alejí, ale aj pri vnášaní do historických jadier. Rovnako bol zreteľný dopad aj na tvorbu verejných parkov, parkových úprav nemocníc, sanatórií a cintorínov. Po 2. svetovej vojne introdukované dreviny sa vnášajú na sídliská, školské a univerzitné areály. V súčasnej dobe je to hlavne vnášanie širokého sortimentu týchto drevín do peších zón miest, resp. centrálnych parkov (SUPUKA, 2002).

Dôvody pre uplatňovanie introdukovaných drevín v mestských štruktúrach vegetácie sú rôzne: potenciál autochtónnych druhov je pre variabilné podmienky sídiel a široké spektrum funkcií nepostačujúci, druhým faktorom je otázka módnosti a chcenia niečoho zvláštneho a vzácného, potom je to ponuka trhu, ktorá ovplyvňuje voľbu a výber drevín. Nemenej významná je aj reflexia projektanta, ktorý sa prikláňa k použitiu najmä vždyzelených druhov. Bilanciu druhovej skladby introdukovaných drevín, využívaných v tvorbe vegetačných štruktúr sídiel a v krajine, udáva na

príkladoch najčastejšie zastúpených drevín SUPUKA (2002). BENČAŤ (1982) zistil, že na Slovensku sa používa asi 1800 taxónov, ktoré tvoria asi 25 % v porovnaní s druhmi domácimi. Súčasny stav genofondu arborét na Slovensku nám predkladajú BENČAŤ, T., BENČAŤ, F. a LUKÁČIK (1999).

Introdukované dreviny prenesené do nových, odlišných podmienok sa neprispôsobujú len abiotickým faktorom nového prostredia, ale aj živej zložke prostredia, predovšetkým pôvodcom poškodení a ochorení (JUHÁSOVÁ, 2001). Introdukcii sprevádzajú **zmeny druhového spektra škodcov a pôvodcov chorôb**. Tieto vzťahy definoval už PŘÍHODA (1959) nasledovne: „Introdukovanými drevinami zavlečú sa škodcovia alebo pôvodcovia ochorenia, tieto môžu poškodzovať domáce dreviny, alebo sú na introdukovaných drevinách oveľa škodlivejšie ako v ich domovine. Z domácich drevín prejdú pôvodcovia ochorenia a poškodenia na introdukované dreviny a poškodzujú ich“. Tieto vzťahy sa na území Slovenska sledujú od r. 1965. Centrom tohto výskumu je Arborétum Mlyňany SAV a následne vzniknutá Pobočka biológie drevín v Nitre, ktorá je začlenená do Ústavu ekológie lesa SAV vo Zvolene a Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre. V tomto smere máme k dispozícii výsledky, ktoré predstavujú vynikajúcu bázu pre ďalšie štúdium.

Pôvodným areálom introdukovanej dreviny pagaštana konského ***Aesculus hippocastanum* L.** je Balkánsky polostrov, kde sa nachádza v izolovaných lokalitách južného Albánska, územia bývalej Juhoslávie, Bulharska a na úpätí gréckeho pohoria Pindos. Do kultúry bol zavedený v roku 1576, kedy bol dovezený cisárom Clusiom z Konštantínopolu do Viedne, odkiaľ sa rozšíril po celej Európe, často sa vysádzal v parkoch, alejách a v blízkosti ľudských obydlií.

Je to strom dorastajúci do výšky 25 – 30 m, má široko vajcovitú až guľatú, rozložitú korunu. Kmeň stromu je spočiatku hladký, olovovo sivý, neskôr sivohnedý až čiernastý, doštičkovito rozbrázdnený. Púčiky sú protistojné, veľké, oválne končisté 2 až 2,5 cm dlhé a 1 až 1,5 cm široké. Krycie šupiny púčikov sú červenej až tmavohnedej farby. Celé púčiky sú značne lesklé, živičnaté, lepkavé. Listy sú dlho stopkaté, 15 až 25 cm veľké, dľaňovito zložené, päť až sedem početné s dlhou klinovitou brázdou. Listy sú na vrchole krátko, ostro hrotité, na okraji dvojito pílkovité. Počas rašenia sú listy plstnaté, neskôr je vrchná strana holá, tmavozelená, slabo lesklá, spodná strana svetlejšia, na žilách hrdzavo chlpatá. Strom kvitne v máji bielymi, 3 cm veľkými

kvetmi. Na korunných lupienkoch sa nachádzajú žlté a červené škvrny. Kvety vyrastajú vo vzpriamených rozložitých metlinách. Plod tvorí 3 až 6 cm veľká, zelená, mäkká ostnatá tobolka. Po dozretí praská a uvoľňuje jedno až tri semená. Nepravidelné, bochníkovité semená sú 3 až 4 cm veľké, hnedej farby s bielou, neskôr sivou a okrúhlastou semennou jazvou. Semeno dozrieva v septembri až októbri.

Podľa ekologických nárokov je to polotieňomilná rastlina, ktorá uprednostňuje hlboké, na humus bohaté piesočnaté alebo hlinité pôdy vlhkých listnatých lesov. Je to otužilá drevina, podľa dostupných informácií odolná až do -30°C . Pagaštan je citlivý na exhaláty.

Pre svoj pôsobivý vzhľad je s obľubou využívaný ako okrasný strom parkov, záhrad a alejí. Nemá len okrasnú hodnotu, jeho semená majú mnohorakú využiteľnosť. Predpokladá sa, že samotný názov dreviny vychádza zo skutočnosti, že rozomleté semená sa používali nielen ako krmivo, ale ja ako prostriedok na liečenie astmy u koní (hippos = kôň). Semená obsahujú glykozidy, ktoré vplývajú na zrážanlivosť krvi, využívajú sa aj na posilňovanie cievnych stien, liečenie kŕčových žíl a zápalov horných dýchacích ciest. Pasta sa používala ako domáci prostriedok na liečenie hemoroidov. Kumarínové zložky semien sa pridávajú do opaľovacích ochranných krémov, pre saponínové zložky boli najmä v minulosti využívané ako čistiaci prostriedok (PAGAN a RANDUŠKA, 1988).

2.2 CHARAKTERISTIKA HNILÔB

Termínom hniloba KŮDELA et al. (1989) označujú tak rozklad rastlinných pletív vyvolaný činnosťou preniknutých húb alebo baktérií, ako aj chorobu takto charakterizovanú. Podľa priebehu rozkladných procesov rozoznávajú hnilobu suchú, mäkkú a mokrú. Suchá (tvrdá) hniloba sa nešíri rýchlo a tak umožňuje, aby sa voda uvoľnená z lyzovaných buniek vysušila a pletivá zostali relatívne suché. Mäkká hniloba je rozklad pletív spôsobený rozložením pektínových látok strednej lamely. Bunkové steny sa od seba oddelia, ale po určitú dobu si ešte zachovávajú svoju identitu. Mokrú hniloba je rýchly a úplný rozklad pletiva, z lyzovaných buniek sa uvoľňuje voľná voda. Od mäkkej hniloby sa mokrá hniloba líši len rýchlosťou, ktorou bunky strácajú schopnosť udržať vodu.

Hniloba spôsobená drevokaznými hubami je najnebezpečnejšou a najčastejšie sa vyskytujúcou formou biotického znehodnotenia dreva. Z rozboru fosílnych nálezov vyplýva, že huby sú s drevom úzko späté už približne 300 miliónov rokov, od doby rastu prvých stromov. Drevo stromov z dávnejších dôb bolo viac lignifikované a obsahovalo aj viac fenolických látok (REINPRECHT, 2001).

Pri posudzovaní **hnilôb** musíme brať do úvahy ich rozsah (dôležitá je hrúbka steny zvyškového zdravého dreva), lokalizáciu a agresivitu drevokaznej huby. Najviac nebezpečné sú na staticky najviac namáhaných miestach, ako sú báza kmeňa a konárov a miesta rozkonárovania. Výskyt hnilôb v týchto miestach je často spojený s tvorbou dutín. Nebezpečné je aj narušenie staticky najdôležitejších obvodových častí kmeňa a konárov (široké otvorené dutiny alebo hniloby postihujúce vrchnú beľovú vrstvu dreva). Na uzatvorené dutiny alebo hniloby nás môže upozorniť aj zdanlivo nadmerné ukladanie dreva v podobe zaoblených výrastkov alebo fľaškovito zhrubnutej bázy kmeňa. Nebezpečnosť jednotlivých druhov drevokazných húb závisí od ich schopnosti tvorby dutín a od rýchlosti, akou rozkladajú drevo určitého taxónu dreviny. Rýchlejší rozpad dreva spôsobujú huby s jednoročnými plodnicami (TIEDTKE-CREDE, 1992). Rozdelenie druhov podľa stupňa ich agresivity uvádza HÖSTER (1993). Okrem otvorených dutín a hnilôb a nadmerného ukladania dreva nás na infekciu drevokaznými hubami môžu upozorniť aj **plodnice, drevný prach a výtoky z dutín a trhlín**. Ak plodnice (askomató a/alebo bazídiomató, alebo iné fruktifikačné útvary), vyrastajú z miesta odumretých alebo odpílených konárov, ide pravdepodobne o menej nebezpečnú jadrovú hnilobu. Ak plodnice vyrastajú na iných miestach, je pravdepodobne zasiahnutá aj beľ. Ak plodnice vyrastajú z koreňového priestoru stromu, nemusí byť vždy napadnutý koreňový systém. Ak z trhlín borky vystupuje drevný prach, poukazuje to na ohrozenú biomechanickú vitalitu, napr. sítrovcom *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Murrill na duboch *Quercus* sp. div. (TIEDTKE-CREDE, 1992).

Hniloba vzniká v dôsledku poškodenia dreva drevokaznými hubami. Najčastejším miestom, kde hýfy mycélia vnikajú do hostiteľa je poranenie, neskôr sa utvárajú symptómy ochorenia. Pôvodcovia choroby stromov ovplyvňujú celkovú vitalitu daného jedinca. Preto sa v ďalších častiach budeme venovať poruchám, chorobám a vitalite drevín a zisťovať súvislosti medzi **vitalitou dreviny, hnilobou a fenologickými prejavmi**.

2.3 PORUCHY A CHOROBY

Názory na definíciu pojmu **choroba** nie sú jednotné. WHEELER (1975) pod pojmom choroba chápe všetky odchýlky od normálnych funkcií, ktoré majú za následok nedostatočnú výkonnosť rastliny, alebo zníženú schopnosť prežiť a udržať svoj funkčný priestor. BATEMAN (in KÚDELA et al., 1989) definuje chorobu ako škodlivú zmenu živých systémov v jednom alebo vo viacerých riadených procesoch využívania energie, spôsobenú nepretržitým dráždením (iritáciou) jedným alebo viacerými príčinnými faktormi. Podľa materiálu Federácie fytopatológov Veľkej Británie (FBPP, 1973) je za chorobu považovaná akákoľvek škodlivá odchýlka od normálneho priebehu fyziologických procesov, ktorá trvá tak dlho, že sú narušené, alebo spomalené, základné životné funkcie rastliny. Tie môžu viesť až k ireverzibilnému stavu, t. j. môžu spôsobiť kolaps, či smrť rastliny ako hostiteľa.

KÚDELA et al. (1989) definujú choroby biotického pôvodu, pôvodcami ktorých môžu byť nebunkové organizmy (viroidy, vírusy), prokaryotické organizmy (mykoplazmy, rickettsie a iné baktérie) a eukaryotické organizmy (huby a podobné organizmy a parazitické vyššie rastliny). V širšom ponímaní KÚDELA et al. (1989) sem zaraďujú aj choroby spôsobené hád'atkami a prvokmi. Niekedy sú k chorobám biotického pôvodu (WHEELER, 1975 a iní) prirad'ované aj poruchy, ktoré sú spôsobené nepriaznivými, najmä dlhodobo pôsobiacimi, abiotickými faktormi. Takéto chápanie podstaty javov a procesov bolo základom vzniku **rastlinolekárstva** – náuky o chorobách a poruchách rastlín, ako aj o príčinách, ktoré ich spôsobili a o metódach ochrany proti nim. Významnými preddispozičnými faktormi sú **poranenia**. Za tie považujeme škodlivé zmeny spôsobené krátkodobým podráždením rastliny vetrom, mrazom, hmyzom, drobnými zemnými cicavcami a podobne.

Podľa Černého (ČERNÝ, 1976) choroba vzniká v období, keď infekcia je tak zakotvená, že ani zmena podmienok prostredia, ani dezinfekčné opatrenia ju neprerušia. Choré dreviny sa uzdravujú len zriedka. V niektorých prípadoch, keď strom chorobe odolá, zostávajú na ňom trvalé následky. K opatreniam, ktoré umožňujú obnovenie narušených životných funkcií stromu alebo jeho jednotlivých orgánov, patrí liečenie stromu. ČERNÝ (1976) rozdeľuje pôvodcov chorôb drevín na neparazitické a parazitické. K neparazitickým zaraďuje: choroby z nedostatku živín (nedostatok dusíka, fosforu, draslíka, horčíka, vápnika a stopových prvkov) a zväzkovitosť, ktorou označuje

sploštenie a rozšírenie konárov a kmeňov. Listy v miestach sploštenia sú menšie a čiastočne deformované. K parazitickým chorobám zaraďuje vírusové, mykoplazmové, bakteriálne a hubové choroby. KÚDELA et al. (1989) však odporúčajú dôsledne rozlišovať **choroby** vyvolané biotickými agensami, a **poruchy** spôsobené abiotickými činiteľmi. S ich názorom sa stotožňujem.

Podľa viacerých autorov, napr. KRIŠTOF a URBANOVÁ (2003), až 96 % ochorení spôsobujú parazitické huby, patriace medzi najvýznamnejšie škodlivé činitele. Spôsobujú koreňové a kmeňové hniloby drevín. Pri napadnutí koreňov znižujú stabilitu stromov, často sú príčinou ich predčasného usychania. Živé stromy nenapádajú len vyslovene parazitické druhy húb, ale aj sekundárne a fakultatívne parazitické huby. Vstupnou bránou infekcie sú neošetrené rezné rany a iné mechanické poškodenia. Hýfy prenikajú do dreva, spôsobujú hnilobu, takže napadnuté stromy postupne chradnú a odumierajú.

2.3.1 Prejavy porúch a chorôb – symptómy

Choroby drevín sa prejavujú príznakmi (symptómami), ktoré hodnotíme na úrovni subcelulárnej, celulárnej, pletivovej, orgánovej, na úrovni jedincov, skupiny jedincov a porastov. JUHÁSOVÁ a HRUBÍK (1984) charakterizujú symptómy ako viditeľnú alebo inak zistiteľnú abnormalitu, ktorá vznikla v dôsledku ochorenia. Z toho vyplýva, že termín symptóm sa môže vzťahovať nielen na vonkajšie, voľným okom viditeľné (makroskopické) prejavy choroby, ale aj na vnútorné (mikroskopické) zmeny, t. j. anatomické (cytologické a histologické), ale aj patofyziologické. Symptómy sú dôležité pri stanovení príčin choroby, pri tzv. diferenčnej diagnostike.

2.3.2 Charakteristika symptómov

V zásade symptómy môžu byť mikroskopické, makroskopické a patofyziologické. V každom prípade sú však veľmi rozmanité. Ich klasifikácia je preto veľmi heterogénna. I napriek tomu však musíme presne definovať každú odchýlku od zdravej dreviny. Symptómy sa môžu aj navzájom prekrývať.

Medzi najčastejšie symptómy HRUBÍK a JUHÁSOVÁ (1997) zaraďujú zmenu sfarbenia (diskolorácia), ktorá môže byť celková, čiastočná, alebo škvrnitá. Zmeny sfarbenia súvisia s rozkladom buniek a pletív (nekrózy), s poruchami tvorby chlorofylu

(chloróza, panašovanie), s utváraním žltých, červených a čiernych farieb (antokyanizácia, melanizmus) a s obsahom vody v bunkových priestoroch (sklovitosť). Najčastejšie sa vyskytujú tieto odchýlky od normálnych sfarbení: žltnutie, červenanie, hnednutie, striebrost', bronzovitost' a zazelenanie. K anomáliám spôsobeným premenou pletív a orgánov, zaraďujú premenu epidermálnych a subepidermálnych, prípadne aj vnútorných pletív na korkové pletivo (korkovitost') a ukladanie lignínu do zhrubnutých stien (lignifikácia). K symptómom, prejavom ktorých je degenerácia alebo odumieranie napadnutých buniek a následný prechod pletív, orgánov a celej dreveniny do funkčne neschopného stavu, patria vädnutie, usychanie, apoplexia (mŕtvica), hniloba, mumifikácia (rýchla strata vody a vznik vysušených plodov, tzv. múmií), nekróza a nekrotická rakovina.

Hoci urbánne prostredie má, v porovnaní s lesnými ekosystémami, viaceré špecifiká, klasifikácia symptómov z lesného prostredia je nepostrádateľným zdrojom poznatkov v tomto smere aj pre urbánne prostredie. Štúdiu symptómov na drevinách v lesnom prostredí sa v súčasnosti venujú pracovníci Národného lesníckeho centra vo Zvolene. Výsledky ich štúdií máme k dispozícii v prácach Novotného a jeho spolupracovníkov (NOVOTNÝ et al., 2000), Leontovyča a Kuncu (LEONTOVÝČ a KUNCA, 2004) a niektorých ďalších. Tieto v zásade korešpondujú s klasifikáciou Hrubíka a Juhásovej (HRUBÍK a JUHÁSOVÁ, 1997).

2.3.3 Symptómy na rôznych úrovniach organizácie dreveniny

HARTMANN, NIENHAUS a BUTIN (2001) rozlišujú symptómy na listoch, púčikoch, výhonkoch a konárkoch, kmeňoch a konároch. **Na úrovni listov** rozlišujú ich presvetľovanie, usychanie a predčasné opadávanie, stratu listov na konárkoch, v časti (častiach) koruny a v korune ako celku. Belavé alebo žltkavé sfarbenie (chloróza) sa môže prejavovať ako chlorotická škvrnitosť, pruhovitost', ryhovanost', alebo vo forme čiarkovitých či krúžkovitých vzorov, a to v strede listu, na jeho okraji, vrchole a na celých listoch. Hnedavé či červenavé sfarbenie alebo prejavy odumierania v dôsledku zvýšenej tvorby antokyánov, nekroz a usychania sa môžu prejavovať ako škvrnitosť či pruhovitost' na báze alebo v strede listu, na okraji listu a na celých listoch. Ďalej na úrovni listov rozlišujú vädnutie, rastové anomálie (deformácie listov, zvinovanie listov, malolistost', tvorba hálok), poškodenia (požerky, rany) a povlaky (plodnice húb, ložiská

výtrusov, ontogenetické štádiá zástupcov hmyzu a roztočov, zvyšky trusu, míny a niektoré ďalšie). **Na úrovni púčikov, výhonkov a konárikov** rozlišujú opadávanie výhonkov, ich žltkavé sfarbenie, hnednutie, stratu olistenia, vädnutie, odumieranie, rastové anomálie a deformácie (pokryvenie výhonkov, ich zhlukovanie, zaškrcovanie, trsovité rast, ochorenie púčikov, tvorba hálok), poškodenia (požerky, otvorené rany a jazvy), povlaky (plodnice húb, ložiská výtrusov, ontogenetické štádiá hmyzu, zvyšky trusu a iné) poškodenia šišíek a ronenie živice. **Na úrovni kmeňa a konárov** rozlišujú prejavy odumierania (nekrózy kôry, glejotok, ronenie slizu a živice, odumieranie konárov, častí koruny alebo celého stromu), rastové anomálie a deformácie (zdureniny, nádory, zhľuky, čarodejné metly), poškodenia (požerky, otvorené jazvy a rany, trhliny), povlaky (mycéliá húb, plodnice húb, ložiská výtrusov alebo ontogenetických štádií hmyzu, vrátane ich zvyškov), hniloby dreva, sfarbenie dreva a ronenie živice.

2.3.4 Poruchy a choroby pagaštana konského

Rakovina kmeňov a konárov

Nectria galligena Bres. je parazitická huba, spôsobujúca rakovinu kmeňov a konárov rôznych listnatých drevín. Je rozšírená v miernych pásmach obidvoch pologulí. U nás sa vyskytuje na celom území. K infekcii živých stromov dochádza v tenkých odumretých, alebo odumierajúcich konárikoch a v miestach poranenej kôry. Po vniknutí hýf mycélia do konárov, alebo kmeňa sa tieto postupne rozrastajú v povrchovej časti dreva (AGRIOS, 2005; SCHMIDT a CZESCHLIK, 2006).

Baktéria *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* infikuje hlavne miesta poranenia spôsobené mrazom, krúpami, satím hmyzu a pod. V mieste vzniku infekcie sa objavujú sivohnedé vyvýšené ostrovčeky kôry, ktoré neskôr praskajú pozdĺžnymi trhlínkami. Kambium je dráždené produktmi metabolizmu baktérií a dochádza k zvýšenej tvorbe drevných elementov. Baktéria sa postupne šíri po kmeni a konároch (JANSE, 2006; SCHMIDT et al., 2008).

Iné ochorenia konárov a kmeňov

Hnedý miazgotok je ochorenie kôry, pravdepodobne spôsobené baktériami. Jeho názov je odvodený od najtypickejšieho príznaku, t. j. hnedého až hrdzavočerveného zafarbenia povrchu kôry v mieste infekcie. V súčasnej dobe je rozšírený v celej Európe. K primárnej infekcii môže dôjsť na povrchu kôry koncom leta a v jeseni v miestach

poranenia kôry. Na konároch a kmeňoch mladších stromov, kde je ešte hladká, spravidla zelená kôra, sú v počiatočnej fáze ochorenia v zelenej kôre pod povrchovou tenkou blankou dobre viditeľné hrdzavohnedé škvrny veľké 0,3 - 4 mm. Postupne od miesta vzniku infekcie kôra nepravidelne kruhovito odumiera. Kôra v mieste poškodenia je celá zhnednutá, avšak drevo pod ňou nie je poškodené. Na jar sa nad nektrózou v kôre nadvihuje pod tlakom miazgy tenká povrchová blanka kôry do výšky až 0,8 cm, ktorá sa najčastejšie roztrhne v strednej časti trhlinou pozdĺž kmeňa a na povrch kôry vyteká miazga, ktorá je spočiatku číra, avšak neskôr zhnedne a hrdzavohnedo sfarbuje povrch kôry okolo praskliny a čiastočne aj pod ňou. Koncom jari a v lete malé nektrózy kôry ľahko zarastajú novým drevom (ČERNÝ, 1976).

Hniloby sú výsledkom činnosti najmä drevokazných húb (ČERNÝ, 1989; GÁPER, 1998; SCHMIDT a CZESCHLIK, 2006).

Tracheomykózy sú ochorenia spôsobené hubami, ktoré na zdravé stromy prenáša hmyz. Výtrusy vyklíčia v hýfy, usmrcujú kambium a postupne sa šíria z tenkých konárikov do hrubších konárov. V dôsledku zaplnenia ciev hýfami dochádza nielen k obmedzenému pohybu vody, ale je porušené aj vedenie látok dôležitých pre rast stromu. Listy na infikovaných konároch žltnú, neskôr hnednú a usychajú. Na priečnom reze infikovaných konároch sú v cievach čierne bodky a javia sa ako čierne kruhy. Na tangenciálnom reze sú nápadné pozdĺžne čierne čiarky. Podhubie celkom vyplňa cievy, a tým dochádza k odumieraniu konárov nad miestom prenikajúcich hýf (ČERNÝ, 1989; JUHÁSOVÁ a HRUBÍK, 1984; TELLO et al., 2005).

Ochorenia listov

Múčnatky parazitujú na listoch a mladých výhonkoch. Vytvárajú biele až sivobiele mycélium, povrchové, pavučinovité, v tvare škvŕn alebo povlakov na oboch stranách listov a stonkách listov. Často pokrýva celý list. Múčnatky najčastejšie prezimujú v púčikoch. Koncom jari a začiatkom leta sa objavujú na povrchu listov okrúhle vodnaté škvrny, na ktorých sa skoro začne rozrastať biele podhubie. Infikované listy menej prirastajú, neskôr hnednú, usychajú a opadávajú. Značne infikované rašiacie púčiky tiež postupne usychajú a po odumretí vrcholových púčikov môže dôjsť ku zakrnutiu a košateniu hornej časti koruny (ČERNÝ, 1976; JUHÁSOVÁ a HRUBÍK, 1984; TELLO et al., 2005).

Ploskáčik pagaštanový *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić bol popísaný prvýkrát v 80. rokoch na drevine *Aesculus hippocastanum* v oblasti Ohridského jazera. Koncom 80. rokov bol nájdený v Rakúsku. Na Slovensku sa vyskytol v roku 1994, koncom 90. rokov sa areál rozšírenia zväčšil na celú strednú Európu. Vyskytuje sa na mladých, aj starých pagaštanoch konských v mestskej zeleni, alejach, prímestských lesoch a parkoch. Spôsobuje poškodenie asimilačných orgánov, ktoré predčasne hnednú a usychajú. Predčasný opad je možné pozorovať už v auguste. Ploskáčik pagaštanový má 3 – 4 generácie za rok. Húsenice tretej generácie pred zakuklením vytvárajú zámotok, v ktorom prezimujú. V apríli začínajú vylietavať motýle. Prvá generácia kladie vajíčka na listy na spodných konároch, druhá generácia ich kladie na listy do stredu koruny. Listy vo vrcholovej časti stromu listy bývajú postihnuté koncom leta. Vyliahnuté húseničky sa zamotávajú do listov. Najprv vytvárajú úzku chodbičku, ktorá sa postupne rozširuje a zväčšuje až dosiahne dĺžku 15 – 30 mm. Škvryny sú vo svetle priesvitné, najprv sivozelené, neskôr hnednú. Druhá generácia škodcu sa množí koncom júna a v júli a tretia v auguste a septembri (HRUBÍK a JUHÁSOVÁ, 1998; ALMA, 2004; FERRACINI a ALMA, 2007).

2.4 VITALITA A JEJ HODNOTENIE

Podobne ako sú nejednotné názory na obsah termínu choroba, nejednotné názory sú aj na obsah termínu vitalita.

2.4.1 Charakteristika pojmu vitalita

Pojem vitalita definujú PETRÁČKOVÁ et al. (2001) ako schopnosť organizmov a ich populácií žiť a obnovovať život v meniacich sa podmienkach prostredia. Podľa Pejchala (PEJCHAL, 1994; 2005) vitalita stromu je predstavovaná jeho životaschopnosťou. **Vitalita** je faktor, ktorý musíme brať do úvahy pri akomkoľvek hodnotení stromov v urbanizovanej krajine. Závisí od veku a je ovplyvňovaná genetickou dispozíciou dreviny, abiotickými, biotickými a antropickými faktormi prostredia.

Prejavom vitality je:

- výkonnosť (rast, vývin, rozmnožovanie a rozširovanie)
- adaptabilita na vonkajšie prostredie

- odolnosť voči chorobám a škodcom
- regeneračná schopnosť
- zdravotný stav.

Ostatne zmienený faktor vitality, **zdravotný stav**, sa v praxi často nesprávne stotožňuje s pojmom vitalita. Zdravotný stav podľa Pejchala (PEJCHAL, 2005) je chápaný ako prejav a súčasne ukazovateľ vitality. Vyjadruje, nakoľko je súčasný stav stromu zhodný alebo odlišný od normálnych pomerov. V súlade s úvahami Wheelera (WHEELER, 1975) považujeme strom za chorý, ak sa jeho štruktúra alebo funkcia odchyľuje od normálnych parametrov (VANÍK, 1975; 1996). Podľa niektorých autorov (TAUCHNITZ, 1992; WAWRIK a MALEK, 1992) obsah často používaných termínov **poškodenie**, resp. **stupeň poškodenia** je totožný so zdravotným stavom, lebo vyjadruje aktuálnu odchýlku od normálu. Zistenie tejto odchýlky a prípadné stanovenie jej veľkosti je prvý a najrýchlejší krok k stanoveniu vitality. Neskôr nasleduje odhad toho, aké zníženie vitality túto odchýlku vyvolalo, alebo naopak, ako táto odchýlka vitalitu znižuje. Pri stanovení vitality sa určuje aj vývinová tendencia daného jedinca, čo ju odlišuje od zdravotného stavu, prípadne stupňa poškodenia. Niektoré prejavy alebo ukazovatele vitality môžeme aj pomerne presne kvantifikovať (napr. stratu olistenia), alebo pomerne presne charakterizovať, napr. charakter rozkonárenia koruny podľa Roloffa (ROLOFF, 1989). Pri iných ukazovateľoch (napr. predčasnom opade listov, zlé rozkonárovanie) to zatiaľ nie je možné.

Úroveň vitality môžeme porovnávať medzi rôznymi jedincami v rovnakom čase (vtedy hovoríme o **absolútnej vitalite**), alebo u jedného jedinca v časových odstupoch (**relatívna vitalita**). Z praktického hľadiska je veľmi dôležité poznať tendenciu vo vývoji vitality (zhoršovanie, zlepšovanie, stabilizácia). K tomu je možné využiť aj stupne poškodenia alebo stanovenie relatívnej vitality v časových odstupoch. Vitalita drevín má fyziologický a biomechanický (= statický) aspekt. Sú na sebe nezávislé a celková úroveň vitality je odvodená od úrovne tej zložky, ktorá je v horšom stave. Fyziologickú aj biomechanickú zložku môžeme hodnotiť vizuálne a pomocou experimentálnych diagnostických metód, nástrojov a prístrojov (KOLAŘÍK et al. 2005, DOBBERTIN, 2005; MACH, 2008). **Fyziologická vitalita** závisí od zmeny a intenzity fyziologických procesov. Dreviny môžu existovať len za predpokladu stáleho rastu a vytvárajú tak každoročne nové vrstvy dreva, lyka a novú listovú plochu ako náhradu

za staré časti, ktoré už stratili svoju funkciu. Sú schopné reagovať na najrôznejšie vonkajšie vplyvy ako napr. zmena stanovištných podmienok, mechanické poškodenie, choroby a pod. (SHIGO, 1990). K tomu potrebujú energiu, ktorá je úmerná čistému výťažku fotosyntézy. So vzrastajúcim vekom a súčasne aj veľkosťou jedince sa spotreba energie stále zvyšuje, a to rýchlejšie než ako rastie produkcia. Dreviny sú atakované pôvodcami chorôb a škodcami a aj na optimálnych stanovištiach sa zhoršuje ich schopnosť prispôbiť sa zmenám vnútorného prostredia, čiže zhoršuje sa ich fyziologická vitalita. Čím menej sú pre drevinu tieto podmienky priaznivé, tým rýchlejšie uvedený proces postupuje. Úroveň vitality mladého stromu v extrémne náročných podmienkach uličnej výsadby sa tak môže rovnať mnohonásobne staršiemu stromu na optimálnom stanovišti, prípadne môže byť aj horšia. **Biomechanická vitalita** sa stanovuje obtiažnejšie ako fyziologická. Predstavuje odolnosť voči vývratom a zlomom. K biomechanickému zlyhaniu stromu v pokročilom štádiu ontogenézy môže dôjsť aj v optimálnych podmienkach, bez vnútorného negatívneho pôsobenia. Dôvodom pre zachovanie života je neustále zväčšovanie hmoty a veľkosti, ktoré môže v určitom zlomovom okamihu presiahnuť biomechanické schopnosti dreva. Tie znižuje rad faktorov, predovšetkým mechanické poškodenie, hniloby a dutiny, chyby v rozkonárení, či nepriaznivá poloha ťažiska nadzemnej časti. Uvedené faktory zvyšujú pravdepodobnosť vývratov a zlomov u relatívne mladých jedincov (PEJCHAL, 1994).

2.4.2 Metódy hodnotenia vitality

Vitalitu drevín môžeme hodnotiť viacerými metódami, ktoré môžeme rozdeliť do troch skupín. Sú to metódy vizuálne, prístrojové a experimentálne (= laboratórne).

Vizuálne hodnotenie je relatívne jednoduché, časovo menej náročné a nepoškodzuje stromy. V mnohých prípadoch je dostačujúce, preto by sa ním malo vždy začať. Pre tento typ hodnotenia sa najčastejšie využíva viacmenej univerzálny metodický postup. Sú však vypracované klasifikátory vitality a zdravotného stavu aj pre niektoré druhy drevín (HERMANN, 1993). Pri **vizuálnom hodnotení fyziologického aspektu** vitality využívame predovšetkým nasledujúce ukazovatele, ktoré definuje PEJCHAL (1994, 1995, 2005): **olistenie**: s klasifikačnou stupnicou hodnotenia v rozpätí 0 až 4, **charakter presychania koruny**: stupnica hodnotenia v rozpätí 0 až 4, **poranenie koreňových nábehov, kmeňov a konárov**: stupnica hodnotenia 0 až 4, **prítomnosť**

parazitov (drevokazné huby, pôvodcovia spály, atakcia parazitickými vyššími rastlinami, pôvodcovia tracheomykóz a pod.), **reakcia na poranenie**: tvorba kalusu na okrajoch rán, **prítomnosť výmladkov**: vlky môžu byť jednak ukazovateľom výrazného zníženia vitality, ale tiež môžu byť aj prejavom vitálnych stromov reagujúcich napr. na uvoľnenie zo zápoja alebo na mechanické poškodenie, **abnormálne kvitnutie alebo plodnosť**, ktoré ale tiež nemusí vždy znamenať zníženie vitality.

Spôsob hodnotenia vitality, resp. zdravotného stavu drevín v sídlach Slovenska, ako aj spôsoby ich ošetrovania veľmi vhodne reprezentuje metodika uvedená v prácach JUHÁSOVÁ a SERBINOVÁ (1997) a JUHÁSOVÁ (2002b). Autorky hodnotia každý strom z hľadiska zdravotného a kondičného stavu a pridelujú mu jeden zo šiestich bodov. Tiež výstižne popisujú príčiny poškodenia a spôsob ošetrovania každej dreviny. Výberom z 91 znakov poškodenia drevín získavame obraz o stupni poškodenia danej dreviny. Touto metodikou bolo vyhodnotených napr. 254 stromov na Mestskom cintoríne v Modre (JUHÁSOVÁ a BERNADOVIČOVÁ, 2000), 385 stromov na Moyzesovej ulici v Košiciach (JUHÁSOVÁ, 2003), 302 stromov v parku v Topoľčiankach (JUHÁSOVÁ, 2002b), 2503 stromov v Sade Janka Kráľa v Bratislave (JUHÁSOVÁ et al., 2005a). Takýto spôsob hodnotenia vitality drevín sa premieta aj do sadovníckej hodnoty drevín (MACHOVEC, 1982).

Prístrojové a laboratórne hodnotenie vitality je komplikovanejšie, časovo aj finančne náročnejšie a niektoré jeho spôsoby môžu stromy poškodzovať. Používame ho obyčajne až vtedy, ak sme využili všetky možnosti, a ak nás vizuálne hodnotenie upozorní na zníženie vitality a nie sme schopní presne určiť jeho rozsah a príčinu. V prístrojovom a laboratórnom hodnotení využívame meranie elektrického odporu kambiálneho pletiva drevín, farebnú infračervenú fotografiu, laboratórne metódy, rádiometrické metódy, stromovú tomografiu a letokruhovú analýzu. Na **meranie elektrického odporu kambiálneho pletiva drevín** boli vyvinuté prístroje rôznych značiek, kde sa pomocou dvojitej ihlovej sondy stanovuje elektrický odpor v kambiálnej oblasti kmeňa, pričom sa tiež meria relatívna vitalita (čím vyšší odpor, tým nižšia vitalita). ČABOUN (1999) uvádza prístroje na meranie elektrického odporu kambiálneho pletiva drevín: SHIGOMETER – prístroj na meranie odporu pletív drevín pulzným elektrickým prúdom, CONDITIONOMETER – určený na meranie relatívnej vitality a hniloby živých stojacich stromov, TREE VITALITY METER – prenosný

elektronický prístroj na stanovenie zdravotného stavu stojacich stromov, prípadne poškodenia drevnej hmoty, pracujúci na princípe elektronického merania odporu kambialnej vrstvy, MERVIT – digitálny merací prístroj pre zisťovanie vitality stromov, vybavený teplomerom, ktorý umožňuje jednoduché meranie relatívnej vitality živých stojacich stromov, IMPULZNÝ OHMMETER – merací prístroj zhotovený s tranzistormi a opačnými zosilňovačmi, kde hodnota odporu je zobrazovaná na analógovom merači. **Farebná infračervená fotografia** je založená na tom, že listy zoslabnutých drevín (s nižším obsahom chlorofylu) odrážajú menej infračerveného žiarenia ako listy zdravých stromov. Výhodou je zachytenie väčšieho počtu stromov na veľkej ploche v rovnakej vegetačnej fáze pri pomerne malých nákladoch. **Laboratórne metódy** nám môžu slúžiť k presnému určeniu pôvodcu ochorenia (huby, baktérie, vírusy), k určeniu alebo potvrdeniu predpokladaných negatívnych faktorov stanovišťa (rozbor pôdy, vody, vzduchu, listov, iných častí dreviny), stanovenie fyziologickej vitality (napr. analýza zloženia miazgy). **Rádiometrická metóda** je založená na vysielaní, prijíma a odraze elektromagnetických vln. **Stromová tomografia** je založená na vysielaní a prieniku lúčov mäkkého žiarenia. Výpovedná hodnota týchto parametrov je však, podobne ako pri stanovení elektrického odporu kambialnej zóny, veľmi malá. **Letokruhovú analýzu** nám umožňuje stanoviť tendenciu vo vývoji vitality, stanoviť dobu výrazného poklesu vitality, a tým často aj odhaliť príčinu. Odobraná vzorka slúži ako doklad, prípadne sa využije v laboratórnych metódach (izolácia patogénov a pod.). Šírka letokruhov vyjadruje relatívnu vitalitu. Skúsenosti hovoria, že dlhodobější pokles šírky letokruhov pod 1 mm spôsobuje stromu veľké problémy (obmedzený je transport vody a ukladanie zásobných látok) a jeho rekonvalescencia je málo pravdepodobná (HÖSTER, 1993).

Pri **vizuálnom hodnotení biomechanického aspektu vitality** využívame predovšetkým nasledujúce ukazovatele: **poranenie** povrchové alebo hĺbkové, **hniloby a dutiny** – hodnotenie ich nebezpečnosti uvádzajú GÁPEROVÁ (2005), GÁPER a GÁPEROVÁ (2009), MATTHECK a BRELOER (1993a,b), PÚPAVOVÁ, GÁPEROVÁ a KRŇÁČ (2009), **drevokazné huby** – ich pôsobenie vysvetľujú GÁPER et al. (2007), GÁPEROVÁ et al. (2007), LEDERER (1998), SCHWARZE a BAUM (2000), WEBER a MATTHECK (2001), **nepriaznivé umiestnenie ťažiska, chybné rozkonárenie a príznaky v koreňovom systéme** popisuje EHSEN (1988) a WESSOLLY a ERB (1998).

Biomechanickú vitalitu drevín hodnotíme predovšetkým pomocou jednoduchých nástrojov, v zložitejších prípadoch aj časovo a finančne náročnejšími prístrojmi a zariadeniami. Z jednoduchých nástrojov je to napr. **kladivko** o hmotnosti asi 100 gramov potiahnuté gumou alebo plastom. Používa sa na poklep kmeňa vykonaný v smere od bázy špirálovite nahor. Rozdiely zvuku môžu signalizovať výskyt dutín. **Špice z bicykla** alebo **kus pevného drôtu** sa vsúvajú do trhlín a dutín, čím zisťujeme ich hĺbku a prípadnú súvislosť s hnilobou. **Prírastkomer** môžeme využiť na zistenie alebo potvrdenie predpokladaných uzavretých hnilôb a dutín, prípadne na stanovenie hrúbky ostávajúceho zdravého dreva. Vzhľadom na to, že táto metóda čiastočne poškodzuje strom, používa sa len v nevyhnutných prípadoch. Zo zložitejších prístrojov na hodnotenie biomechanického aspektu vitality sa využívajú prístroje na meranie hustoty dreva, prístroje na meranie elektrických vlastností dreva, prístroje na meranie kvality dreva a metóda VTA. **Prístroje na meranie hustoty dreva** (DENSITOMAT, RESISTOGRAPH) pracujú na princípe registrácie množstva energie, ktorá sa spotrebuje pri zaistení stabilnej rýchlosti vnikania vrtáka do dreva. Výraznejší pokles spotreby energie signalizuje hnilobu alebo dutinu. **Prístroje na meranie elektrických vlastností dreva** (SHIGOMETER, VITAMAT) merajú pomocou dvojitých elektród, postupne zasúvaných do vopred vyvŕtaného otvoru. Náhla zmena elektrických vlastností dreva oproti normálu naznačuje prítomnosť hniloby či dutiny. **Prístroj na meranie kvality dreva** (FRAKTOMETER) – je v ňom asi v centimetrových odstupoch lámaný, prírástkomerom odobratý valček dreva, pričom sa meria na to potrebná energia. Namerané hodnoty sa potom porovnávajú s tabuľkovými údajmi pre daný druh dreviny. Metóda VTA (Visual Tree Assessment) je perspektívna ale zložitá metóda, vychádzajúca z porovnávania pnutia na povrchu jednotlivých častí stromu.

2.4.3 Vitalita a hniloba

Pri hodnotení vitality drevín je nevyhnutné zohľadniť fenomén dutín a zaznamenať o nich nevyhnutné údaje. Takto pri hodnotení vitality drevín postupovala GÁPEROVÁ (2004, 2005).

Zvlášť v ostatnom období sa hodnotenie dutín spája s hodnotením hniloby, pretože bezprostrednou príčinou vzniku dutiny je hniloba spôsobená činnosťou organizmov disponujúcich enzýmami, ktoré dokážu rozkladať polymérne zložky dreva,

najmä činnosťou drevokazných húb. Preto by hodnotenie dutín malo byť zahrnuté v každom hodnotení vitality drevín (GÁPER a GÁPEROVÁ, 2009).

Odporúčané **nevyhnutné údaje o dutinách**, ktoré by mali byť zahrnuté v každom hodnotení vitality drevín v sídlach podľa Gápera a Gáperovej (GÁPER a GÁPEROVÁ, 2009) sú:

1. Z pohľadu **lokalizácie dutín** je nutné zaznamenávať:

dutiny na báze kmeňa

dutiny na kmeni (v poznámke uviesť v strednej, vrchnej či spodnej časti)

dutiny v mieste hlavného rozkonárenia

dutiny v mieste rozkonárenia hlavných konárov

dutiny na hlavných konároch.

V každom prípade sú obvyčajne najnebezpečnejšie dutiny na báze kmeňa, dutiny v mieste hlavného rozkonárenia a dutiny v miestach rozkonárenia hlavných konárov.

2. Pokiaľ ide o **veľkosť dutín**, navrhujeme merať (na neprístupných miestach odhadnúť) výšku (cm), šírku (cm) a ak sa dá, aj hĺbku dutiny (cm). Ako sprievodný údaj pri dutinách na kmeni je nutné zmerať priemer kmeňa štandardne a v mieste najväčšej šírky dutiny a zmerať (prípadne odhadnúť) výšku stromu. Ako sprievodný údaj pri dutinách v korune je nutné odhadnúť priemer konárov v mieste najväčšej šírky dutiny a zmerať (prípadne odhadnúť) výšku stromu.

3. Rozlíšujeme **otvorenú a uzatvorenú dutinu**. Ak je viac dutín na jednom strome, každú charakterizujeme zvlášť. Zo sprievodných charakteristík je nutná presná determinácia pôvodcu/ov vzniku dutiny (ak sa to dá) a hrúbky a rovnomernosti zvyškovej steny dutiny (ak sa to dá).

2.4.4 Význam fenologických pozorovaní

S vitalitou úzko súvisia aj fenologické prejavy drevín. Fenológia drevín má u nás tradíciu a dobré výsledky. Dôkazom toho sú práce, ktoré publikovali BENČAĽ (1978), BOTTÍKOVÁ (1974), CICÁK (1993), KULA (2000), LUKNÁROVÁ (2000), MERCEL (1974, 1982), POŽGAJ (1999), ŠTEFANČÍK (1995), TOKÁR (1985, 1986) a niektorí ďalší. Všeobecne sa fenologické výskumy u nás zameriavajú na feno-ekologické pozorovania, ktoré pomáhajú objasniť mnohé zákonitosti v štruktúre fytocenóz, prehľbujú vedomosti o dynamike druhov a objasňujú korelácie medzi fenologickým rytmom rastlín a ich

pôvodom. Rastlinné druhy, ktoré majú rovnaký fenologický rytmus, patria do toho istého fenologického typu. Fenologické typy vyjadrujú aj ekologický charakter rastlinných druhov, a to nielen ich celkový ráz, ale aj ich ekologické požiadavky na vonkajšie podmienky v jednotlivých etapách vegetačnej periódy.

V priebehu roka môžeme pozorovať periódy pokoja a rastu. Hovoríme o fenologickom, resp. sezónnom rytme drevín. V obdobiach sezónnej klímy mierneho pásma sú letné a zimné obdobia veľmi výrazné. Preto aj fenologické rytmy drevín sú tu výraznejšie. Tieto rytmy sú v priamej korelácii s rytmom vonkajších ekologických faktorov. Nemusia byť vždy v zhode s vnútorným rytmom. Rastlinné druhy sa nerozvíjajú u nás len v období, keď sú tu najpriaznivejšie tepelné pomery a najdlhší deň, ale aj v rôznych etapách vegetačnej periódy. Tento rytmus je viditeľný hlavne pri generatívnych fenofázach. Vnútorné a vonkajšie faktory zapríčiňujú teda fenologické rytmy rastlín. Medzi vnútorné faktory patria predovšetkým biologické vlastnosti rastlín, ktoré získali v procese fylogenézy, ako napr. fotoperiodická adaptácia, vek, pôvod, životné formy, zmeny protoplazmatických štruktúr v procese ontogenézy a pod. Z vonkajších faktorov na fenologický rytmus vplyvujú najmä klimatické faktory, ako sú teplota, dĺžka dňa a slnečného svitu, slnečná radiácia, zrážky, ďalej zdravotný stav a ostatné ekologické faktory, napr. pôda, vzdušná vlhkosť a pod. Pri hodnotení vitality drevín je nutné brať do úvahy fenologickú fázu, v ktorej sa posudzovaný jedinec nachádza a zároveň zistiť v akom štádiu je pôvodca ochorenia alebo poškodenia.

2.4.5 Podmienky prostredia a činitele vplyvajúce na vitalitu drevín

Mestská zeleň, najmä dreviny, sú vystavené veľkému množstvu nepriaznivých faktorov prostredia. Medzi nepriaznivé ekologické podmienky zaraďujeme najmä emisné vplyvy, globálne klimatické podmienky, ktoré spôsobujú nerovnomerné rozloženie zrážok, spôsobujú prívalové vody, vodnú a tepelnú eróziu, narušujú vodný a tepelný režim. Nebezpečné sú aj posypové materiály. Zvýšeným používaním pesticídov a minerálnych hnojív dochádza ku kontaminácii pôdy (JANITOR, 2005).

Dreviny v mestách sú vystavené rozsiahlemu spektru škodlivých faktorov, ktoré ovplyvňujú ich zdravotný stav a stabilitu (JANITOR, 2000). Tieto škodlivé činitele sa rozdeľujú do dvoch skupín, a to antropogénne škodlivé činitele a prírodné škodlivé činitele. **Antropogénne** škodlivé činitele sú imisie, budovanie inžinierskych sietí,

zemné práce, neodborné zrezávanie a neošetrovanie rán, odlamovanie konárov a olupovanie borky. **Prírodné** škodlivé činitele sú abiotické a biotické. **Abiotické** škodlivé činitele sú mechanicky pôsobiace (vietor, sneh, ľadovec, námraza), fyziologicky pôsobiace (podmienky stanovišťa), fyzikálne pôsobiace (horúčava, sucho, mráz). **Biotické** škodlivé činitele sú hmyz, (podkôrny, listožravý, cicavý), stavovce (hlodavce), pôvodcovia hubových, bakteriálnych a vírusových ochorení a nežiadúca vegetácia. Imisie, ako antropogénny škodlivý činiteľ a prírodné abiotické škodlivé činitele na dreviny pôsobia prostredníctvom ovzdušia, pôdy a klimatických pomerov.

2.4.6 Hniloby dreva ako následok pôsobenia biotických škodlivých činiteľov

Podľa Hrubíka (HRUBÍK, 2005) veľká časť škodcov preniká do mestskej zelene so sadbovým materiálom zo škôlok (sú to predovšetkým druhy troficky úzko viazané na živiteľské dreviny). Zriedkavejšie sa vyskytujúce druhy môžu byť zavlečené s introdukovanými drevinami, niektorí škodcovia sa prispôbili zmeneným podmienkam mestského prostredia, stali sa špecifickými obyvateľmi miest a ľahko prenikajú do nových výsadiel. Niektoré škodlivé druhy prechádzajú do mestskej zelene z okolitých lesov a často tu spôsobujú väčšie škody. Zo susedných ovocných sádov, záhrad a poľnohospodárskych pozemkov prechádzajú na okrasné dreviny aj niektorí polyfágni škodcovia.

Výskumu škodcov a chorôb introdukovaných drevín sa venujú viacerí domáci autori, ako napr. BERNADOVIČOVÁ (2000, 2002), GÁPER (1997, 1998, 2005), HRUBÍK (2002, 2005), JANITOR (1980, 1996, 2005), JANITOR, LAČOK a STANOVÁ (1988), JUHASOVÁ (2001, 2002a, 2003), JUHASOVÁ et al. (2005a, 2005b), JUHASOVÁ a HRUBÍK (1984), PASTIRČÁKOVÁ (2005) a ZIMMERMANNOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ a JANITOR (2000a, 2000b). Cenné sú pre nás aj údaje z okolitých krajín, napr. z Českej republiky (LEDERER, 1998), Chorvátska (HRAŠOVEC a DIMINIĆ, 2000), Nemecka (SPIES, KNÖSEL a MEIER, 1985; SCHWARZE et al. 1999; TOMICZEK et al., 2005) a iných európskych krajín (TELLO et al., 2005). Hlavne z hľadiska transkontinentálneho prenosu spor je nutné týmto otázkam venovať pozornosť aj v relatívne vzdialených krajinách (BRIEN, 1939; LUIISI, BRAVO a VALDIVIESO, 1987; SPAULDING, 1961 a iní).

K významným biotickým škodlivým činiteľom pre dreviny v sídlach zaraďujeme aj pôvodcov hubových ochorení. Ich dôležitou súčasťou sú drevokazné

huby. Následkom ich pôsobenia dochádza k hnilobným procesom v dreve. To výrazne negatívne ovplyvňuje statickú stabilitu drevín, vrátane introdukovaných. Na to, aby sme mohli úspešne riešiť problémy spojené s udržiavaním výsadiieb drevín v urbanizovanej krajine, musíme poznať ich druhové spektrum, ich ekofyziologické vlastnosti, vrátane interakcií medzi nimi, a tiež postupy šírenia hnilôb v dreve živých drevín. To prvé nám umožňuje použiť účinnejší spôsob ochrany, a to druhé nám prispieva k presnejšiemu posúdeniu stability konkrétnych stromov. Pokiaľ ide o poznanie druhového spektra, máme k dispozícii cenné poznatky viacerých autorov, priamo z územia Slovenska (GÁPER, 1998; JUHÁSOVÁ, TKÁČOVÁ a KOBZA, 2003; JUHÁSOVÁ et al., 2005a,b a iní). O vzájomných interakciách drevokazných húb v priebehu rozkladných procesov a o postupe šírenia hniloby v živých, hlavne introdukovaných drevinách, sú naše znalosti skromnejšie (TICHÝ, 1975; KIM a MORRELL, 1998 a iní).

2.5 DEGRADÁCIA DREVA PAGAŠTANA KONSKÉHO DREVOKAZNÝMI HUBAMI

Rozkladné procesy a hniloby dreva spôsobujú drevokazné huby (RYPÁČEK, 1957). Pre mnoho húb je drevo ideálnym substrátom pre rast a rozširovanie, a preto hniloby drevín predstavujú vážny problém pri zakladaní a udržiavaní výsadiieb drevín v urbanizovanej krajine (GÁPER, 1997). Drevo napadnuté drevokaznými hubami sa sfarbuje do tmavohneda alebo do biela, a tak termíny hnedá hniloba a biela hniloba zavedené Hartigom (RYPÁČEK, 1957) sa používajú dodnes. Hýfy prerastajúce drevo svojou činnosťou rozkladajú buď celulóзовú (polysacharidickú) zložku alebo okrem nej svojimi enzýmami využívajú aj lignín.

Podľa Rypáčka (RYPÁČEK, 1957), na základe rôznych hľadísk, rozlišujeme niekoľko typov hnilôb. Drevo napadnuté **lignínovornou** hubou je zo začiatku svetlejšie, aj keď častokrát v prvých etapách rozkladu nadobúda prechodne tmavšie tóny. Drevo sa väčšinou nápadne líši od dreva narušeného celulóзовornou hubou. Niekedy drevo rovnomerne belie v celej časti, inokedy má len svetlé pruhy, alebo sa rozkladá tak, že sa v ňom tvoria nápadné komôrky vyplnené niekedy bielou, nerozloženou celulóзou. Nakoniec je drevo mäkké až drobivé, stráca na hmotnosti, nestráca na objeme, a preto sa kockovito netrhá. Dochádza ku koroziívnemu rozkladu dreva, ktorý označujeme ako **biela hniloba**, v prípade tvorby nápadných komôrok v dreve ako „**voštinová hniloba**“.

Korozívny typ rozkladu dreva spôsobujú druhy rodov *Inonotus*, *Armillaria*, *Phellinus* a iné, „voštinovú hnilobu“ spôsobuje napr. *Phellinus pini* (Thore) A. Ames.

Lignínovorné huby produkujú súbor enzýmov, ktoré dokážu komplexne rozkladať lignín, celulózu a hemicelulózy. Poradie, intenzita a celkový rozsah rozkladu jednotlivých polymérnych komponentov dreva sú parametre, ktoré viac alebo menej závisia od druhu lignínovornej huby a od substrátových aj vonkajších podmienok. Atak dreva lignínovornými hubami býva často rozmanitý. Existuje viac variácií bielej hniloby dreva, ktoré sa líšia rozdielnou zmenou chemickej a anatomickej štruktúry dreva a aj vizuálnymi makroskopickými črtami (REINPRECHT, 2001).

Drevo napadnuté **celulózovornou** hubou má podľa Rypáčka (RYPÁČEK, 1957) najprv červenkastú až hrdzavočervenú farbu a postupne hnedne uvoľňovaným lignínom. Stáva sa krehké, ľahko lámavé až drobivé, stráca na hmotnosti aj na objeme a často kockovito praská. V neskorších štádiách sa môžu kocky rozpadáť na prach podobný humusu, ktorý sa skladá z nezmeneného lignínu (BLANCHETTE et al., 1990). Dochádza k tzv. destrukčnému rozkladu dreva, ktorý nazývame **červená** alebo **hnedá hniloba**. Takýto typ rozkladu dreva spôsobujú druhy rodov *Coniophora*, *Merulius*, *Gloeophyllum*, *Lentinus* a iné.

Za typický znak hnedej hniloby sa pokladá rozsiahly stupeň degradácie celulózy a hemicelulóz, pri minimálnej degradácii lignínu. Celulózovorné huby zvyčajne disponujú neúplným hydrolytickým enzýmovým aparátom, keďže im väčšinou chýba enzým $\text{exo-1,4-}\beta\text{-glukanáza}$ (REINPRECHT, 1991). Známe sú tiež poznatky, že celulózovorné huby popri totálnom rozklade polysacharidov vedia narúšať aj stavebné jednotky lignínu. HIGHLEY, MURMANIS a PALMER (1985) zistili, že celulózovorná huba môže vytvárať dva fyziologické typy hýf. Prvý typ je schopný degradovať iba polysacharidy a z časti modifikovať lignín, zatiaľ čo druhý typ, s oveľa menšou frekvenciou výskytu, je schopný v lokálnych zónach dreva degradovať a metabolizovať všetky komponenty dreva, vrátane lignínu.

V prírode sa celulózovorné huby vyskytujú v menšom počte ako huby lignínovorné. Napríklad v severnej Amerike z celkového počtu drevokazných húb je iba 6 % takých, ktoré spôsobujú hnedú hnilobu dreva (REINPRECHT, 2001).

V roku 1950 bol pozorovaný špecifický druh hnedej hniloby, charakteristický zvýšeným mäkknutím dreva – **mäkká hniloba**, ktorý sa postupne vyčlenil a začal

determinovať ako tretí hlavný druh hniloby dreva (UNGER A., SCHNIEWIND a UNGER W., 2001). Huby **mäkkej hniloby** rozkladajú drevo živých stromov len vo vlhkom a teplom počasí (hovoríme o **zaparení dreva**) a veľmi vlhké opracované drevo (REINPRECHT 2008). Zaparenie začína od rezných čelných plôch guľatiny a kužeľovito postupuje do kmeňa, kde sa obidva kužele spájajú. Ak je poškodená kôra, začína zaparenie aj odtiaľ. Zaparené drevo viditeľne mení svoju farbu. V prvých etapách je nápadné hnedým sfarbením.

Do rozkladu lignínu je v dreve zapojených veľa enzýmov. Enzymatický rozklad lignínu bez prítomnosti hubového mycélia je však problematický (LANG, ELLER a ZADRAŽIL, 1997). Sekvencia aktivity jednotlivých enzýmov je ovplyvnená genetickými vlastnosťami huby a podmienkami, v ktorých sa huba nachádza (teplota, prítomnosť živín a pod.). Väčšina druhov drevokazných húb v prvých fázach degradácie dreva využíva zásobné látky (škroby, malé množstvo tukov a proteíny) obsiahnuté v dreve, ktoré utilizuje ako prvotný zdroj svojej výživy. Medzi ďalšie potrebné látky patrí dusík, ktorý si huby v prípade nedostatku v dreve obstarávajú z iných zdrojov. Tiež anorganické látky ako fosfor, vápnik, meď, železo a draslík sú pre vývin drevokazných húb nutné (HOLÁŇ a BOBEKOVÁ, 2005).

Podľa toho, či sa v priebehu rozkladu dreva uvoľňuje voda alebo nie, rozlišuje RYPÁČEK (1957) suchú a mokрую hnilobu. Pri **suchej hnilobe** drevo nevylučuje vodu, a preto sa nezvlhčuje. Pôvodcami suchej hniloby sú napr. huby *Coniophora puteana* (Schumacher) P. Karst., *Paxillus panuoides* (Fr.) Fr. a iné. Pri **mokrej hnilobe** sa drevo nápadne zvlhčuje, často sa voda vylučuje aj vo forme viditeľných kvapôčok. Pôvodcom mokrej hniloby je napr. *Serpula lacrymans* (Wolfen) J. Schröt. Podľa toho, ktorá časť dreviny je atakovaná hnilobou, rozlišujeme **koreňovú hnilobu**, **hniloby kmeňov** a **hniloby konárov**. Ak sú infikované rany, hovoríme o **ranových hnilobách**. Rozkladnú činnosť drevokazných húb na skládkach dreva označujeme ako **skládková hniloba**. Hniloba postupuje z vnútra kmeňa k jeho povrchu. Býva spôsobovaná celulózovornými hubami, hlavne druhmi z rodu *Gloeophyllum*. Vo vnútri je drevo rozkladané až na červenohnedú, drobivú hmotu (RYPÁČEK, 1957).

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 bunkovú stenu môže aj enzymaticky rozpúšťať

a vytvoriť v nej kanálik. 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 tracheíd, prestupujú ich lúmenmi, bodkami, dvojbodkami (najľahšie ak sú otvorené), ale aj priamo bunkovou stenou. Jarnými tracheidami hýfy prerastajú ľahšie ako letnými (RYPÁČEK, 1957).

Erózna forma bielej hniloby dreva je charakterizovaná postupným rovnomerným odbúravaním všetkých stavebných komponentov z bunkových stien dreva. Biodegradácia bunkovej steny začína od miesta jej kontaktu s hýfou zo strany lúmenu a prebieha súvisle od vrstvy S_3 cez vrstvy S_2 a S_1 , 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 v zvyškoch dreva dajú identifikovať už iba rohové zóny kontaktujúcich sa buniek (REINPRECHT, 2001).

Typickým vonkajším znakom hnedej hniloby dreva je vznik pozdĺžnych a priečných trhlín. Trhliny sú zjavným výsledkom mechanického oslabenia bunkových stien v dôsledku depolymerizácie alebo úplného rozkladu celulózy. Rozkladným procesom je najviac prístupná S_2 vrstva sekundárnej steny. V pokročilých štádiách hniloby sa v zvyškoch dreva nachádzajú iba spráchnivené amorfné zvyšky, pozostávajúce z pôvodného alebo huminifikovaného lignínu (REINPRECHT, 2001).

Pre jednotlivé druhy húb môžeme určiť jednotlivé **etapy rozkladu dreva**, ktoré spolu s ostatnými znakmi slúžia ako dôležitá diagnostická pomôcka pri determinácii pôvodcu hniloby, predovšetkým v prípadoch, ak nie je k dispozícii plodnica. Už FALCK (in RYPÁČEK, 1957) sledoval postupný rozklad smrekového dreva hubou *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. a rozklad borovicového dreva hubou *Phellinus pini* (Thore) A. Ames. Konštatoval, že rozklad prebieha v nasledujúcich štyroch etapách: najprv sa drevo sfarbuje do fialova v pruhoch, inak zostáva nezmenené, potom sa drevo sfarbuje do svetločervena inak výrazne nezmenené, v tretej etape rozkladu je drevo výrazne červeno sfarbené, má zníženú hmotnosť a pevnosť, hlavne v jarných letokruhoch, v poslednej etape je červenohnedé so svetlejšími sfarbenými pruhmi alebo

ostrovčekmi naplnenými často bielymi vláknami celulózy. Pri rozklade dreva hubou *Serpula lacrymans* (Wolfen) J. Schröt. udáva tieto základné stupne: drevo je najprv slabo sivožlté sfarbené, aj keď má zmenšenú pevnosť jeho lom je ešte vláknitý, v druhej etape je nápadne sivožlté až sivooranžovo sfarbené, ľahké a mäkké, a nakoniec tmavohnedé, lámavé. Lom je lastúrovitý, kockovito sa rozpadá a nemá skoro žiadnu pevnosť. Určovacie pomôcky na determináciu pôvodcov hnilôb, ktoré prihliadajú na tieto znaky, uvádzajú PŘÍHODA (1953), STOLINA et al. (1985), ČERNÝ (1976, 1989), KODRÍK (1983, 1992), KOTLABA (1984), SCHLAG a REINARTZ (2005) a ďalší.

Zvláštnu skupinu tvorí **nápadne sfarbená hmota dreva**, podstatou čoho je činnosť drevosfarbujúcich húb. Huby spôsobujúce toto nápadné sfarbenie väčšinou drevo nenarúšajú, spôsobujú v dreve len farebné škvrny alebo súvisle zafarbené miesta, a tým spôsobujú vzhľadové závady a znižujú hodnotu dreva (REINPRECHT, 1994). RYPÁČEK (1957) popisuje modré, sivé, hnedé, červené, fialové, žlté a zelené zafarbenie.

Postup infekcie dreva a jeho rozkladu hubami z rôznych ekofyziologických skupín prebieha rôznym spôsobom. Na základe tohto postupu môžeme rozlíšiť niekoľko základných typov. **Saprofytické huby** napádajú mŕtve drevo, majú k nemu otvorený prístup. U vyťažených stromov miestom infekcie sú veľké rezné čelné plochy a miesta po odstránení konárov. U odkôrnenej guľatiny, tak ako aj u opracovaného dreva, je hubovej infekcii prístupný celý jeho povrch. U saprofytov poznáme dva typy postupujúceho rozkladu. Prvým je postup z povrchu do vnútra dreva. Huba začína rozkladať drevo na povrchu a postupuje stále viac k stredovým častiam prierezu. Vnútorňa časť dreva je najdlhšie zachovaná. Takto postupujú napr. druhy z rodu *Coniophora* a *Serpula*. Druhý postup je opačný. Nákaza sa do vnútorných častí dostáva trhlinami. Takýto typ rozkladu spôsobujú napr. huby z rodu *Gloeophyllum*, *Antrodia serialis* (Fr.) Donk a iné. **Parazitické a saproparazitické huby** napádajú rastúce živé stromy. Týmto hubám musí byť najskôr umožnený prístup do vnútra kmeňa. Hýfy myxécia väčšinou prenikajú do dreva prostredníctvom poranení.

Zmena farebného priestoru pri degradácii dreva drevokaznými hubami

Farbu dreva určujú jeho chemické zložky. Viac závisí od ich výraznosti, než od celkového hmotnostného alebo objemového podielu. Napríklad celulóza má síce najvyššie percentuálne zastúpenie, ale jej bielu farbu môže prekryť farba extrakčných látok, ktoré zaberajú len malé percento z hmotnosti dreva (POŽGAJ A. et al., 1993).

Nakoľko pri hnedej hnilobe dochádza k rozkladu celulózy a hemicelulóz a pri bielej hnilobe k rozkladu lignínu, vyvolávajú tieto procesy aj farebnú zmenu dreva.

Farbou sa rozumie určitý zrakový vnem, ktorý závisí od spektrálneho zloženia odrážaných svetelných lúčov. Základné atribúty charakterizujúce farbu sú farebný tón, farebná sýtosť a svetlosť (BABIAK et al., 2002; BABIAK, KUBOVSKÝ a MAMOŇOVÁ, 2004). Farbu musíme odmerať a vyjadriť pomocou farebných súradníc v medzinárodnej sústave CIE (Medzinárodná komisia pre osvetlenie). Drevo má schopnosť niektoré svetelné lúče pohlcovať a niektoré odrážať, pričom odrazené lúče majú iné spektrálne zloženie než dopadajúce. Subjektívnosť pri určovaní farby dreva slovným popisom na základe zrakových vnemov odstraňujú objektívne metódy určenia farby a jej odtieňov, ktorými sa zaoberá **kolorimetria**. Na charakteristiku farby dreva sa používa **trichromatická sústava CIE** založená na skutočnosti, že miešaním troch základných svetiel môžeme vyvolať vnem akejkolvek farby. Akúkoľvek „čistú spektrálnu farbu“ vieme rozložiť na základné farebné zložky x, y, z , ktoré nazývame kolorimetrické funkcie kolorimetrického pozorovateľa CIE. Tieto funkcie majú rôznu spektrálnu citlivosť, pričom citlivostné maximum $z(\lambda)$ sa nachádza v modrej zóne spektra, maximum $y(\lambda)$ v zelenej a väčšie maximum $x(\lambda)$ zasa v červenej zóne spektra. Zavedenie trichromatických súradníc umožňuje rovinné zobrazenie v kolorimetrickom trojuholníku CIE. Krivka tvaru podkovy predstavuje krivku spektrálnych farieb (POŽGAJ et al., 1993).

Na komunikáciu o farbe je potrebná ešte jedna premenná a to **svetlosť**, ktorá je ekvivalentom jasú. Pomocou svetlosti môžeme rozlišovať svetlé a tmavé farby. Čím viac svetla predmet odráža, tým je farba svetlejšia. Pre potreby vybudovania vhodného priestoru pre usporiadanie farieb telesa a na preklopenie niektorých obmedzení diagramov chromatickosti, zaviedla CIE dva alternatívne farebné priestory:

CIE 1976 $L^*a^*b^*$ (CIELAB)

CIE 1976 $L^*u^*v^*$ (CIELUV)

Kolorimetrický systém CIELAB vychádza z priestoru XYZ a definuje farby podobným spôsobom ako sú vnímané: L^* merná svetlosť, a^* odtieň medzi červenou a zelenou, b^* odtieň medzi žltou a modrou (BABIAK, KUBOVSKÝ a MAMOŇOVÁ, 2004). Na meranie farieb využívame meracie prístroje, ktoré sa nazývajú – spektrofotometre a kolorimetre (BABIAK et al., 2002). Exotické dreviny zaberajú podstatne väčšiu časť

farebného priestoru (POŽGAJ et al., 1993). Objektívne meranie farby dreva má veľký praktický význam. Pri štúdiu hnilobných procesov je farba dreva jedným z najdôležitejších diagnostických znakov pri určovaní typu a stupňa hniloby.

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 ZASTÚPENIE HNILÔB NA PAGAŠTANE KONSKOM V SÍDLACH SLOVENSKA

Vstupné dáta pre vyhodnotenie zastúpenia hnilôb na pagaštane konskom na Slovensku sme získali vlastným terénnym výskumom v sídlach Slovenska. Údaje o prítomnosti plodníc drevokazných húb na pagaštane konskom sú z 89 mestských a vidieckych sídiel z rokov 1982 – 2000 (GÁPER, 1997; GÁPER a GÁPEROVÁ, nepubl.)

V každom sídle sme pracovali celoplošne jedenkrát v časovom horizonte jeden až štyri dni, v závislosti od veľkosti sídla a zastúpenia drevín v ňom. Prítomnosť hnilôb sme determinovali výhradne len na základe prítomnosti plodníc drevokazných húb. Postupovali sme tak preto, lebo len plodnice nám obyčajne dávajú pomerne rýchlu a presnú možnosť determinácie pôvodcov hnilôb, čo nám súčasne zaručovalo splniť jeden z cieľov: determinovať významných pôvodcov hnilôb.

O každom hodnotenom infikovanom pagaštane konskom vyskytujúcim sa v sídlach Slovenska sme vytvorili vlastný záznam, pozostávajúci z 32 základných údajov. Získané údaje sme zaznamenali do vlastnej databázy AESCULUS HIPPOCASTANUM I na Slovensku (AHS) v programe MS ACCESS 2000 (obr. 1).

Databázu sme prepojili s vektorovými vrstvami v programe GeoMedia Professional, čím sme získali možnosť čítať údaje z databázy. Výsledné digitálne mapy nám umožnili zistiť rozšírenie nami mapovaných údajov o pagaštane konskom na základe rôznych kritérií výberu.

Obr. 1 Štruktúra základných údajov v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM I.

Legenda:

poradové číslo – číslo danej dreveny v databáze DIIDS

cf – podobný na

názov huby ROD, názov huby DRUH, autor, infrataxón, infrataxón2 udávame podľa Marholda a Hindáka (MARHOLD a HINDÁK, eds, 1998)

zaradenie – taxonomické zaradenie do radu

dátum odberu DEŇ, dátum odberu MESIAC, dátum odberu ROK – udávame dátum odberu plodníc drevokaznej huby

názov dreveny ROD, x, názov dreveny DRUH, autorD, infrataxónD, infrataxónD2 po determinácii udávame podľa Marholda a Hindáka (MARHOLD a HINDÁK, eds, 1998)

listnatá/ihličnatá – určíme pri danej drevene

pôvod dreveny – použijeme skratky: EUR = Európa, AMER = Amerika, AZIA, AFR = Afrika, S = juh, N = sever, E = východ, W = západ

priemer d_{1,3} dreveny (cm) sme merali priemerkou Mantax

stupeň poranenia dreveny sme určili výberom malé/stredné/veľké (GÁPER, 1997)

výskyt plodníc – určili sme miesto na strome, kde sa vyskytovali

lokalita O/M – určili sme výberom obec/mesto

názov lokality, okres, ulica, časť mesta – zaznamenávali sme podľa administratívneho členenia Slovenska

nadmorská výška (m n. m.), merali sme prístrojom GPS

cesta/park – určili sme výberom cesta/park

parazit/saprofyt – určili sme výberom parazit/saprofyt

mapovací štvorec udávame vo formáte 00/00 podľa Európskej mapovacej siete (LUČIVIANSKA, 1987)

za správnosť – zodpovedná osoba za správnosť zápisu

count2 – číslo, ktorým je databáza prepojená s digitálnymi mapami

3.2 VÝZNAMNÍ PÔVODCOVIA HNILÔB PAGAŠTANA KONSKÉHO

Determináciu plodníc drevokazných húb sme realizovali bežnými pomôckami a metódami mykologického štúdia.

Výber významných pôvodcov hnilôb sme robili na základe kritérií výberu – filtráciou údajov zaznamenaných v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM I a komparáciou s údajmi Gápera (GÁPER, 1998).

Pri determinácii lesklokôroviek *Ganoderma australe* (Fr.) Pat. a *Ganoderma lipsiense* (Batsch) G. F. Atk. makroskopické a mikroskopické determinačné znaky boli nepostačujúce (SCHLAG a REINARTZ, 2005), a preto sme použili PCR metódu. Experimentálnemu štúdiu sme podrobili čisté kultúry z troch rôznych plodníc (dokladov), o ktorých sme vedeli príslušnosť k niektorému z uvedených druhov. Skúmali sme tieto doklady:

doklad č. 2: mesto Michalovce, park pri Zemplínskom múzeu, 156 m n.m., na báze *Abies cf. nordmanniana* (Stev.) Spach, 3. 11. 1999, leg. I. Zubaľová, det. J. Gáper

doklad č. 3: Malá Fatra, dolina Vyhnaná, 630 m n.m., na kmeni neživého *Fagus sylvatica* L., 5. 11. 1999, leg. J. Gáper, det. S. Gáperová

doklad č. 4: mesto Lučenec, mestský park pri zimnom štadióne, 190 m n.m., na báze kmeňa neznámej dreviny, 10. 11. 1999, leg. K. Molnárová, det. S. Gáperová.

3.3 VYHODNOTENIE VITALITY, VRÁTANE ZDRAVOTNÉHO STAVU A HNILOBY VYBRANÝCH JEDINCOV PAGAŠTANA KONSKÉHO

3.3.1 Výber jedincov a lokalít, hodnotenie vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenológie

Lokality pre detailnejšie štúdium vitality, vrátane zdravotného stavu, fenológie a najmä hnilôb hodnotených pagaštanov konských sme si vybrali z rôznych stupňov environmentálnej regionalizácie Slovenska (KLINDA et al., 2001): Banská Bystrica, Zvolen, Sliač a Dolná Strehová. V rámci sídla sme vybrané dreviny zaradili do kategórií urbánnej vegetácie (do funkčných segmentov) podľa upravenej klasifikácie Supuku (SUPUKA et al., 1991): mestský park (MP), medzibloková sídlisková zeleň (MSZ), zeleň dopravnej tepny (ZDT) a cintorín (C). Počet drevín v sídlach, zaradených do

jednotlivých funkčných segmentov, vybraných pre detailnejšie štúdium vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenológie udáva tab. 1.

Tab. 1 Počet hodnotených pagaštanov konských v jednotlivých funkčných segmentoch sídiel.

Taxón	Lokalita	MP	MSZ	ZDT	C
AH	Banská Bystrica	14	15	33	27
	Zvolen	3	4	7	/
	Sliač	19	2	19	/
	Dolná Strehová	3	8	1	/

Vysvetlivky: MP - mestský park, MSZ - medzibloková sídlisková zeleň, ZDT - zeleň dopravnej tepny, C – cintorín, / - nevyskytuje sa alebo sme nehodnotili, AH – *Aesculus hippocastanum*

V uvedených sídlach na vybraných jedincoch *Aesculus hippocastanum* L. sme v rokoch 2001 – 2005 hodnotili hnilobu, vitalitu, vrátane zdravotného stavu a fenológiu. Výsledky hodnotenia sme zaznamenali do databázy AESCULUS HIPPOCASTANUM II (tab. 2). Záznam o každom študovanom strome pozostáva zo štyroch častí: DREVINA; POLOHA; VŠEOBECNÉ ÚDAJE; VITALITA VRÁTANE ZDRAVOTNÉHO STAVU, HNILOBY a FENOLÓGIE.

Tab. 2 Štruktúra vstupných dát v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM II pre detailnejšie štúdium.

DREVINA

1) číslo záznamu	2) rodové meno	3) druhové meno	4) autor(i)
6) výška dreveniny (m)	7) priemer $d_{1,3}$ (cm)		

POLOHA

10) obec/mesto	11) názov obce/mesta	12) okres	13) NV (m n. m)
14) kategória MZ	15) bližšie určenie lokality	16) charakteristika okolia	
17) zameranie GPS	18) číslo mapovacieho štvorca		

VŠEOBECNÉ ÚDAJE

19) obdobie pozorovania		
20) determinácia	21) číslo fotografie	22) číslo položky

VITALITA VRÁTANE ZDRAVOTNÉHO STAVU, HNILOBY A FENOLÓGIE

23) abiotické škod. činitele	24) biotické škod. činitele	25) spôsob poškodenia
26A) olistenie	26B) olistenie	27A) preschnutie koruny
27B) preschnutie koruny	28A) poranenie kor, km a kon	28B) poranenie kor, km a kon
29) reakcia na poranenie	30) abnormálne javy	31) hniloby a dutiny
a) miesto výskytu	b) veľkosť (dĺžka x šírka x hĺbka)	c) otvorená, skrytá dutina
d) suchá, mokrá hniloba	e) biela, hnedá hniloba	32) pôvodca ochorenia
33) celková vitalita	34) fenofázy	35) fenologické anomálie
		36) poznámky

Legenda:

1) **číslo záznamu** je formátu XX00YY (napr. BB001AH), prvé dve miesta udávajú skratku sídla (BB – Banská Bystrica, ZV – Zvolen, SL – Sliač, DS – Dolná Strehová), ďalšie tri číslice zadávame v poradí ako sme záznam robili, posledné dve miesta sú pre skratku taxónu (AH – *Aesculus hippocastanum*)

2) **rodové meno**, 3) **druhovú meno**, 4) **autor(i)** udávame podľa Marholda a Hindáka (MARHOLD a HINDÁK, eds, 1998)

6) **výšku dreviny** sme merali výškomerom Suunto

7) **priemer dreviny** sme merali priemerkou Mantax

10) **obec/mesto**, 11) **názov obce/mesta**, 12) **okres** sme zaznamenávali podľa administratívneho členenia Slovenska

13) **NV** (nadmorská výška) merali sme ju prístrojom GPS eTrex Vista

14) **kategória MZ** – zaradili sme danú drevinu do jednej z kategórií mestskej zelene: mestský park (MP), medzibloková sídlisková zeleň (MSZ), zeleň dopravnej tepny (ZDT) a cintorín (C), podľa upravenej klasifikácie Supuku (SUPUKA et al., 1991)

15) **bližšie určenie lokality** – názov ulice alebo časti sídla

16) **charakteristika okolia** – bližší opis okolia (napr. trávnatá plocha, pri hlavnej ceste, 1m od asfaltového chodníka a pod.)

17) **zameranie GPS** – súradnice zemepisnej šírky a dĺžky (vo formáte 00° 00,000' / 00° 00,000') miesta výskytu študovaného stromu sme zamerali prístrojom GPS eTrex Vista

18) **číslo mapovacieho štvorca** udávame vo formáte 00/00 podľa Európskej mapovacej siete (LUČIVIANSKA, 1987)

19) **obdobie pozorovania** – udávame mesiac a rok začiatku a konca pozorovania

20) **determinácia** – udávame meno určovateľa dreviny a zapisovateľa údajov v zázname

21) **číslo fotografie** – udávame číslo fotografie danej dreviny

22) **číslo položky** – udávame číslo herbárovej položky dreviny alebo drevokaznej huby, ktoré sme odobrali pre ďalšie pozorovanie a determináciu a číslo vzorky pre laboratórnu analýzu (pH pôdy, pomer C/N)

23) **abiotické škodlivé činitele** – popisujeme tie, ktoré negatívne vplyvajú na drevinu (napr. verejné osvetlenie v korune, koreňové nábehy zaliate asfaltom a pod.)

24) **biotické škodlivé činitele** – zapisujeme biotických škodcov na danej drevine (napr. ploskáčik pagaštanový *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić 1986)

25) **spôsob poškodenia** – hodnotíme u drevín od r. 2003 podľa upravenej metodiky Juhásovej (JUHÁSOVÁ, 2002b). Zapisujeme čísla predstavujúce daný symptóm poškodenia (chýbajúce čísla do upravenej metodiky sme nezaradili, pretože patria symptómom poškodenia, ktoré sme nehodnotili) nasledovne:

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1) Suché tenké konáre | 9) Otvorená rakovinová rana |
| 2) Suché konštrukčné konáre | 10) Zatvorená rakovinová rana |
| 3) Preriedla koruna | 11) Dutina na konároch |
| a) listy malé, len na konci konárov | 12) Dutina na kmeni |
| b) listy bledé, žlté usychajúce, okraje listov suché | 13) Dutina v mieste rozkonárenia |
| 4) Suchý vrcholec | 14) Dutina na báze kmeňa |
| 5) Rana | 16) Pribežná dutina |
| a) na konároch | 17) Uzavretá dutina |
| b) na kmeni | 18) Otvorená dutina |
| c) na báze kmeňa | 20) Nevyvážená koruna |
| 6) Rakovinová rana na konároch | a) šikmo naklonený strom |
| 7) Rakovinová rana na kmeni | b) jednostranne zavetvená koruna |
| 8) Rakovinová rana na báze kmeňa | c) stromy vysadené v skupine |
| | 21) Znížená stabilita |

- 22) a) odlomené konáre
b) odlomené konáre visia v korune
- 23) Jednoduchý zlom konára
- 24) Zlom s rozštípením konára
- 25) Zlom, pri ktorom rozštep zasahuje až do kmeňa
- 27) Drevokazné huby
- 28) Plodnice na konároch
- 29) Plodnice na kmeni
- 30) Plodnice na báze kmeňa
- 31) Huby z rodov: *Nectria*, *Schizophyllum*, *Trametes*, *Phellinus*, *Armillaria*, *Rigidoporus*, *Laetiporus*...
- 31) Suchá hniloba
- 32) Mokrá hniloba
- 35) Tracheomykózne huby
- 36) Škvry na listoch
- 38) Dierkavosť listov: *Clasterosporium*, *Coryneum*, *Cameraria ohridella*
- 39) Múčnatky
- 40) Hrdze
- 41) Černe
- 42) Nezahojené rany, pahýle po odlomených, alebo odpílených konároch
- 43) Úmyselné poškodenie človekom
b) odlamovanie konárov pre dekoratívne účely
c) záseky na kmeni
d) odretá kôra na kmeni
e) poškodenie ohňom
f) orez konárov v blízkosti budov
g) rez konárov pod elektrickým vedením
h) nekvalitné ošetrovanie stromov pri ceste
i) poškodenie kmeňa pri kosení
j) odpílené tenké výmladky na báze kmeňa
- 44) Nekvalitný rez na hlavu
- 45) Nekvalitné ošetrovanie v predchádzajúcich rokoch
a) nekvalitné rezy konárov
b) nekvalitné ošetrovanie rezných rán
- c) nekvalitné ošetrovanie dutiny
- 46) Nesprávny rez
a) vedený pred vetveným krúžkom
b) vedený cez vetvený krúžok
c) nechané dlhé pahýle po rezoch
d) rez nie je vedený čisto
- 49) Živočíšni škodcovia
- 51) Ploskáčik
- 60) Výskyt iných rastlinných taxónov na kmeni a konároch
a) *Viscum album*
b) *Loranthus europeus*
c) machy
d) lišajníky
e) *Hedera helix*
- 64) Vidlicovitá koruna
- 65) Vysoko vyvetvená koruna
- 66) Metlinovitý rast konárov v korune
- 67) Zle založená koruna
- 68) Zdeformovaný kmeň
- 69) Zdeformované konáre, vzájomné trecie rany sú mechanicky poškodené
- 70) Hrozí rozlomenie koruny
- 72) Malolistosť
- 74) Na rezných ranách sú drevokazné huby, robí sa dutina, hnilobný proces
- 75) Pahýľ
- 76) Odlupuje sa kôra na napadnutej časti
- 77) Strom nemá dobré podmienky na rast
- 78) Spodné zatienené konáre sú suché
- 79) V podraсте je veľké množstvo burinných drevín
- 80) Na báze kmeňa a na kmeňoch je veľké množstvo výmladkov
- 85) Solitér
- 86) V korune stromu sú zviazané konáre
- 87) Výskyt kalusu na ranách
a) úplný
b) čiastočný
- 88) Odlomený vrcholec
- 89) Predčasný opad listov

26A) **olistenie** – stupeň straty olistenia, udávame podľa Pejchala (PEJCHAL, 1994). Hodnotíme stratu olistenia, vzhľadom ku stavu, ktorý je charakteristický pre daný taxón v optimálnych podmienkach stanovišťa od juvenilnej fázy po fázu zrelosti, kedy sa ešte neobjavujú príznaky zníženej vitality v dôsledku starnutia. Stratu olistenia vyjadrujeme pomocou stupnice:

stupeň strata olistenia (% z celkovej plochy listov)

0	0 – 10 %
1	11 – 25 %
2	26 – 60 %
3	61 – 90 %
4	91 – 100 %

26B) **olistenie** hodnotíme popisne (napr. žltnutie a skrúcanie listov, chloróza)

27A) **preschnutie koruny** – stupeň preschnutia koruny udávame podľa Pejchala (PEJCHAL, 1994). Hodnotíme porovnaním s nepostihnutou časťou koruny. Preschnutie koruny vyjadrujeme stupnicou:

stupeň

- 0 žiadne preschnutie
- 1 viac-menej rovnomerné preschnutie korunového plášťa, preschnuté 1 až 2 – ročné výhonky, postihnutých maximálne 20 % z koruny
- 2 viac-menej rovnomerné vysychanie slabších 3 a viac ročných konárov, redukcia korunového plášťa do 50 %
- 3 odumierajú časti hlavných konárov a teda celé časti koruny, redukcia koruny viac ako 50 %
- 4 mŕtvy strom

27B) **preschnutie koruny** hodnotíme popisne (napr. veľa ulomených konárov)

28A) **poranenie koreňa, kmeňa a konárov** – stupeň poranenia koreňa, kmeňa a konárov udávame podľa Pejchala (PEJCHAL, 1994). Hodnotíme poranenie rôzneho pôvodu, ktoré spôsobí, že príslušné miesto lyka a dreva stratí svoju vodivú funkciu a má veľký význam pre fyziologickú vitalitu dreviny. Dôležitá je veľkosť postihnutého miesta na strome. Poranenie klasifikujeme stupnicou:

stupeň poškodenia

- 0 bez poškodenia
- 1 poškodenie do 15 % obvodu kmeňa
- 2 poškodenie do 30 % obvodu kmeňa
- 3 poškodenie do 50 % obvodu kmeňa
- 4 poškodenie nad 50 % obvodu kmeňa

28B) **poranenie koreňa, kmeňa a konárov** hodnotíme popisne (napr. mrazová trhlina na kmeni)

29) **reakcia na poranenie** – hodnotíme a popisujeme tvorbu kalusu na okraji rán

30) **abnormálne javy** – zaznamenávame ich výskyt, ale nemusia vždy znamenať zníženie vitality (napr. druhé kvitnutie)

31) **hniloby a dutiny** zapisujeme, či sa na drevine nachádzajú, resp. nenachádzajú; ak sa hniloba a dutina na drevine nachádza popisujeme:

a) **miesto výskytu**

b) **veľkosť** (dĺžka x šírka x hĺbka v cm)

vyberáme z možností:

- c) **otvorená, skrytá** dutina
- d) **suchá, mokrá** hniloba
- e) **biela, hnedá** hniloba

32) **pôvodca ochorenia** – zaznamenáme názov taxónu v prípade, že sa na strome vyskytuje drevokazná huba, ktorú determinujeme

33) **celková vitalita** – stupeň celkovej vitality udávame podľa Pejchala (PEJCHAL, 1994) takto:

0 optimálna

Stromy bez poškodenia, alebo len s malými odchýlkami od normálneho stavu, s predpokladom dlhodobého zachovania tohto stavu.

1 mierne znížená

Stromy sú mierne poškodené, vykazujú mierne odchýlky od normálneho stavu. Niektoré mierne odchýlky nemusia vždy znamenať skutočný pokles vitality, môžu byť vyvolané klimatickou zmenou.

2 stredne znížená

Stromy sú výrazne poškodené, vykazujú výrazné odchýlky od normálneho stavu, existencia stromov nie je bezprostredne ohrozená. Po odstránení alebo obmedzení negatívneho vplyvu vonkajšieho prostredia možno očakávať pri mladších a stredne starých stromoch zlepšenie.

3 silne znížená

Stromy sú veľmi silne poškodené, vykazujú veľmi veľké odchýlky od normálneho stavu. Ich existencia je ohrozená bezprostredne alebo v priebehu krátkeho obdobia.

4 žiadna

Stromy sú bez prejavov fyziologickej vitality, prípadne vyvrátené alebo zlomené.

34) **fenofázy** – hodnotíme stupňom 0, 1 alebo 2

Pozorovali sme nástup, dobu trvania a ukončenia fenofáz: I. nalievanie púčikov, II. rašenie púčikov, III. začiatok olistenia, IV. všeobecné olistenie, V. začiatok kvitnutia, VI. všeobecné kvitnutie, VII. začiatok odkvitania, VIII. všeobecné odkvitnutie, IX. začiatok tvorby budúcoročných púčikov, X. začiatok dozrievania plodov, XI. všeobecné dozrievanie plodov, XII. začiatok jesenného prefarbovania listov, XIII. všeobecné jesenné prefarbenie listov, XIV. začiatok opadávania listov, XV. všeobecný opad listov.

- 0 priradíme ak všetky fenofázy prebehli v norme
- 1 priradíme ak aspoň jedna z fenofáz I, II, III, IV, IX, XII, XIV, XV neprebehla v norme
- 2 priradíme ak neprebehli fenofázy V, VI, VII, VIII, X a XI

35) **fenologické anomálie** – popisne zaznamenávame anomálie pri fenologických pozorovaniach (napr. kvety len na slnečnej strane)

36) **poznámky** – zaznamenávame dáta, ktoré nemožno zaradiť ani do jedného z predchádzajúcich údajov a myslíme si, že je nutné na ne upozorniť. V prípade, že sme robili pôdne charakteristiky zaznamenávame ich do poznámky.

Pôdne charakteristiky a ich vplyv na vitalitu študovaných drevín sme zisťovali a porovnávali u konkrétnych jedincov. Jedince, pri ktorých sme odoberali pôdu na analýzu pH, boli vybrané náhodne. Celkovo sme odobrali:

v okolí *Aesculus hippocastanum* 29 vzoriek na analýzu pH, 13 vzoriek na analýzu pomeru C/N.

Pôdne sondy sme odoberali manuálne, kovovým valcom do hĺbky 15 cm vo vzdialenosti 20 cm od stromu. Pôdne analýzy boli robené v laboratóriách Výskumného ústavu trávnatých porastov a horského poľnohospodárstva v Banskej Bystrici. Výsledky analýz sme zaznamenali do tabuľkového prehľadu, kde porovnáваме celkovú vitalitu stromu s výsledkami pôdnych charakteristík.

3.3.2 Spracovanie výsledkov hodnotenia vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenológie

Hodnotili sme jednotlivé dreviny **z hľadiska stupňa poškodenia** v danom funkčnom segmente urbánnej vegetácie. Vypočítali sme priemerné hodnoty výšky drevín a priemerné hodnoty priemeru $d_{1,3}$ v daných funkčných segmentoch.

Celkovú vitalitu pagaštanov *Aesculus hippocastanum* sme vyhodnotili v tabuľkách a graficky, udávame počty študovaných jedincov v danom stupni vitality.

Hodnotenie kvality drevín **na základe ukazovateľov vitality v rôznych funkčných segmentoch** sme robili na základe posúdenia vizuálnych znakov. Jednotlivým ukazovateľom z databázy AESCULUS HIPPOCASTANUM II: 26A) olistenie, 27A) preschnutie koruny, 28A) poranenie koreňových nábehov, kmeňa a konárov a 33) celková vitalita, sme priradili stupeň 0 – 4, tak ako uvádzame v tab. 2.

Z uvedených charakteristík sme vypočítali kvalitatívny index, upravený podľa Supuku (SUPUKA et al., 1991) pre dreviny v daných funkčných segmentoch sídla podľa vzťahu:

$$Q_n = \frac{\sum A_i \cdot x_i + \sum B_i \cdot x_i + \dots + \sum N_i \cdot x_i}{\sum x_i}$$

A_i - N_i – druh a charakter hodnotenia znaku i -tej kvality

Q_n – index kvality n -tej dreviny

x_i – počet drevín hodnotených na danej lokalite

Hodnotené dreviny sme pre danú kategóriu na základe kvalitatívneho indexu zaradili do stupňov poškodenia (triedy rozkladu): najmenej poškodené dreviny, stredne poškodené dreviny, silne poškodené dreviny.

Prítomnosť **hniloby** sme hodnotili podľa znakov 31) a) b) c) d) e), 32) uvedených v tab. 2. Určovali sme, či prítomnosť hniloby je spojená s tvorbou dutín, miesto ich výskytu a ich veľkosť (dĺžka x šírka x hĺbka v cm). Rozlišovali sme otvorenú a skrytú dutinu, suchú a mokrá hnilobu a bielu a hnedú hnilobu. Hodnotili sme popisne. Štatisticky sme porovnávali hnilobu s vitalitou zdravých jedincov a hnilobou napadnutých jedincov.

Fenologické pozorovania sme robili u každej dreviny jedno vegetačné obdobie. Pozorovali sme nástup, dobu trvania a ukončenia fenofáz. Zaznamenávali sme anomálie, výsledky sme hodnotili popisne.

3.4 DISTRIBÚCIA HNILOBY V ŽIVOM STROME PAGAŠTANA KONSKÉHO V PODMIENKACH IN SITU

Objektom štúdia bol konkrétny strom v parkovom objekte. Hlavnými metódami boli niekoľkoročné kontinuálne pozorovania a následné deštrukčné analýzy vetrom ulomeného kostrového konára.

Priebeh kolonizácie živého stromu drevokaznými hubami sme skúmali na solitérne stojacom exemplári pagaštana konského *Aesculus hippocastanum* L. rastúceho na trávnom stanovišti v Parku Imre Madácha v Dolnej Strehovej, okr. Veľký Krtíš, poloha 48° 14,941'; 19° 29,440'; 171 m n.m., výška stromu 10,9 m, $\varnothing d_{1,3} = 46,8$ cm. Tento jedinec je súčasťou našej Databázy AESCULUS HIPPOCASTANUM II. Kolonizáciu sme skúmali jedenkrát mesačne v r. 1993 – 2005 v podmienkach *in situ*. Postup hniloby sme skúmali deštrukčnou analýzou v júli 2005. K tomuto účelu sme využili vetrom ulomený kostrový konár v oblasti nasadenia koruny. Z tohto konára na viacerých miestach vyrastali ďalšie bočné konáre. Pri analýze sme postupovali nasledovne: 1. rezom sme upravili plochu na kmeni, z ktorej odlomený konár vyrastal, 2. podobne sme rezom upravili bazálnu časť konára, ktorý bol odlomený, 3. odrezali sme bočné konáre, 4. hlavný konár a všetky bočné konáre sme postupne rezali po decimetrových úsekoch, 5. z hlavného konára sme z miest, z ktorých to bolo možné,

pripravili skúšobné telesá veľkosti 50x50x10 mm, 6. rezné plochy a skúšobné telesá sme postupne označovali, vybrúsili a vyhodnotili makroskopicky a lupou (zv. 10x).

3.5 ZMENY FAREBNÉHO PRIESTORU PO DEGRADÁCII DREVA MODELOVEJ DREVINY AESCULUS HIPPOCASTANUM VÝZNAMNÝMI PÔVODCAMI HNILÔB

Pre analýzu farebných zmien dreva po jeho degradácii drevokaznými hubami sme si pripravili skúšobné telesá veľkosti 50x50x10 mm robené tangenciálnym rezom, vyhotovené v dielňach Katedry technickej výchovy FPV UMB v Banskej Bystrici.

3.5.1 Farebné zmeny dreva po degradácii v podmienkach in situ

Porovnávali a merali sme farbu zdravého a infikovaného dreva pagaštana *Aesculus hippocastanum* L. Meranie farebných zmien sme robili v laboratóriu Katedry náuky o dreve DF TU vo Zvolene prístrojom SPEKTROFOTOMETER CM2600d. Meranie bolo robené v kolorimetrickom systéme CIELAB. Jeho farebné súradnice nám umožňujú opísať farbu inej osobe, a tak reprodukovať informáciu o vnímanej farbe. Presný popis farieb sa uskutočňuje tromi nezávislými údajmi v trichromatickom priestore, kde L^* je merná svetlosť, a^* odtieň medzi červenou a zelenou a b^* odtieň medzi žltou a modrou.

Merali sme 25 skúšobných telies zdravého a 25 skúšobných telies infikovaného dreva (= v prirodzených podmienkach hnilobou postihnuté drevo). Výsledné hodnoty farebných súradníc L , a , b sú typické pre konkrétnu vzorku. Na každej vzorke sme robili 10 meraní: 5 meraní na lícnej strane a 5 meraní na rubovej strane skúšobného telesa.

Výsledky meraní farebného priestoru skúšobných telies sme štatisticky vyhodnocovali v programe StatSoft, STATISTIKA, verze 7.

3.5.2 Farebné zmeny dreva v iniciálnych štádiách degradácie v podmienkach in vitro

Skúšobné telesá *Aesculus hippocastanum* L. sme degradovali v laboratórnych podmienkach drevokaznými hubami *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f., *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat. a *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát.

Experimentálne práce sme realizovali v Laboratóriu experimentálnej mykológie Katedry biológie a ekológie FPV UMB v Banskej Bystrici. Huby sme izolovali štandardnými experimentálnymi metódami na 2% sladinový agar a Czapek Doxov agar (dodáva Imuna Šarišské Michaľany). Očkovali sme 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. Živné pôdy sme sterilizovali za štandardných podmienok v autokláve PS 20/A.

Čisté kultúry sme izolovali z týchto plodníc drevokazných húb, získaných pri terénnom výskume:

***Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f.**

Lokalita: obec Dolná Strehová, park I. Madacha, 171 m n.m., na kmeni *Aesculus hippocastanum* L., 31.08.2005, leg. S. Gáperová

***Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát**

Lokalita: obec Dolná Strehová, park I. Madacha, 171 m n.m., na kmeni *Aesculus hippocastanum* L., 31.08.2005, leg. S. Gáperová

***Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat.**

Lokalita: mesto Sliač, kúpeľný park, 303 m n.m., na kmeni *Aesculus hippocastanum* L., 10. 09.2005, leg. S. Gáperová

Do Kolleho baniek sme naliali po označenú rysku živnú pôdu, do 10 Kolleho baniek sladinový agar a do 10 Kolleho baniek Czapek Doxov agar. Kultivácie sme realizovali po dobu 1 mesiaca (kým sa mycélium dostatočne nerozrástlo). Na rozrastené mycélium v Kolleho bankách sme sterilne vložili pripravené skúšobné telesá (vzorky) na degradáciu. Pred degradáciou sme ich zvažili a povrchovo vysterilizovali. Proces degradácie dreva trval 60 dní. Po uplynutí tejto doby sme skúšobné telesá povrchovo očistili a vysušili v laboratórnej sušiarni do konštantnej hmotnosti.

Po ich degradácii sme merali variabilitu farebného priestoru v prostredí L*a*b* takto:

- 19 skúšobných telies *Aesculus hippocastanum* po degradácii drevokaznou hubou *Fomes fomentarius*, na každom z nich sme robili 10 meraní: 5 meraní na líčnej strane a 5 meraní na rubovej strane. Z toho 11 skúšobných telies sme analyzovali aj pred degradáciou.
- 12 skúšobných telies *Aesculus hippocastanum* po degradácii drevokaznou hubou *Spongipellis spumeus*, na každom z nich sme robili 10 meraní: 5 meraní na líčnej strane a 5 meraní na rubovej strane. Z toho 8 skúšobných telies bolo aj na analýze pred degradáciou.
- 8 skúšobných telies *Aesculus hippocastanum* po degradácii drevokaznou hubou *Trametes hirsuta*, na každom z nich sme robili 10 meraní: 5 meraní na líčnej strane a 5 meraní na rubovej strane. Všetky skúšobné telesá boli aj na analýze pred degradáciou.

Výsledky meraní farebného priestoru degradovaného dreva sme porovnávali a štatisticky vyhodnocovali v programe StatSoft, STATISTIKA, verze 7.

3.5.3 Mikroskopická analýza degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* hubou *Fomes fomentarius*

Drevo *Aesculus hippocastanum* degradované hubou *Fomes fomentarius* sme podrobili mikroskopickej analýze. Študovali sme zmeny v anatomickej stavbe dreva. Pre elektrónovú mikroskopiu sme vyhotovili pozdĺžne a priečne rezy z rôznych zón skúšobného telesa. Preparáty boli pred pozorovaním pokovené. SEM pozorovania boli robené v Laboratóriu elektrónovej mikroskopie Katedry náuky o dreve na DF TU vo Zvolene.

4 VÝSLEDKY

4.1 ZASTÚPENIE HNILÔB PAGAŠTANA KONSKÉHO V SÍDLACH SLOVENSKA A VÝBER VÝZNAMNÝCH PÔVODCOV HNILÔB

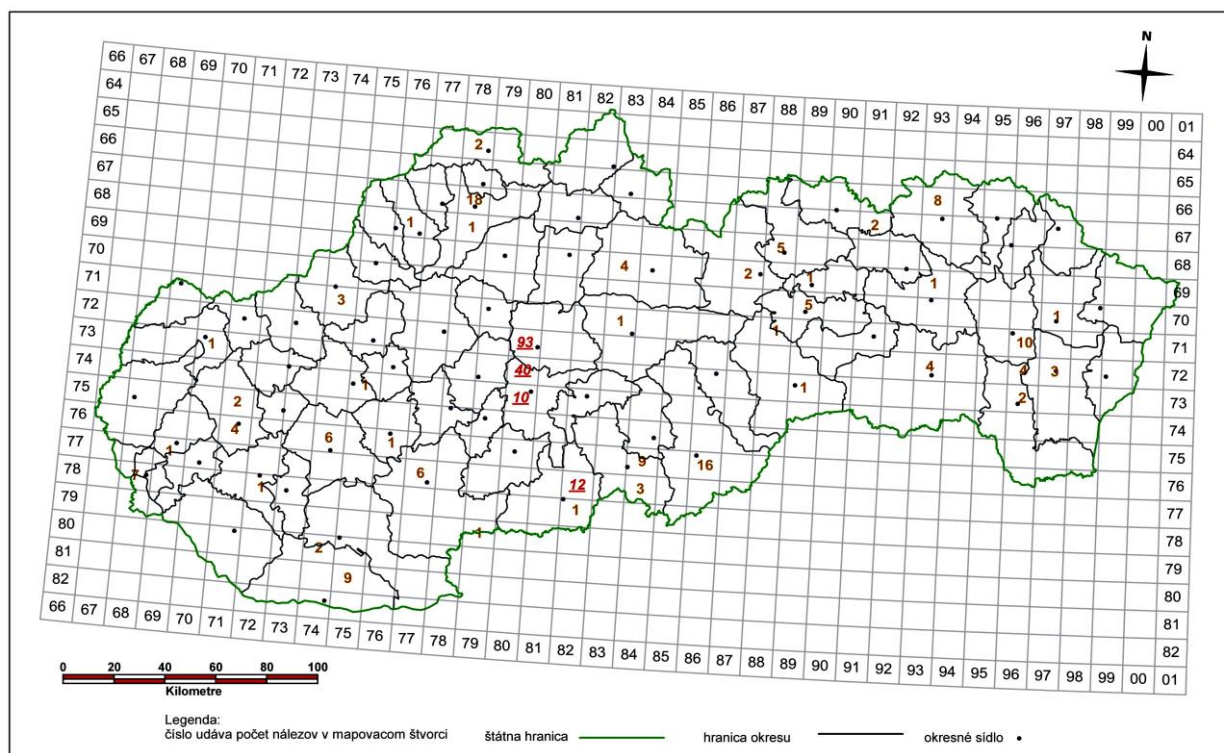
Na základe výsledkov výskumu infikovaných introdukovaných drevín v sídlach Slovenska, evidovaných v Databáze infikovaných introdukovaných drevín Slovenska DIIDS (GÁPER, TRHAN a GÁPEROVÁ, 2009; GÁPEROVÁ, TRHAN a GÁPER, 2009), najčastejšie infikovanou introdukovanou drevinou na Slovensku je pagaštan konský *Aesculus hippocastanum* L.

Na pagaštane *Aesculus hippocastanum* L. sme v sídlach Slovenska zaznamenali 150 nálezov drevokazných húb. Komplexné záznamy o každom infikovanom jedincovi *Aesculus hippocastanum* L. sú zaznamenané v databáze *AESCULUS HIPPOCASTANUM I a II* (obr. 1, tab. 2). Zaznamenané drevokazné huby patria k 31 taxónom (tab.3). Ich výskyt je zaznamenaný na obr. 2 hnedou farbou v mapovacom štvorčeku. K významným pôvodcom hnilôb zaraďujeme 26 z nich. K významným pôvodcom hnilôb nepatria *Phanerochaete laevis* (Pers.) J. Erikss. et Ryvarden, *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm., *Psathyrella* sp., *Radulomyces confluens* (Fr.) M. P. Christ. a *Gloiothele lactescens* (Berk.) Hjortstam.

Tab. 3 Drevokazné huby na pagaštane *Aesculus hippocastanum* v sídlach Slovenska (výpis z databázy *AESCULUS HIPPOCASTANUM I*).

Taxón	Počet nálezov
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.) P. Karst.	20
<i>Chondrostereum purpureum</i> Pers.	17
<i>Oxyporus obducens</i> (Pers.) Pouzar	16
<i>Cerrena unicolor</i> (Bull.) Murrill	12
<i>Oxyporus populinus</i> (Schumach.) Pouzar	12
<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	11
<i>Fomes fomentarius</i> (L.) Fr.	10
<i>Stereum hirsutum</i> (Willd.) Gray	7
<i>Ganoderma australe</i> (Fr.) Pat.	6
<i>Trametes versicolor</i> (L.) Pilát	5
<i>Phellinus igniarius</i> (L.) Quél.	4
<i>Polyporus squamosus</i> (Huds.) Fr.	4
<i>Phanerochaete laevis</i> (Pers.) J. Erikss. et Ryvarden	2
<i>Ganoderma resinaceum</i> Boud.	2
<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.	2

<i>Psathyrella</i> sp.	2
<i>Radulomyces confluens</i> (Fr.) M. P. Christ.	2
<i>Spongipellis spumeus</i> (Sowerby) Pat.	2
<i>Trametes gibbosa</i> (Pers.) Fr.	2
<i>Ossicaulis lignatilis</i> (Pers.) Redhead et Ginns	1
<i>Daedaleopsis confragosa</i> (Bolton) J. Schröt.	1
<i>Inonotus cuticularis</i> (Bull.) P. Karst.	1
<i>Hypsizygus ulmarius</i> (Bull.) Redhead	1
<i>Gloiothele lactescens</i> (Berk.) Hjortstam	1
<i>Meripilus giganteus</i> (Pers.) P. Karst.	1
<i>Pholiota populnea</i> (Pers.) Kuyper et Tjall.-Berk.	1
<i>Oxyporus</i> sp.	1
<i>Schizopora radula</i> (Pers.) Hallenb.	1
<i>Steccherinum ochraceum</i> (Pers.) Gray	1
<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Pilát	1
<i>Trametes suaveolens</i> (L.) Fr.	1



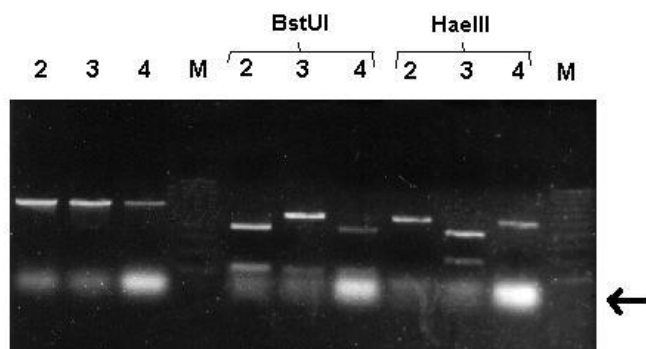
Obr. 2 Infikované jedince *Aesculus hippocastanum* v sídlach Slovenska (prepojenie s databázami).

Vysvetlivky: čísla nepodčiarknuté udávajú celkový počet zaznamenaných infikovaných pagaštanov konských v danom mapovacom štvorci. Čísla podčiarknuté predstavujú počet drevín v danom mapovacom štvorci vybraných na štúdium vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenológie

4.2 DETERMINÁCIA VÝZNAMNÝCH PÔVODCOV HNILÔB

Počas determinačných štúdií pôvodcov vyhnívajúcich dutín vo viacerých prípadoch sa vyskytol problém presnej determinácie niektorých lesklokôroviek, patriacich buď druhu *Ganoderma lipsiense* (Batsch) G. F. Atk. alebo druhu *Ganoderma australe* (Fr.) Pat. Väčšina zberov sa dá odlíšiť mikroskopicky. Bazídiospóry *Ganoderma australe* sú dlhšie a majú vyšší pomer dĺžky bazídiospór k ich šírke. Niektoré zbery sa však nedali odlíšiť ani mikroskopicky. Preto sme zisťovali alternatívnu metódu rozlíšenia sporných zberov. Experimentálnemu štúdiu sme podrobili 3 rôzne plodnice, ktoré sa dali mikroskopicky determinovať.

Genómovú DNA sme izolovali z plodníc metódou využívajúcou pôsobenie mikrovlnného žiarenia. Približne 200 až 500 ng genómovej DNA sa použilo do reakčnej zmesi. Použitím Techne Progene termocyklera (Techne, Cambridge, Veľká Británia) a primerov ITS1 a ITS4 sa vo všetkých dráhach amplifikoval fragment o približne rovnakej veľkosti, čo naznačilo, že môže ísť o príbuzné druhy. Dráha M je štandard molekulových veľkostí. O tom, ako blízko príbuzné sú huby z našich troch dokladov, nám hovoria ďalšie dráhy. Amplifikovaný ITS región sa štiepil reštrikčnými endonukleázami *Bst*UI a *Hae*III. Z profilov štiepenia bolo zrejmé, že prakticky identické sú doklady č. 2 a 4, zatiaľ čo doklad č. 3 patrí inému taxónu (obr. 3). Tým sme potvrdili mikroskopické výsledky, že doklady č. 2 a 4 patria druhu *Ganoderma australe* (Fr.) Pat. a doklad č. 3 je *Ganoderma lipsiense* (Batsch) G. F. Atk. Tak sme dokázali, že v prípade nejednoznačnej makroskopickej a mikroskopickej determinácie týchto dvoch druhov môžeme s úspechom použiť PCR metódu (PRISTAŠ a GÁPEROVÁ, 2001; JÚDOVÁ et al., 2004).



Obr. 3 Výsledky z amplifikácie ITS regiónu skúmaných dokladov.

4.3 HODNOTENIE VITALITY, VRÁTANE ZDRAVOTNÉHO STAVU, HNILOBY A FENOLOGIE VYBRANÝCH JEDINCOV PAGAŠTANA KONSKÉHO

Pre detailnejšie hodnotenie vitality, vrátane zdravotného stavu, hnilôb a fenologických prejavov drevín sme si vybrali 155 jedincov pagaštanov zo sídiel s rôznym stupňom environmentálneho zaťaženia: **Banská Bystrica, Zvolen, Sliač a Dolná Strehová** (na obr. 2 vyznačené červenou).

Zdroje znečistenia na uvedených lokalitách

Hlavnými zdrojmi znečistenia ovzdušia **Banskej Bystrice** je farmaceutický podnik ÚS MV SR Slovenská Ľupča a Smrečina Holding, a.s. v Banskej Bystrici (RONCHETTI 2003, 2004, 2005). Roky pretrvávajúcim problémom v meste je aj znečistenie ovzdušia zápachajúcimi organickými látkami spomínaného farmaceutického závodu. Ďalšími významnými znečisťovateľmi sú drevársky a cementársky priemysel, spaľovňa odpadov F. D. Roosevelta, produkujúca najmä CO₂, a ostatných viac ako 100 bodových zdrojov znečistenia, medzi ktoré patrí veľký počet lokálnych tepelných zdrojov. Vysoká úroveň znečistenia v centre mesta je spôsobená aj značnou intenzitou dopravy.

Pri zhodnotení zdrojov znečistenia ovzdušia na území mesta **Sliač** sme vychádzali zo skutočnosti, že sa v jej priestore nenachádzajú významné zdroje znečistenia, výnimku tvorí letisko Sliač. Z tohto dôvodu sme charakterizovali významné zdroje znečistenia okresu Zvolen, do ktorého, podľa administratívneho členenia, Sliač patrí.

Medzi najvýznamnejších znečisťovateľov ovzdušia okresu **Zvolen** patrí Bučina, a.s., ktorá svojou činnosťou znižuje kvalitu ovzdušia najmä emisiami tuhých látok, NO_x, CO a Zvolenská teplárenská a.s., ktorá sa podieľa na emitovaní tuhých látok, SO₂ a NO_x.

Obec **Dolná Strehová** vo svojom blízkom okolí veľkých znečisťovateľov nemá. Administratívne patrí do okresu Veľký Krtíš, kde najväčším znečisťovateľom ovzdušia je Slovenský plynárenský podnik Slovtransgaz a Baňa Dolina, a.s. (toho času v likvidácii).

4.3.1 Celková vitalita

Na základe výsledkov terénneho výskumu sme zhodnotili celkovú vitalitu študovaných drevín (znak 33 v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM II). Každý drevine sme priradili prislúchajúci stupeň vitality.

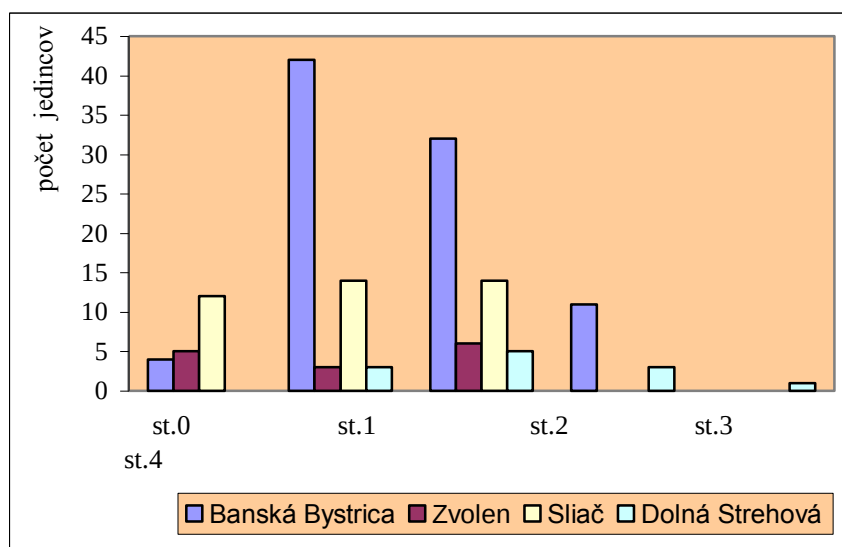
V rámci sídla sme dreviny zaradili do jednotlivých kategórií urbánnej vegetácie (funkčných segmentov): mestský park (MP), medzibloková sídlisková zeleň (MSZ), zeleň dopravnej tepny (ZDT) a cintorín (C).

Počet jedincov *Aesculus hippocastanum* L. v danom stupni vitality v mestách Banská Bystrica, Zvolen, Sliač a v obci Dolná Strehová uvádzame v tab. 4 a na obr. 4.

Tab. 4 Počet pagaštanov *Aesculus hippocastanum* v jednotlivých stupňoch vitality v skúmaných sídlach.

Lokalita	Počet jedincov	Stupeň vitality				
		0	1	2	3	4
Banská Bystrica	89	4	42	32	11	0
Zvolen	14	5	3	6	0	0
Sliač	40	12	14	14	0	0
Dolná Strehová	12	0	3	5	3	1

Vysvetlivky : 0 – optimálna vitalita, 1 – mierne znížená vitalita, 2 – stredne znížená vitalita, 3 – silne znížená vitalita, 4 – žiadna vitalita



Obr. 4 Počet jedincov *Aesculus hippocastanum* v danom stupni (st.) vitality.

Na území mesta Banská Bystrica je najviac pagaštanov *Aesculus hippocastanum* L. s mierne zníženou vitalitou (stupeň 1). Celkovo najzdravšie jedince sú v meste Sliač, kde s optimálnou a mierne zníženou vitalitou je 65 % zo 40 hodnotených stromov a ani jeden nie je v stupni 3 a 4 so silne zníženou a žiadnou vitalitou. Najmenej vitálne sú pagaštany v obci Dolná Strehová, kde sa nenachádza ani jeden zdravý jedinec (stupeň 0) a prevažujú jedince so stredne zníženou vitalitou (stupeň 2). Na tejto lokalite sme zaznamenali aj pagaštan so žiadnou vitalitou (stupeň 4). Pagaštany v meste Zvolen sú približne rovnako zastúpené v stupňoch vitality 0 až 2, t. j. od zdravých až po jedince so stredne zníženou vitalitou, ktorých je najviac (tab. 4, obr.4).

4.3.2 Pôdne charakteristiky

BUBLINEC a GÁPER (1991) a BUBLINEC, MACHAVA a GREGOR (2004) považujú za jeden z prioritných negatívnych faktorov pre rast drevín v mestskom prostredí zmenu pôdných vlastností. Medzi dôležité vlastnosti pôdy, ktoré tu ovplyvňujú rast a produkciu drevín patrí pôdna reakcia, obsah humusu a jeho kvalita, ktoré sme hodnotili aj v našom výskume. **Pôdna reakcia** (pH) je súhrnný ukazovateľ fyzikálneho i biologického stavu pôd. Za optimálnu hodnotu pre rast drevín v sídlach možno považovať hodnoty **pH = 5 – 7**. Ak je **pH < 4**, pôda má nedostatok vápnika, horčíka, ale i ďalších živín, a je tiež bioticky menej aktívna. Ak je **pH > 8,5**, signalizuje to zvýšenú prítomnosť Na^+ v sorpčnom komplexe pôdy. Takáto hodnota pH je pre všetky dreviny toxická. **Obsah humusu** a jeho kvalita má rozhodujúci význam pre úrodnosť pôdy. Je hlavným zdrojom dusíka (až 98 %) a pozitívne ovplyvňuje všetky jej vlastnosti. Z ekologického hľadiska je žiadateľné, aby pomer celkového uhlíka k celkovému dusíku bol v organominerálnom horizonte pod 15. Zásoby sa posudzujú buď podľa celkového obsahu dusíka, alebo tiež aj podľa ekologickej kvality humusu (pomer C/N).

Kritériá hodnotenia pomeru **C/N** v pôde uvádzajú BUBLINEC, MACHAVA a GREGOR (2004) takto:

Zásoby dusíka:	malé	dobré	vysoké
Pomer C/N	> 15	10 – 15	< 10

V našej práci sme hodnotili pri 29 vzorkách pH a pri 13 vzorkách pomery C/N. Výsledky pôdných charakteristík sme porovnávali s vitalitou danej dreviny (tab. 5). Zhodnotili sme, do akej miery pôda ovplyvňuje celkovú vitalitu dreviny.

Z celkovo 29 analýz pH pôdy bolo u pagaštanov *Aesculus hippocastanum* 20 hodnôt v norme a jedince dosahovali vitalitu všetkých stupňov. Hodnoty pH ôsmich analýz boli tesne nad alebo pod optimálnymi hodnotami a jedince boli z troch stupňov vitality (stupne 1, 2, 3). V jednom prípade, na lokalite Zvolen, pH bolo značne znížené a vitalita bola stredne znížená (stupeň 2). Z 13 analýz pomeru C/N bola jedna hodnota nad optimálne rozpätie a jedna hodnota pod optimálne rozpätie. V oboch prípadoch bola vitalita len mierne znížená (stupeň 1).

Tab. 5 Vitalita a pôdne charakteristiky (pH a pomer C/N) vybraných jedincov na skúmaných lokalitách.

	<i>Aesculus hippocastanum</i>		
	stupeň vitality	pH	C/N
Banská Bystrica	0	7,12	
	0	6,90	12,2
	1	6,96	
	1	7,28	
	1	7,03	
	1	6,94	
	1	6,85	
	1	6,80	
	1	6,98	10,64
	1	7,14	16,52
	1	6,79	
	2	6,95	
	2	6,92	
	2	6,94	
	2	7,02	
	3	7,04	11,7
	3	7,04	
	3	7,00	
Zvolen	2	6,12	14,07
	2	3,85	9,12
	2	6,82	

Sliach	2	6,50	10,73
	2	6,96	
Dolná Strehová	1	5,65	8,22
	1	4,82	10,41
	2	6,67	9,40
	3	6,25	12,83
	3	6,97	9,81
	4	5,49	9,52

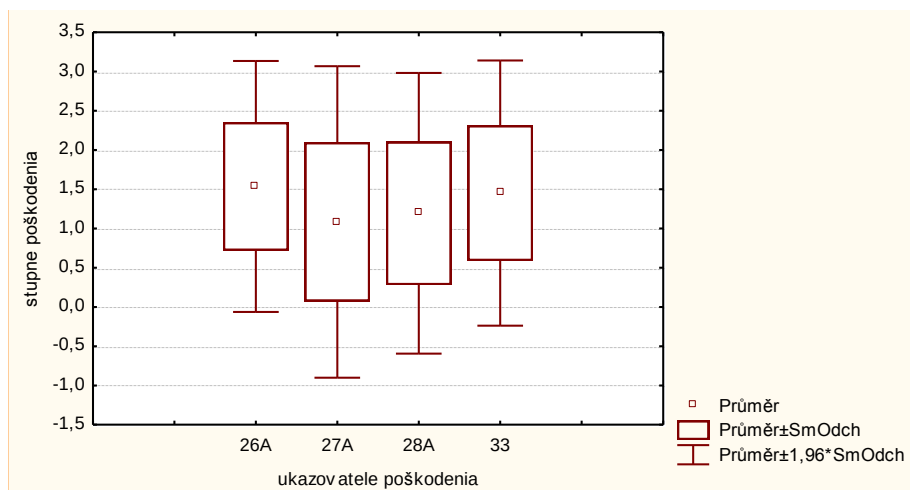
Vysvetlivky : malé odchýlky od optimálnych hodnôt veľké odchýlky od optimálnych hodnôt

Z výsledkov pH analýz pôdy nemožno jednoznačne usudzovať, že jedince so zníženou vitalitou majú aj hodnoty pH pôdy znížené alebo zvýšené. Ale naopak, ak je pH znížené, je znížená aj vitalita. Hodnoty pH boli nižšie ako optimum, a aj stupeň vitality bol znížený (stupeň 2). Z našich výsledkov pomeru C/N nemožno zovšeobecniť výraznejšie súvislosti medzi nameranými hodnotami pomeru C/N a stupňom vitality.

4.3.3 Ukazovatele poškodenia v rôznych kategóriách sídelnej zelene

Výsledky štúdia celkovej vitality vybraných drevín, vrátane pôdných charakteristík, nám podávajú obraz o vitalite vybraných hodnotených drevín na študovaných lokalitách, nie však o konkrétnom poškodení. V ďalšej časti sa detailnejšie zameriame na zhodnotenie ukazovateľov poškodenia týchto drevín.

U 155 jedincov *Aesculus hippocastanum* (z toho z mesta Banská Bystrica 89, zo Zvolena 14, zo Sliacha 40 a z Dolnej Strehovej 12 jedincov) sme zhodnotili na základe štyroch znakov (= ukazovateľov poškodenia) ich zdracotný stav. Hodnotili sme ukazovatele v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM II uvádzané pod znakmi: 26A) olistenie, 27A) preschnutie koruny, 28A) poranenie konárov, kmeňa a koreňov a 33) celková vitalita dreviny, ktorým sme priradili hodnoty stupňa poškodenia 0 až 4, tak ako uvádzame v metodike. Výsledky tohto hodnotenia vidíme na obr. 5. Najvyššie hodnoty, a teda aj najväčšie poškodenie, sme zaznamenali pri ukazovateľovi poškodenia 26A) olistenie.



Obr. 5 Poškodenie pagaštanov *Aesculus hippocastanum* na základe ukazovateľov poškodenia: 26A) olistenie, 27A) preschnutie koruny, 28A) poranenie konárov, kmeňa a koreňov a 33A) celková vitalita dreveny (obojsmerné intervaly spoľahlivosti pre priemerné hodnoty poškodenia 95 %).

Porovnávali sme tiež **stupne poškodenia týchto pagaštanov v rôznych funkčných segmentoch sídlenej zelene**: mestský park, medzibloková sídlisková zeleň, zeleň dopravnej tepny a cintorín. Tiež sme na každej študovanej drevine robili aj dendrometrické merania. Pre daný funkčný segment sme vypočítali priemernú výšku drevín a priemernú hodnotu z priemeru $d_{1,3}$ (tab. 6).

Z výsledkov dendrometrických charakteristík môžeme usudzovať, že **najstaršie** jedince *Aesculus hippocastanum* sú na Sliachi vo funkčných segmentoch mestský park, medzibloková sídlisková zeleň a zeleň dopravnej tepny a v Banskej Bystrici vo funkčnom segmente mestský park. **Najmladšie** jedince sú vo Zvolene v medziblokovej sídliskovej zeleni a v Banskej Bystrici vo funkčných segmentoch zeleň dopravnej tepny a medzibloková sídlisková zeleň.

Hodnotenie stupňa poškodenia pagaštanov v znakoch (= ukazovateľoch poškodenia) 26A) olistenie, 27A) preschnutie koruny, 28A) poranenie konárov, kmeňa a koreňov a 33A) celková vitalita dreveny v rôznych funkčných segmentoch na konkrétnych lokalitách uvádzame v tab. 7.

Na základe hodnôt znakov 26A), 27A), 28A) a 33) sme vypočítali **kvalitatívne indexy** (tab. 8) pre dreveny v danom funkčnom segmente.

Z uvedených hodnôt kvalitatívneho indexu vyplýva, že **najmenej** poškodené sú jedince *Aesculus hippocastanum* vo funkčnom segmente **mestský park** vo Zvolene a v

zeleni dopravnej tepny na Sliači a v Banskej Bystrici a **najviac** poškodené vo funkčnom segmente **medzibloková sídlisková zeleň** v Dolnej Strehovej a **cintorín** v Banskej Bystrici (tab. 8). Celkovo najvitalnejšie a najmenej poškodené pagaštany sú na lokalite Sliač v **medziblokovej sídliskovej zeleni**. Ide však len o dva jedince a preto ich neporovnávame s inými funkčnými segmentami. Najviac poškodený jedinec bol vo funkčnom segmente **mestský park** v obci Dolná Strehová, ktorému sme priradili stupeň „žiadna vitalita“.

Tab. 6 Dendrometrické charakteristiky študovaných pagaštanov *Aesculus hippocastanum* vo vybraných funkčných segmentoch sídelnej zelene.

Dendrologické charak. Funkčné segmenty	výška (m) X ± Sx	priemer d _{1,3} (cm) X ± Sx	výška (m) X ± Sx	priemer d _{1,3} (cm) X ± Sx
	Banská Bystrica		Zvolen	
MP	22,4 ± 3,5	69,4 ± 13,1	15,3 ± 6,0	47,3 ± 15,1
MSZ	13,5 ± 2,2	32,0 ± 11,6	4,7 ± 0,9	14,5 ± 2,9
ZDT	10,1 ± 5,8	35,3 ± 27,6	15,1 ± 3,1	39,5 ± 4,5
C	17,8 ± 2,5	65,5 ± 14,7		
	Sliač		Dolná Strehová	
MP	29,3 ± 2,7	69,1 ± 9,6	17,1 ± 5,3	46,1 ± 27,7
MSZ	25,0 ± 0,0	86,0 ± 11,3	18,3 ± 1,9	68,6 ± 4,8
ZDT	22,7 ± 6,1	66,7 ± 14,3	19,0 ± 0,0	75,0 ± 0,0
C				

Vysvetlivky: MP mestský park, MSZ medzibloková sídlisková zeleň, ZDT zeleň dopravnej tepny, C – cintorín a ☐ v danom funkčnom segmente sa pagaštan konský nenachádzal

Tab. 7 Počet jedincov *Aesculus hippocastanum* v jednotlivých stupňoch (st.) hodnotených znakov 26A) olistenie, 27A) preschnutie koruny, 28A) poranenie koreňa, kmeňa a konárov a 33) celková vitalita na lokalitách v rôznych funkčných segmentoch

znaky funkčný segment	počet jedincov v znaku 26A) olistenie					počet jedincov v znaku 27A)				
	st. 0	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4	st. 0	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4
Banská Bystrica										
MP	1	4	8	1		3	8	3		
MSZ		8	7			3	6	6		
ZDT	10	21	2			17	15		1	
C		5	11	11		2	14	10	1	
Zvolen										
MP		3				2	1			
MSZ	1	2	1			3	1			
ZDT	1	1	2	3		1		5	1	
C										
Sliac										
MP	1	6	12				10	9		
MSZ		1	1			2				
ZDT		8	11			9	8	2		
C										
Dolná Strehová										
MP		1	1	1			2			1
MSZ		3	5				2	6		
ZDT		1					1			
C										
	počet jedincov v znaku 28A) poranenie koreňa, kmeňa a konárov					počet jedincov v znaku 33) celková vitalita				
	st. 0	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4	st. 0	st. 1	st. 2	st. 3	st. 4
Banská Bystrica										
MP	3	7	3	1		1	6	7		
MSZ	5	7		3		1	11	2	1	
ZDT	12	9	8	4		2	21	9	1	
C		15	8	4			4	14	9	
Zvolen										
MP		3				1	1	1		
MSZ	3	1				2	2			
ZDT	1	3	3			1		5	1	
C										
Sliac										
MP	1	12	6			1	7	11		
MSZ	2					2				
ZDT	9	7	1	2		9	7	3		
C										
Dolná Strehová										
MP		1	1		1		1	1		1
MSZ		1	4	3			1	4	3	
ZDT				1				1		
C										

Vysvetlivky: MP - mestský park, MSZ - medzibloková sídlisková zeleň, ZDT - zeleň dopravnej tepny, C – cintorín a ☐ v danom funkčnom segmente sa pagaštan konský nenachádzal

Tab. 8 Kvalitatívne indexy (Qn) drevín v jednotlivých funkčných segmentoch pre *Aesculus hippocastanum*

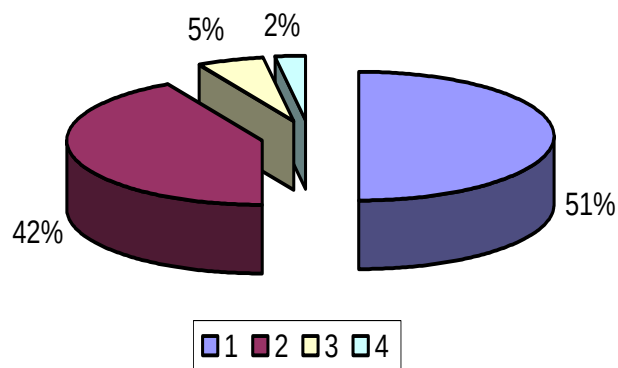
funkčný segment	mestský park				medzibloková sidlisková zeleň				zeleň dopravnej tepny				cintorín			
lokality	Banská Bystrica	Zvolen	Sliač	Dolná Strehová	Banská Bystrica	Zvolen	Sliač	Dolná Strehová	Banská Bystrica	Zvolen	Sliač	Dolná Strehová	Banská Bystrica	Zvolen	Sliač	Dolná Strehová
Qn	5,2	3,3	6,0	8,6	4,9	6,8	1,5	7,9	3,7	7,0	3,7	7,0	7,4			

Vysvetlivky: červená farba – funkčný segment s najmenej vitálnymi drevinami, žltá farba – funkčný segment so stredne vitálnymi drevinami, zelená farba – funkčný segment s najviac vitálnymi drevinami, biela farba – v našich záznamoch sa v danom funkčnom segmente drevo nevykysytujú

4.3.4 Hniloby

Hnilobu sme hodnotili na základe znakov uvádzaných v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM II: 31) hniloby a dutiny, a) miesto výskytu, b) veľkosť (dĺžka x šírka x hĺbka v cm), c) otvorená, skrytá dutina, d) suchá, mokrá hniloba, e) biela, hnedá hniloba. Z celkového počtu 155 záznamov sme u *Aesculus hippocastanum* zaznamenali hnilobu u 72 jedincov. Z toho na kmeni u 59 (na báze kmeňa 11, na kmeni v mrazovej trhline 12, na kmeni 36) jedincov, na konári u 9 a v mieste rozkonárenia u 4 jedincov (obr. 6). Všetky hniloby boli otvorené, často v mieste neošetrených rán (obr. 8,10). Tridsaťšesťkrát sme zaznamenali suchú hnilobu, 21krát mokrá a u 15 jedincov na vyšších miestach v korune sa nedala určiť. Hodnotenie hnedá alebo biela hniloba je obtiažne a vizuálne nepostačujúce, a preto ho neuvádzame. Pri porovnaní celkovej vitality jedincov s hnilobami (priemerná vitalita $x = 1,78 \pm 0,75$, výpočet z databázy) a jedincov bez hniloby (priemerná vitalita $x = 1,16 \pm 0,85$, výpočet z databázy) pozorujeme, že pagaštany s hnilobou majú skôr stredne zníženú vitalitu a pagaštany bez hniloby mierne zníženú vitalitu. Na študovaných pagaštanoch sme zaznamenali plodnice týchto 10 druhov drevokazných húb: *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f., *Ganoderma australe* (Fr.) Pat., *Oxyporus populinus* (Schumach.) Donk, *Perenniporia medulla panis* (Jacq.) Donk, *Pholiota aurivela* (Batsch) P. Kumm, *Schizophyllum commune* Fr. (obr. 9), *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat., *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát, *Trametes versicolor* (L.) Pilát (obr. 7) a *Ustulina deusta* (Hoffm.) Lind.

U všetkých druhov sme zaznamenali po jednom náleze, s výnimkou *Schizophyllum commune* Fr. (4 nálezy). Plodnice na piatich stromoch nebolo možné determinovať, pretože vyrastali vysoko v neprístupných častiach koruny.



Obr. 6 Hniloba na drevinách *Aesculus hippocastanum*.

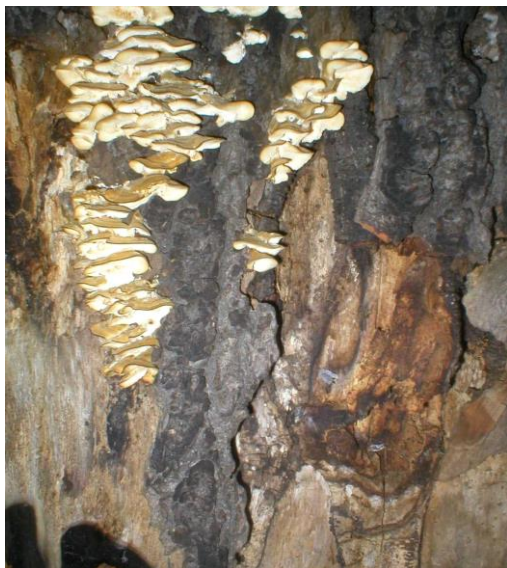
Vysvetlivky: percentuálne zastúpenie drevín 1 – bez hniloby, 2 – hniloba na kmeni, 3 – hniloba na konári, 4 – hniloba v mieste rozkonárenia

4.3.5 Fenologické pozorovania

Zo 155 pozorovaných jedincov *Aesculus hippocastanum* L. prebehli fenofázy bez výrazných zmien u 125 jedincov, ktorým sme priradili stupeň 0. U 9 jedincov sme pozorovali predčasný opad listov, fáza IV. všeobecné olistenie bola narušená, a preto sme im priradili fenologický stupeň 1. Zo študovaných pagaštanov 21 nekvitlo, následne neprinieslo plody, a preto sme im priradili fenologický stupeň 2. U týchto jedincov sme porovnali fenologický stupeň s celkovou vitalitou (tab. 9) a zistili sme, že čím je vyšší fenologický stupeň, tým je viac znížená vitalita. Pri fenologických pozorovaniach sme zaznamenali 83 anomálií, ktoré konkretizujeme v databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM II, údaj 35) fenologické anomálie. Najčastejšie anomálie boli: málo plodov, budúcoročné púčiky malé, plody len vysoko v korune a druhé kvitnutie.

Tab. 9 Porovnanie fenologického stupňa a stupňa vitality.

stupeň fenofázy	priemerný stupeň vitality $\bar{X} \pm S_x$
2	$2,23 \pm 0,62$
1	$2,11 \pm 0,60$
0	$1,27 \pm 0,81$



Obr. 7 *Trametes versicolor* na kmeni pagaštana *Aesculus hippocastanum*, lokalita Banská Bystrica, cintorín.

foto: Svetlana Gáperová, 08.07.2003



Obr. 8 Pagaštan konský *Aesculus hippocastanum*, lokalita Banská Bystrica, cintorín.

foto: Svetlana Gáperová, 08.07.2003



Obr. 9 *Schizophyllum commune* na kmeni pagaštana konského *Aesculus hippocastanum*, lokalita Dolná Strehová, park.

foto: Svetlana Gáperová, 12.09.2004



Obr. 10 Zle ošetrový pagaštan *Aesculus hippocastanum*, lokalita Sliač, kúpeľný park.

foto: Svetlana Gáperová, 04.10.2004

4.4 DISTRIBÚCIA HNILOBY V ŽIVOM STROME AESCULUS HIPPOCASTANUM V PODMIENKACH IN SITU – prípadová štúdia

Študovali sme časovú a priestorovú distribúciu hniloby v živom strome modelovej dreviny v podmienkach *in situ*. Na základe dlhodobějších pozorovaní podávame obraz:

1. o priebehu kolonizácie konkrétneho jedinca pagaštana konského *Aesculus hippocastanum* L. pôvodcami hnilôb na základe terénnych fruktifikačných pozorovaní
2. o priestorovom šírení sa hniloby v jednom z kostrových konárov na základe deštrukčnej analýzy.

Tohto jedinca sme si vybrali preto, že v r. 1993 sme zaznamenali pomerne intenzívny atak bázy kmeňa a blízkeho okolia stromu výkalmi psov, čo pokračovalo aj v nasledujúcich rokoch. Následne, v r. 1996 sa objavili prvé príznaky nekrózy kôry, ktorá sa veľmi rýchlo šírila do ostatných častí stromu. V ostatných troch rokoch 2003 – 2005 strom výrazne presychal (obr. 11), vo februári 2006 bol vypílený.



Obr. 11 Objekt štúdia: *Aesculus hippocastanum* v Parku Imre Madacha v Dolnej Strehovej, okr. Veľký Krtíš.

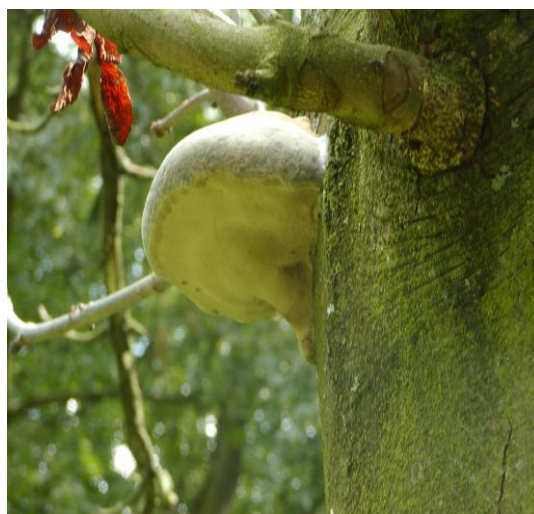
foto: Svetlana Gáperová, 15.08.2005

V r. 1993 – 1998 sme na skúmanom strome nezaznamenali žiadnu fruktifikáciu drevokazných húb. Prvú prítomnosť plodníc sme zaznamenali v r. 1999. Ich prítomnosť v r. 1999 – 2005 uvádzame v tab. 10. Z nej vyplýva, že druh *Schizophyllum commune*

Fr. (obr. 12) začal substrát kolonizovať najneskôr v r. 1999, *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát (obr. 12) v r. 2001 a *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f. (obr. 12) v r. 2005.

Tab. 10 Prítomnosť plodníc (+) a neprítomnosť plodníc (-) pôvodcov hnilôb na skúmanom strome v r. 1999 – 2005.

Rok	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Trametes hirsuta</i>	<i>Fomes fomentarius</i>
1999	+	-	-
2000	+	-	-
2001	+	+	-
2002	+	+	-
2003	+	+	-
2004	+	+	-
2005	+	+	+



Obr. 12 Detail plodníc klanolupeňovky *Schizophyllum commune* (drobné plodnice vľavo), trúdnikovca *Trametes hirsuta* (vľavo väčšie plodnice) na bočnom konári skúmaného hlavného konára a práchnovca *Fomes fomentarius* (vpravo) v korune skúmaného stromu.

foto: Svetlana Gáperová, 14.07.2005

Postup hniloby sme skúmali deštrukčnou analýzou v júli 2005. K tomuto účelu sme využili vetrom ulomený kostrový konár v oblasti nasadenia koruny (obr. 13).



Obr. 13 Konár, skúmaný deštrukčnou analýzou, na báze upravený rezom (dĺžka 472,3 cm, priemer na rezom upravenej bazálnej časti 9,8 cm).

foto: Svetlana Gáperová, 14.07.2005

Analýzou priestorovej distribúcie hniloby v skúmanom konári sme zistili, že vstupnou bránou vniku infekcie drevokaznými hubami boli rakovinové rany, odkiaľ sa hniloba šírila do ostatných častí dreviny (dobře to dokumentuje obr. 14 vpravo), a to až do najtenších bočných konárov. Hniloba nepostupovala z kmeňa do konárov, ale naopak, čo taktiež dobre dokumentuje obr. 14. Rozsah hniloby na reznej ploche v mieste nasadenia skúmaného konára na kmeň je podstatne menší, ako v strednej časti konára.



Obr. 14 Pohľad na reznú plochu s hnilobou uprostred v mieste nasadenia skúmaného konára na kmeň (vľavo) a detail reznej plochy s hnilobou v strednej časti konára s rakovinovou ranou (vpravo).

foto: Svetlana Gáperová, 15.08.2005

4.5 FAREBNÉ ZMENY DREVA PAGAŠTANA KONSKÉHO PO DEGRADÁCII VÝZNAMNÝMI PÔVODCAMI HNILÔB

4.5.1 Farebné zmeny dreva po degradácii v podmienkach *in situ*

Porovnávali sme 25 skúšobných telies (vzoriek) *Aesculus hippocastanum* zo zdravého (obr. 15) a 25 skúšobných telies (vzoriek) z infikovaného dreva (obr. 16), získaného z prirodzených podmienok prostredia.



Obr. 15 Skúšobné telesá (vzorky) zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* z prirodzených podmienok prostredia (vľavo lícna strana, vpravo rubová strana).



Obr. 16 Skúšobné telesá (vzorky) infikovaného dreva *Aesculus hippocastanum* z prirodzených podmienok prostredia (vľavo lícna strana, vpravo rubová strana).

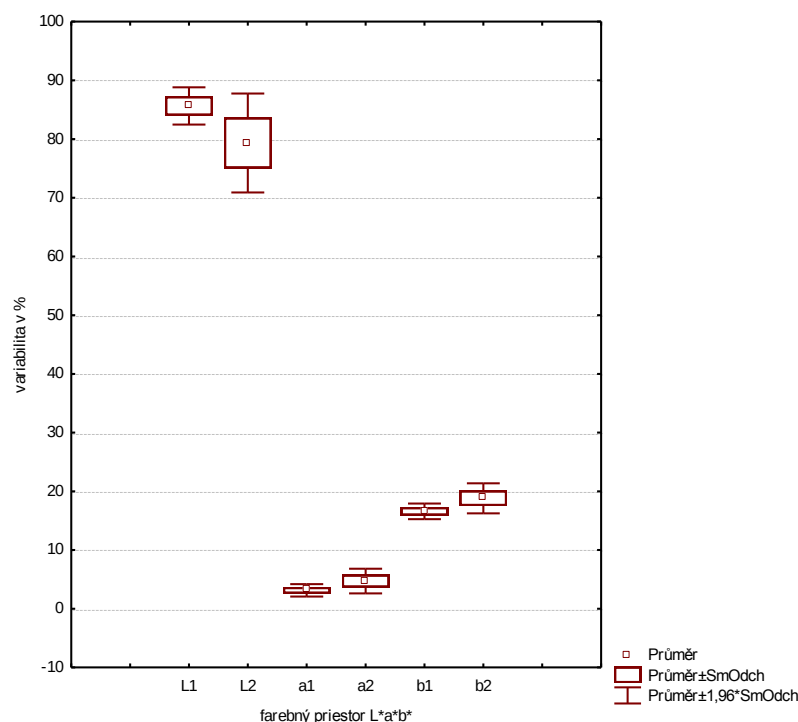
Farebné zmeny sme merali prístrojom SPEKTROFOTOMETER MINOLTA CM2600d. Popis farieb sme uskutočňovali tromi nezávislými údajmi v trichromatickom priestore, kde L^* je merná svetlosť, a^* odtieň medzi červenou a zelenou a b^* odtieň medzi žltou a modrou. Výsledky týchto meraní a porovnanie farebného priestoru zdravého a infikovaného dreva udávajú tab. 11 a obr. 17.

Tab. 11 Porovnanie farebného priestoru zdravého a infikovaného dreva *Aesculus hippocastanum* z prirodzených podmienok prostredia.

Číslo vzorky	L^* (%)	a^* (%)	b^* (%)	Číslo vzorky	L^* (%)	a^* (%)	b^* (%)
	zdravé drevo				infikované drevo		
1 2	84,98	2,56	16,26	2 22	80,96	4,62	18,23
10 22	85,96	2,04	16,49	3 33	81,66	3,97	18,89
1 33	87,38	3,76	15,26	3 (3)	84,82	3,09	16,18
1 (4)	88,43	2,68	16,85	3 22	66,94	7,65	20,47
2 2	84,97	4,10	15,96	4 33	79,35	3,91	17,38
2 (4)	86,63	2,81	16,22	4 (3)	84,09	3,49	16,62
3 (1)	82,22	3,14	18,15	4 22	73,69	6,15	19,73
3 (4)	86,70	3,48	16,74	5 (3)	82,62	3,73	16,72
4 1	85,56	3,69	16,06	6 (3)	78,08	4,55	18,97
4 (1)	85,23	3,55	16,93	7 (3)	77,33	4,84	18,63
4 2	83,92	2,74	16,91	8 2	82,85	3,99	18,44
5 (1)	84,32	3,80	15,63	9 2	82,38	3,97	17,54
6 1	86,34	2,84	17,17	10 2	75,18	5,38	18,14
6 (1)	83,82	2,23	16,99	A1	80,43	4,64	20,85
6 2	86,70	2,95	16,25	A2	79,48	5,05	20,49
6 33	87,65	3,48	16,37	A3	75,75	5,86	19,87
6 (4)	85,82	3,49	16,64	A6	73,39	6,12	18,76
7 (1)	84,29	3,64	17,06	B4	82,74	3,91	18,42
7 2	83,73	2,84	16,15	B5	82,25	4,25	19,45
8 3	86,89	2,42	16,69	B6	76,53	5,48	20,23
8 33	87,77	2,81	15,45	B7	76,97	5,57	20,50
D1	87,73	3,48	17,05	C5	78,97	5,35	19,88

D2	83,92	3,27	17,74	C6	83,54	3,78	18,62
D3	84,29	3,18	17,22	C7	84,08	3,72	18,53
x	85,61	3,15	16,59	x	79,34	4,71	18,81
s_x	1,58	0,53	0,68	s_x	4,29	1,07	1,30
v	1,84	16,28	4,09	v	5,41	22,72	6,93

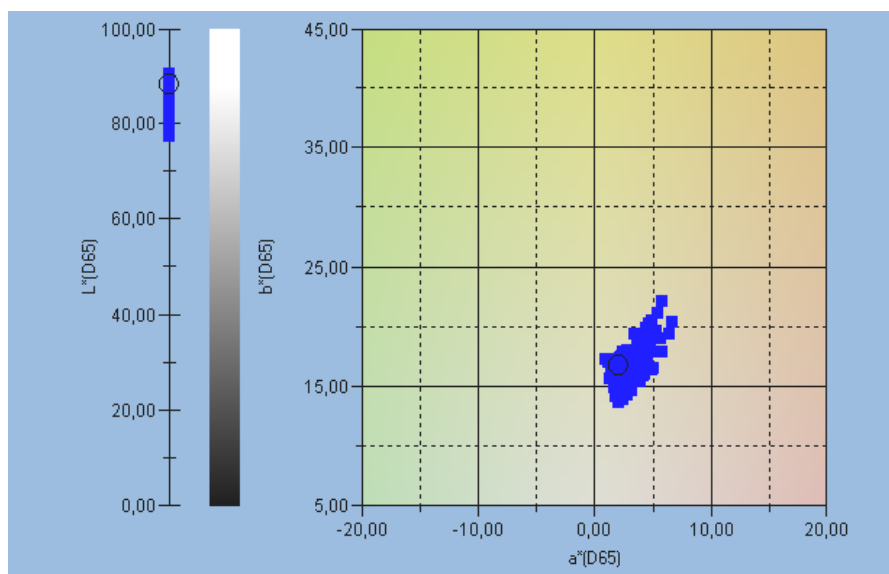
Vysvetlivky: Priemerné hodnoty (v %) farebného priestoru ($L^*a^*b^*$), hodnota pre danú vzorku získaná z 10 meraní každej vzorky, $L1^*a1^*b1^*$ = hodnoty farebného priestoru zdravého dreva, $L2^*a2^*b2^*$ = hodnoty farebného priestoru infikovaného dreva, x = aritmetický priemer z hodnôt všetkých vzoriek, s_x = smerodajná odchýlka, v = variačný koeficient (%)



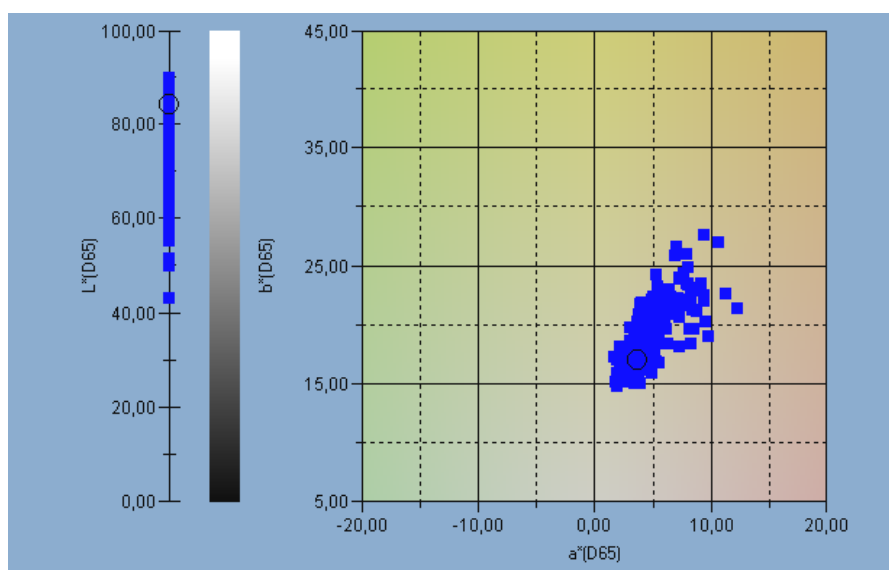
Obr. 17 Obojstranné intervaly spoľahlivosti pre priemerné hodnoty meraného farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) v percentách u zdravého dreva (L1, a1, b1) a infikovaného dreva (L2, a2, b2) *Aesculus hippocastanum* z prirodzených podmienok prostredia.

Výsledky meraní farebného priestoru zdravého a infikovaného sú štatisticky preukázne ($p < 0,05$). Merná svetlosť $L2^*$ infikovaného dreva je percentuálne nižšia, odtiene (a^* odtieň medzi červenou a zelenou a b^* odtieň medzi žltou a modrou) infikovaného dreva sú percentuálne vyššie.

Výsledky analýz farebných zmien tiež poukazujú na väčšiu variabilitu farebného priestoru $L^*a^*b^*$ u infikovaného dreva ako u zdravého dreva. Tento výsledok vidíme na nasledujúcich grafoch (obr. 18, 19).



Obr. 18 Výsledky merania farebného spektra zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* z prirodzených podmienok prostredia.



Obr. 19 Výsledky merania farebného spektra infikovaného dreva *Aesculus hippocastanum* z prirodzených podmienok prostredia.

4.5.2 Farebné zmeny dreva v iniciálnych štádiách degradácie v podmienkach in vitro

Skúšobné telesá *Aesculus hippocastanum* sme degradovali drevokaznými hubami *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f., *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat. a *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát v experimentálnych podmienkach. Použili sme tieto vlastné izoláty:

***Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f.** (obr. 20, 21, 24)

Coll.: S. Gáperová 31.8.2005, Dolná Strehová, *Aesculus hippocastanum* L.; Det.: S. Gáperová; Rev.: J. Gáper; Isol.: S. Gáperová 12.9.2005; pasážované: 14.10.2005, 4.11.2005, 5.1.2006.

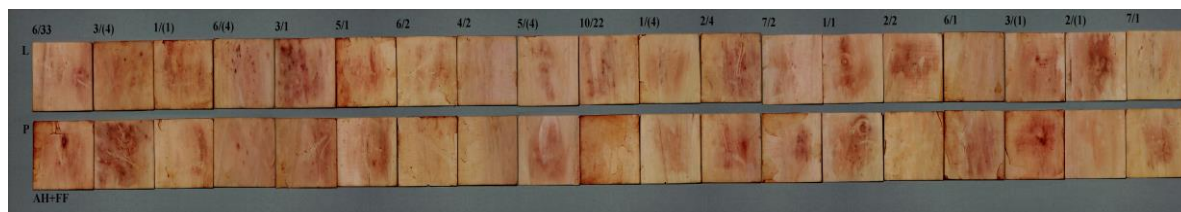
***Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát** (obr. 22)

Coll.: S. Gáperová 31.8.2005, Dolná Strehová, *Aesculus hippocastanum* L.; Det.: S. Gáperová; Rev.: J. Gáper; Isol.: S. Gáperová 12.9.2005; pasážované: 14.10.2005, 4.11.2005, 5.1.2006.

***Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat.** (obr. 23)

Coll.: S. Gáperová 26.10.2005, Sliach, *Aesculus hippocastanum* L.; Det.: S. Gáperová; Rev.: J. Gáper; Isol.: S. Gáperová 7.11.2005; pasážované: 5.12.2005, 5.1.2006.

Degradáciu dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Fomes fomentarius* (obr. 25, 26) sme realizovali v experimentálnych podmienkach v Kolleho bankách. Hodnotili sme 19 skúšobných telies (obr. 20). Na obr. 27 a 28 vidíme prenikanie hýf huby *Fomes fomentarius* anatomickými štruktúrami dreva. Porovnanie výsledkov analýz zdravého a degradovaného dreva udávajú tab. 12 a obr. 29.



Obr. 20 Skúšobné telesá degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Fomes fomentarius* pred meraním farebných zmien.

Vysvetlivky: prvý rad líčna strana skúšobných telies, druhý rad rubová strana



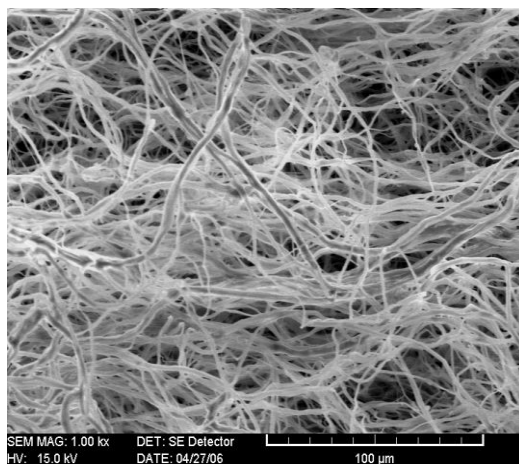
Obr. 21 Mycélium *Fomes fomentarius* izolované z plodnice vyskytujúcej sa na *Aesculus hippocastanum*.
foto: Svetlana Gáperová, 4.11.2005



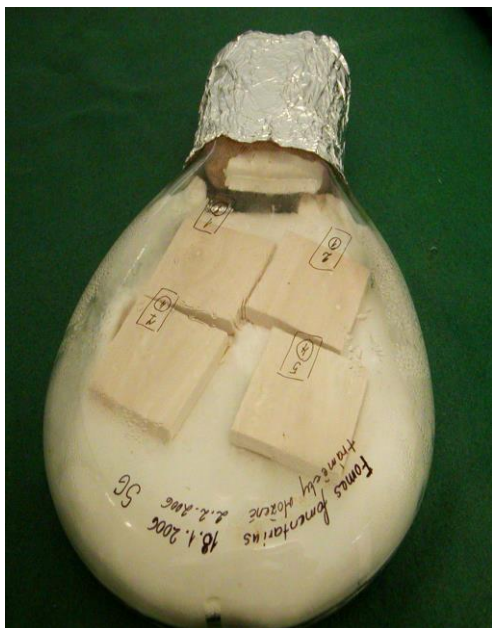
Obr.23 Mycélium *Spongipellis spumeus* izolované z plodnice vyskytujúcej sa na *Aesculus hippocastanum*.
foto: Svetlana Gáperová, 4.11.2005



Obr. 22 Mycélium *Trametes hirsuta* izolované z plodnice vyskytujúcej sa na *Aesculus hippocastanum*.
foto: Svetlana Gáperová, 4.11.2005



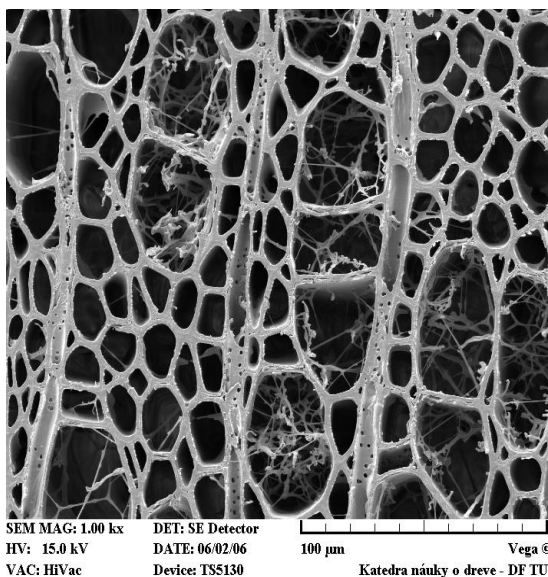
Obr. 24 Mycélium *Fomes fomentarius* v čistej culture.
foto: Miroslava Mamoňová, 27.04.2006



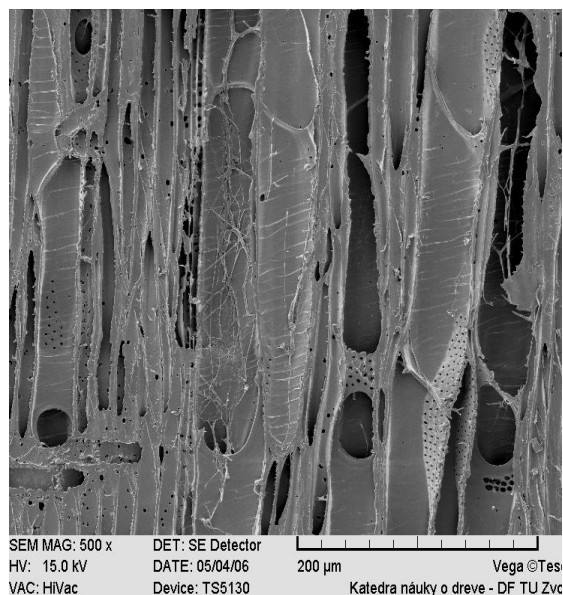
Obr. 25 Skúšobné telesá pagaštana *Aesculus hippocastanum* vložené do Kolleho baniek s čistou kultúrou *Fomes fomentarius* (druhý deň degradácie).
foto: Svetlana Gáperová, 04.02.2006



Obr. 26 Skúšobné telesá pagaštana *Aesculus hippocastanum* vložené do Kolleho baniek s čistou kultúrou *Fomes fomentarius* (60. deň degradácie).
foto: Svetlana Gáperová, 04.04.2006



Obr. 27 Prenikanie hýf huby *Fomes fomentarius* anatomickými štruktúrami dreva *Aesculus hippocastanum* na priečnom reze.
foto: Miroslava Mamoňová, 02.06.2006



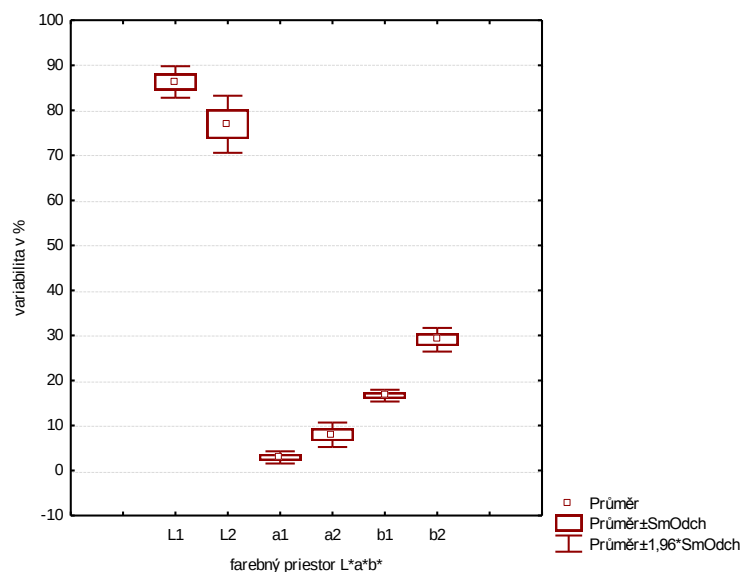
Obr. 28 Prenikanie hýf huby *Fomes fomentarius* anatomickými štruktúrami dreva *Aesculus hippocastanum* na pozdĺžnom reze.
foto: Miroslava Mamoňová, 02.06.2006

Tab. 12 Hodnoty farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) zdravého ($L1, a1, b1$) a degradovaného ($L2, a2, b2$) dreva *Aesculus hippocastanum* hubou *Fomes fomentarius*.

Číslo	$L1^*$ (%)	$a1^*$ (%)	$b1^*$ (%)	$L2^*$ (%)	$a2^*$ (%)	$b2^*$ (%)
vzorky	zdravé drevo			degradované drevo		
6 33	87,65	2,32	16,25	78,31	8,17	29,56
3 (4)	86,70	2,44	16,74	69,37	10,68	30,97
6 (4)	85,63	2,89	16,38	76,02	8,51	29,02
6 2	86,70	2,84	16,99	79,59	7,28	29,78
4 2	85,24	3,53	16,94	80,93	5,17	27,25
10 22	87,96	2,53	16,30	77,61	7,49	30,15
1 (4)	88,90	1,97	15,94	76,71	8,53	27,59
7 2	86,89	2,84	16,80	79,02	6,95	27,35
2 2	84,97	3,73	16,85	77,37	8,82	30,89
6 1	86,34	2,65	15,62	78,01	7,24	30,00
3 (1)	82,22	4,35	18,15	73,02	8,57	28,46
x	86,29	2,92	16,63	76,91	7,95	29,18
s_x	1,79	0,69	0,67	3,23	1,32	1,36
v	2,07	23,63	4,02	4,20	16,62	4,66

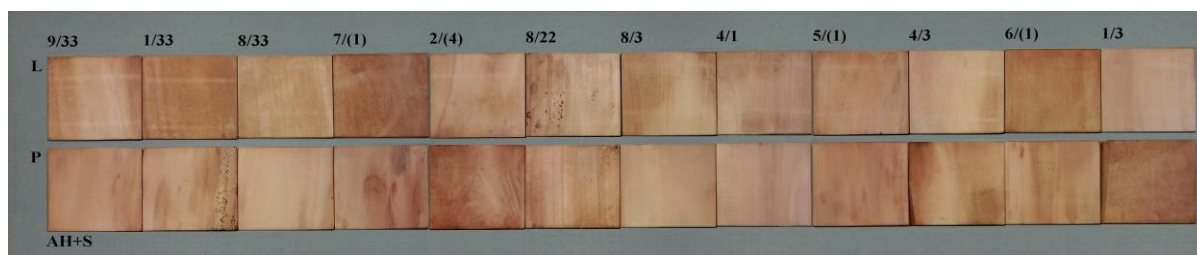
Vysvetlivky: Priemerné hodnoty (v %) farebného priestoru ($L^*a^*b^*$), hodnota pre danú vzorku získaná z 10 meraní každej vzorky, $L1^*a1^*b1^*$ = hodnoty farebného priestoru zdravého dreva, $L2^*a2^*b2^*$ = hodnoty farebného priestoru degradovaného dreva, x = aritmetický priemer z hodnôt všetkých vzoriek, s_x = smerodajná odchýlka, v = variačný koeficient (%)

Rozdiely meraní farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* a degradovaného dreva hubou *Fomes fomentarius* sú štatisticky významné pri hladine $p < 0,05$. Merná svetlosť $L2^*$ degradovaného dreva je percentuálne nižšia, odtiene (a^* odtieň medzi červenou a zelenou a b^* odtieň medzi žltou a modrou) degradovaného dreva sú percentuálne vyššie (obr. 29).



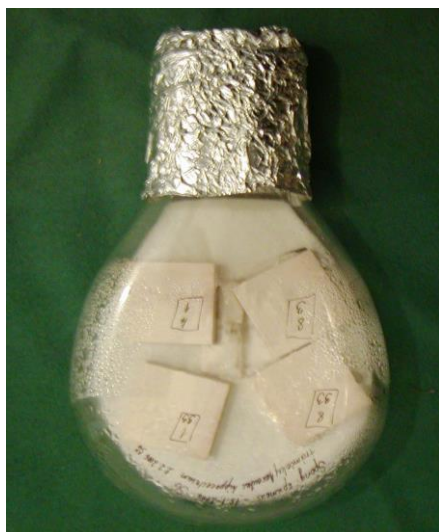
Obr. 29 Obojstranné intervaly spoľahlivosti pre priemerné hodnoty meraného farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) v percentách zdravého dreva (L1, a1, b1) a degradovaného dreva (L2, a2, b2) *Aesculus hippocastanum* hubou *Fomes fomentarius*.

Degradáciu dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Spongipellis spumeus* (obr. 31, 32) sme realizovali na 12 skúšobných telesách (obr. 30). Porovnanie výsledkov analýz zdravého a degradovaného dreva udávajú tab. 13 a obr. 33.



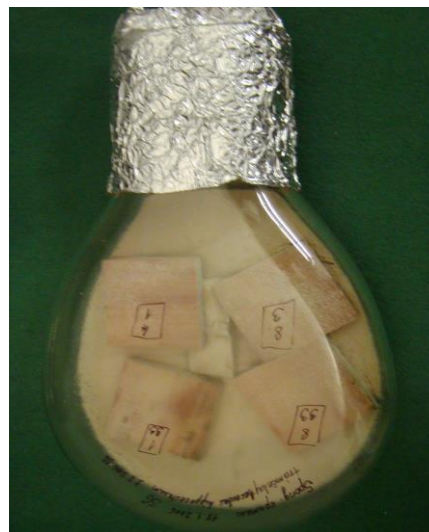
Obr. 30 Skúšobné telesá degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Spongipellis spumeus* pred meraním farebných zmien.

Vysvetlivky: prvý rad lícna strana skúšobných telies, druhý rad rubová strana



Obr. 31 Skúšobné telesá pagaštana *Aesculus hippocastanum* vložené do Kolleho baniek s čistou kultúrou *Spongipellis spumeus* (druhý deň degradácie).

foto: Svetlana Gáperová, 04.02.2006



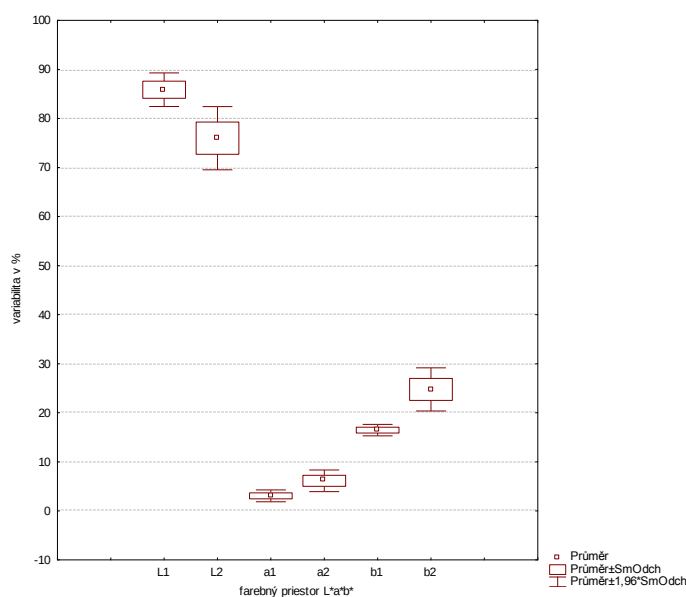
Obr. 32 Skúšobné telesá degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Spongipellis spumeus* (30. deň degradácie).

foto: Svetlana Gáperová, 06.03.2006

Tab. 13 Hodnoty farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) zdravého (L1, a1, b1) a degradovaného (L2, a2, b2) dreva *Aesculus hippocastanum* hubou *Spongipellis spumeus*.

Číslo	L1 * (%)	a1 * (%)	b1 * (%)	L2* (%)	a2* (%)	b2* (%)
vzorky	zdravé drevo			degradované drevo		
1 33	87,39	2,61	16,47	74,38	6,74	27,60
2 (4)	86,63	2,48	15,96	76,69	5,30	26,22
4 1	85,56	3,27	16,06	79,33	5,04	21,10
5 (1)	84,32	3,70	16,91	75,71	6,63	24,87
6 (1)	83,81	3,79	17,17	71,87	7,97	27,36
7 (1)	83,72	3,71	17,06	71,30	7,13	24,57
8 3	87,77	2,38	16,69	78,98	5,12	22,92
8 33	87,73	2,61	15,47	79,64	5,13	23,51
x	85,87	3,07	14,47	75,98	6,13	24,77
s _x	1,75	0,61	0,59	3,28	1,13	2,25
v	2,03	19,93	3,61	4,32	18,40	9,06

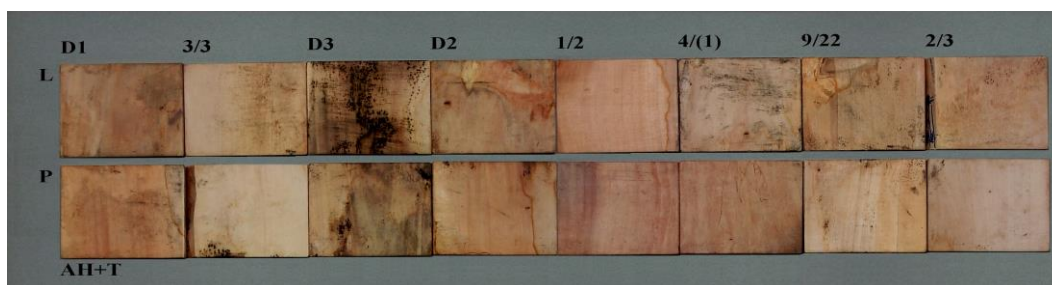
Vysvetlivky: Priemerné hodnoty (v %) farebného priestoru ($L^*a^*b^*$), hodnota pre danú vzorku získaná z 10 meraní každej vzorky, $L1^*a1^*b1^*$ = hodnoty farebného priestoru zdravého dreva, $L2^*a2^*b2^*$ = hodnoty farebného priestoru degradovaného dreva, x = aritmetický priemer z hodnôt všetkých vzoriek, s_x = smerodajná odchýlka, v = variačný koeficient (%)



Obr. 33 Obojstranné intervaly spoľahlivosti pre priemerné hodnoty meraného farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) v percentách u zdravého dreva (L1, a1, b1) a u degradovaného dreva (L2, a2, b2) *Aesculus hippocastanum* hubou *Spongipellis spumeus*.

Rozdiely meraní farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) zdravého a degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* hubou *Spongipellis spumeus* sú štatisticky významné pri hladine $p < 0,05$. Merná svetlosť $L2^*$ degradovaného dreva je percentuálne nižšia, odtiene (a^* odtieň medzi červenou a zelenou a b^* odtieň medzi žltou a modrou) degradovaného dreva sú percentuálne vyššie.

Degradáciu dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Trametes hirsuta* (obr. 35) sme realizovali na 8 skúšobných telesách (obr. 34). Porovnanie výsledkov analýz zdravého a degradovaného dreva udávajú tab. 14 a obr. 36.



Obr. 34 Skúšobné telesá degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Trametes hirsuta* pred meraním farebných zmien.

Vysvetlivky: prvý rad ľavá strana skúšobných telies, druhý rad rubová strana



Obr. 35 Skúšobné telesá degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznou hubou *Trametes hirsuta* (40. deň degradácie).

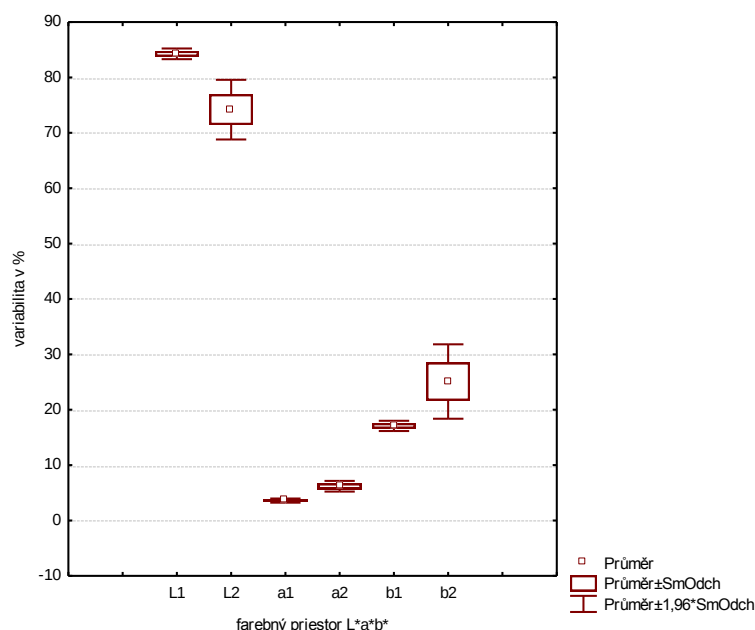
foto: Svetlana Gáperová, 18.04.2006

Tab. 14 Hodnoty farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) zdravého (L1, a1, b1) a degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* (L2, a2, b2) hubou *Trametes hirsuta*.

Číslo vzorky	L1* (%)	a1* (%)	b1* (%)	L2* (%)	a2* (%)	b2* (%)
	zdravé drevo			degradované drevo		
1 2	84,97	3,80	16,62	77,09	6,09	23,98
4 (1)	83,93	3,72	16,94	74,31	5,55	20,87
D1	83,92	3,40	17,05	70,49	6,38	26,80
D2	84,29	3,48	17,74	74,91	6,72	28,74
D3	85,03	3,22	17,22	61,85	5,56	22,54
x	84,27	3,60	17,08	74,20	6,18	25,09
s _x	0,49	0,19	0,47	2,74	0,49	3,42
v	0,63	6,74	2,41	0,58	8,41	12,93

Vysvetlivky: Priemerné hodnoty (v %) farebného priestoru ($L^*a^*b^*$), hodnota pre danú vzorku získaná z 10 meraní každej vzorky, $L1^*a1^*b1^*$ = hodnoty farebného priestoru zdravého dreva, $L2^*a2^*b2^*$ = hodnoty farebného priestoru degradovaného dreva, x = aritmetický priemer z hodnôt všetkých vzoriek, S_x = smerodajná odchýlka, v = variačný koeficient (%)

Poznámka: vzorka D3 bola infikovaná, preto výsledky meraní nezapočítavame do štatistického hodnotenia



Obr. 36 Obojstranné intervaly spoľahlivosti pre priemerné hodnoty meraného farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) v percentách u zdravého dreva (L1, a1, b1) a u degradovaného dreva (L2, a2, b2) *Aesculus hippocastanum* hubou *Trametes hirsuta*.

Rozdiely meraní farebného priestoru ($L^*a^*b^*$) zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* a degradovaného dreva hubou *Trametes hirsuta* sú štatisticky významné pri hladine $p < 0,05$. Merná svetlosť $L2^*$ degradovaného dreva je percentuálne nižšia, odtiene (a^* odtieň medzi červenou a zelenou a b^* odtieň medzi žltou a modrou) degradovaného dreva sú percentuálne vyššie.

4.5.3 Zhrnutie výsledkov farebných zmien dreva po degradácii významnými pôvodcami hnilôb

Dosiahnuté parciálne výsledky merania variability farebného priestoru $L^*a^*b^*$ (L^* – merná svetlosť, a^* – odtieň medzi červenou a zelenou, b^* – odtieň medzi žltou a modrou) na vybraných zdravých, infikovaných a degradovaných skúšobných telesách (vzorkách) pagaštana *Aesculus hippocastanum* (tab. 15, obr. 37) sme navzájom porovnali a zistili sme:

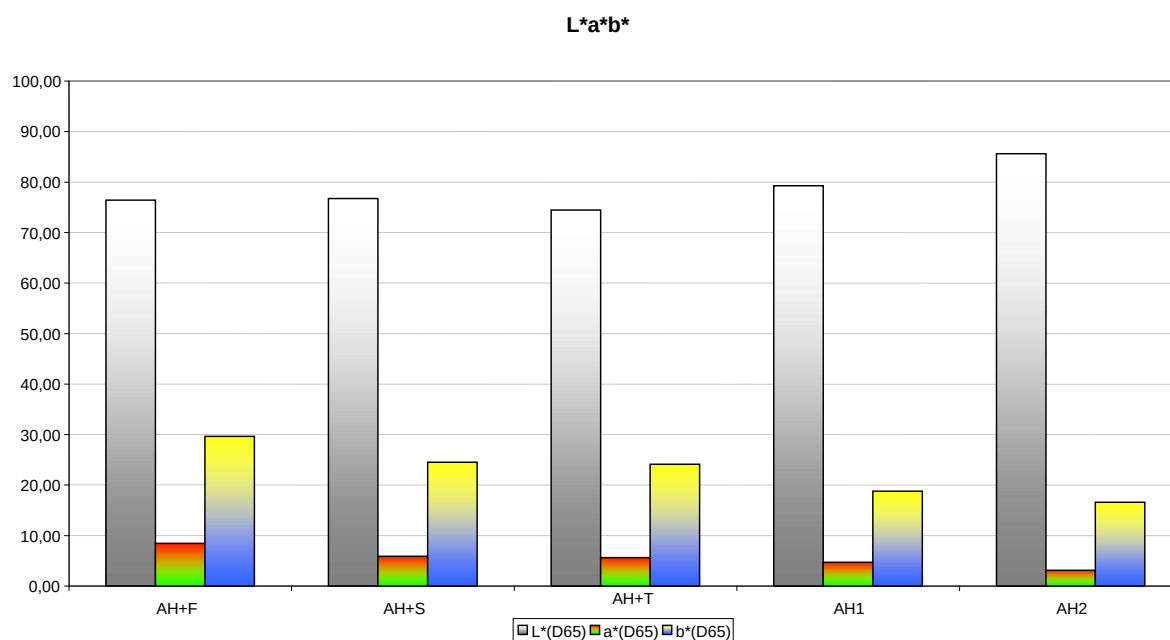
- zdravé drevo má percentuálne najvyššie hodnoty L^* a najnižšie hodnoty súradníc a^* a b^*
- po zdravom dreve s percentuálne najvyššími hodnotami L^* a najnižšími hodnotami a^* a b^* je drevo infikované (hnilobou napadnuté z prirodzených podmienok)
- farebné zmeny degradovaného dreva drevokaznými hubami (*Fomes fomentarius*, *Spongipellis spumeus* a *Trametes hirsuta* v experimentálnych podmienkach sú v porovnaní so zdravým a infikovaným drevom výrazné a štatisticky preukázne, pri hladine významnosti $p < 0,05$

- pri porovnávaní farebných zmien dreva *Aesculus hippocastanum* spôsobených degradáciou húb *Fomes fomentarius*, *Spongipellis spumeus* a *Trametes hirsuta* sú rozdiely vo variabilite farebného priestoru menšie, ale sú štatisticky preukázane (tab. 15); napr. pri porovnaní degradovaného dreva hubou *Fomes fomentarius* a *Spongipellis spumeus* sú výrazné rozdiely v súradniciach a^* a b^* , pri porovnaní mernej svetlosti L^* sú rozdiely medzi *Spongipellis spumeus* a *Trametes hirsuta*
- farebné spektrum (obr. 38) zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* a experimentálne degradovaného drevokaznými hubami *Fomes fomentarius* (AH+F), *Spongipellis spumeus* (AH+S) a *Trametes hirsuta* (AH+T) nám tiež poukazuje na farebné zmeny
- na základe vykonaných meraní sme získali základnú predstavu o tom, aké hodnoty farebných súradníc L^* , a^* , b^* , sú typické pre konkrétnu vzorku dreva *Aesculus hippocastanum*
- rozpoznávanie vzoriek pomocou farby nám umožňujú namerané farebné súradnice určeného priestoru CIELAB. Pomocou nich môžeme opísať farbu inej osobe, a tak reprodukovať informáciu o vnímanej farbe.

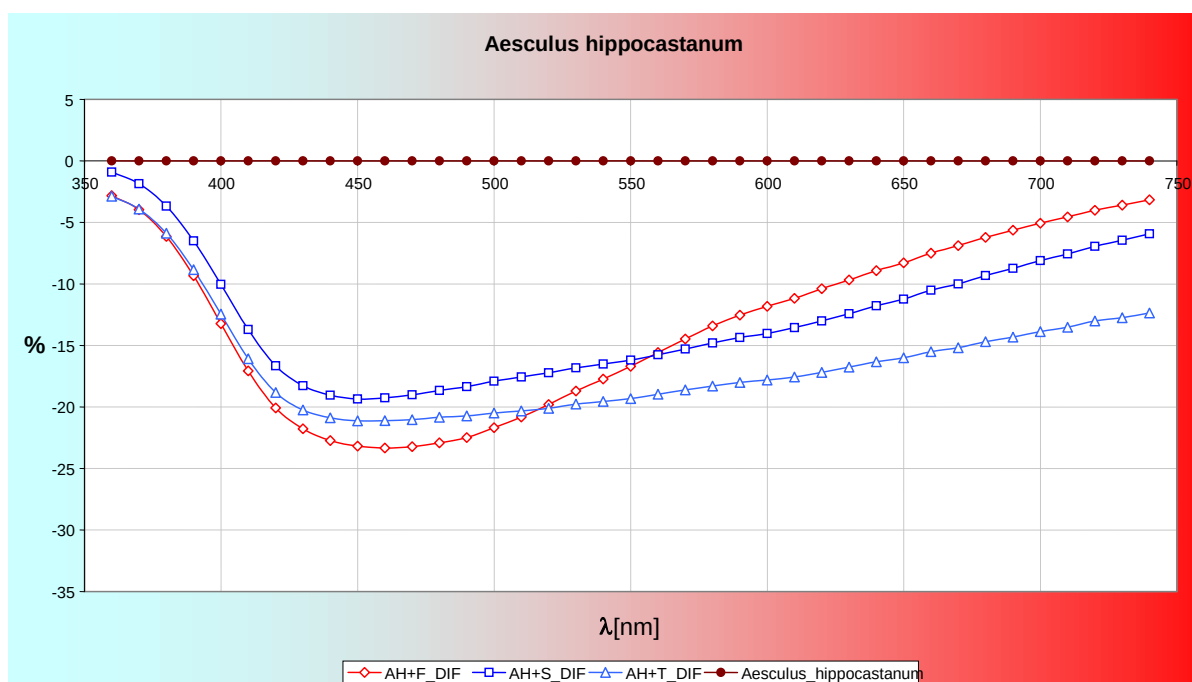
Tab. 15 Porovnanie farebných zmien zdravého, infikovaného a degradovaného dreva pagaštana *Aesculus hippocastanum* hubami *Fomes fomentarius*, *Spongipellis spumeus* a *Trametes hirsuta*.

vzorky	L^* (%) $\bar{x} \pm s_x$	a^* (%) $\bar{x} \pm s_x$	b^* (%) $\bar{x} \pm s_x$
AH2	85,61 $\pm$ 1,58	3,15 $\pm$ 0,53	16,59 $\pm$ 0,68
AH1	79,34 $\pm$ 4,29	4,71 $\pm$ 1,07	18,81 $\pm$ 1,3
AH+F	76,42 $\pm$ 0,94	8,48 $\pm$ 0,60	29,62 $\pm$ 0,77
AH+S	76,74 $\pm$ 1,31	5,90 $\pm$ 0,35	24,52 $\pm$ 0,57
AH+T	74,46 $\pm$ 1,78	5,64 $\pm$ 0,31	24,10 $\pm$ 0,51

Vysvetlivky: zdravé drevo (AH2), hnilobou napadnuté drevo (AH1) a experimentálne degradované drevo pagaštana *Aesculus hippocastanum* drevokaznými hubami *Fomes fomentarius* (AH+F), *Spongipellis spumeus* (AH+S) a *Trametes hirsuta* (AH+T)



Obr. 37 Porovnanie farebného priestoru L*a*b* zdravého (AH2), hnilobou napadnutého (AH1) a experimentálne degradovaného dreva pagaštana *Aesculus hippocastanum* drevokaznými hubami *Fomes fomentarius* (AH+F), *Spongipellis spumeus* (AH+S) a *Trametes hirsuta* (AH+T).



Obr. 38 Farebné spektrum zdravého a experimentálne degradovaného dreva pagaštana *Aesculus hippocastanum* drevokaznými hubami *Fomes fomentarius* (AH+F), *Spongipellis spumeus* (AH+S) a *Trametes hirsuta* (AH+T).

5 DISKUSIA

Hniloby živého dreva sú dlhodobý problém zakladania a údržby zelene v sídlach. My sme sa v práci zamerali na štúdium hnilobných procesov introdukovanej dreviny pagaštana konského *Aesculus hippocastanum*. Prejavom a zároveň jednoznačným dôkazom, že strom je napadnutý hnilobou je výskyt plodníc drevokazných húb. Ale častokrát je vtedy už štádium hniloby tak rozsiahle, že nie je možné strom zachrániť. Preto je nutné zistiť výskyt hniloby ešte pred vytváraním plodníc drevokazných húb.

BENČAŤ, F. a BENČAŤ, T. (1999) zaraďujú pagaštany konské *Aesculus hippocastanum* k najrozšírenejším cudzokrajným drevinám na Slovensku, vyskytujúcich sa v mestských parkoch, cintorínoch a vhodne dopĺňajúcich najmä okolie historických parkov, zámkov a kaštieľov. Podľa našich výsledkov výskumu je to drevina nielen najčastejšie vyskytujúca sa na Slovensku, ale aj najviac postihnutá hnilobami. Z 561 nami monitorovaných, hnilobou postihnutých jedincov je 150 pagaštanov *Aesculus hippocastanum*. Vyskytujú sa nielen v mestských parkoch a cintorínoch, ako udáva BENČAŤ, F. a BENČAŤ, T. (1999), ale dosť často aj pri cestách (funkčný segment zeleň dopravnej tepny) a na sídliskách (funkčný segment medzibloková sídlisková zeleň). Napríklad v Banskej Bystrici sme pozorovali 14 jedincov v mestskom parku, 15 jedincov v medziblokovej sídliskovej zeleni, 33 jedincov v zeleni dopravnej tepny a 27 jedincov na cintoríne.

V **prvej etape** našej práce sme monitorovali prítomnosť hnilôb na pagaštanoch konských v sídlach Slovenska. Hniloby sme determinovali na základe prítomnosti plodníc drevokazných húb. Výskumu drevín v mestskom prostredí sa venovali aj SUPUKA et al. (1991). Študovali komparatívnu fenológiu drevín a hodnotili kvalitu drevín v modelových sídlach Slovenska. My sme okrem toho monitorovali výskyt hnilôb a zisťovali aj najčastejších pôvodcov hnilobných procesov.

V **druhej etape** našej práce sme na vybraných jedincoch *Aesculus hippocastanum*, z lokalít s rôznym stupňom environmentálneho zaťaženia a z rôznych funkčných segmentov mestskej zelene, zisťovali stupeň vitality, vrátane zdravotného stavu, hniloby a fenologických prejavov. Podobne postupovali JUHÁSOVÁ (2002b), JUHÁSOVÁ a BERNADOVIČOVÁ (2000), JUHÁSOVÁ a SERBINOVÁ (1997), PEJCHAL (1994), ONDŘEJOVÁ (1994) a niektorí ďalší autori, ktorí hodnotili dreviny v mestskom prostredí. Títo autori hodnotia vitalitu, vrátane zdravotného stavu drevín, determinujú fytopatogénne huby za účelom zistiť vhodné dreviny pre mestské výsadby, určujú ich sadovnícku hodnotu a spôsob ochrany. My sme toto komplexnejšie štúdium dreviny robili za účelom monitoringu predovšetkým hnilobných

procesov v podmienkach mestského prostredia. Chceli sme zistiť, ako hniloba ovplyvňuje celkovú vitalitu dreviny, jej zdravotný stav a fenologické rytmy.

Hnilobu spomínajú autori hodnotia ako jeden zo symptómov poškodenia, v prípade výskytu drevokazných húb determinujú pôvodcu ochorenia. Pri sadovníckom hodnotení drevina napadnutá hnilobou má zníženú sadovnícku hodnotu (PEJCHAL, 1994, 2005).

Strom ako polyfunkčný objekt, zložitý živý organizmus, imobilný, nemôže odísť z prostredia v ktorom žije. Je spätý s miestom, kde vyrástol. Viaceré jeho ochorenia môžu byť ešte v latentnom štádiu, ale signalizujú, že sa v strome niečo deje. Osud stromu je v rukách človeka (JANITOR, 2000). Preto je nutné študovať strom v súvislostiach. Zisťovali sme súvislosti medzi **vitalitou dreviny, hnilobou a fenologickými prejavmi**.

Výsledky nášho terénneho výskumu potvrdili vysokú infikovanosť pagaštana konského *Aesculus hippocastanum*. Celkovo najzdravšie jedince sú v meste Sliač, najmenej vitálne sú pagaštany v obci Dolná Strehová, kde sa nenachádza ani jeden zdravý jedinec (stupeň vitality 0). Tento výsledok nás prekvapil, pretože sme predpokladali, že práve v obci budú pagaštany najzdravšie. Dôvodov, prečo je tomu tak môže byť viac: stromy sa niekoľko rokov neošetrovali, v blízkosti je veľký zdroj znečisťovania ovzdušia SPP š.p. Slovtransgaz Veľký Krtíš, v blízkosti je Základná škola a deti ich poškodzujú v jesennom období pri zbere plodov, každodenné venčenie psov v prostredí, v ktorom pagaštany rastú a dreviny sú už staré, priemerná výška stromov je 17,1 – 19,0 m a priemerná šírka $d_{1,3}$ 46,1 – 75,0 cm. Vek udávam na poslednom mieste preto, že jedince na Sliači sú staršie a sú zdravšie. JUHÁSOVÁ et al. (2005a) hodnotili vitalitu drevín v sade Janka Kráľa v Bratislave stupnicou 1 – 5 (jednotlivé stupne korešpondujú s našou stupnicou 0 – 4). Najviac jedincov zaznamenali v stupni poškodenia 2, potom v stupni 3, potom v stupni 1, najmenej v stupni 4 a žiadneho jedinca v stupni 5. Výsledky hodnotenia vitality drevín v sade Janka Kráľa v Bratislave, početnosťou drevín v danom stupni vitality, korešpondujú úplne s výsledkami hodnotenia vitality pagašťanov v Tajovského parku v Banskej Bystrici.

Pagaštany konské sa líšia prítomnosťou prevládajúcich symptómov poškodenia na rôznych lokalitách, s výnimkou všeobecne známeho listového škodcu *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić 1986. Takmer každý strom na študovaných lokalitách bol napadnutý týmto škodcom, s následnými prejavmi chlorózy a nekrózy listov, čo bolo často spojené s ich predčasným opadom. Na listoch sme zaznamenali aj tracheomykózne prejavy. Často sa vyskytovali zlomené konáre a pahýle, predovšetkým v medziblokovej sídliskovej zeleni, kde sa deti snažili získať plody. Problémom sú aj popraskané kmene, najmä v skupinách stromov pri ceste. Trhliny boli pravdepodobne spôsobené mrazom, prípadne snehom. Sneh

s posypovou soľou je v zimných mesiacoch odhrňaný z cesty rovno ku kmeňom. Pôdne analýzy však nepotvrdili zvýšenie pH (pH sa pohybovalo v rozmedzí 6,96 – 7,28).

VREŠTIAK (1986) hodnotil intenzitu plošnej a priestorovej tvorby listovej biomasy za 50 rokov u drevín vyskytujúcich sa v sídlach. Pagaštan konský zaradil do kategórie drevín s vysokou tvorbou listovej biomasy. Poškodenie ploskáčikom pagaštanovým v posledných rokoch znižuje listovú biomasu. Bolo by zaujímavé tento výskum urobiť po 20 rokoch, lebo ploskáčik pagaštanový sa prvýkrát vyskytol na Slovensku v roku 1994 a každoročne, takmer celé vegetačné obdobie znižuje listovú biomasu.

Pagaštany sú veľmi často poškodené hnilobami, ktorým sme venovali najväčšiu pozornosť. Najčastejšie sa vyskytujú na kmeni, často je pôvodné miesto nákazy v mrazových trhlinách. Dutiny v mnohých prípadoch vznikli ako dôsledok vyhnívania neošetrených rán. Ich veľkosť a rozsah je rôzny. Našli sme aj 5 jedincov, ktoré ohrozujú obyvateľov a okolité prostredie, lebo dutina je tak veľká, že znižuje stabilitu stromu. Podľa Gápera a Perháčovej (GÁPER a PERHÁČOVÁ, 2000) pre *Aesculus hippocastanum* sú veľmi nebezpečné druhy *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst. a *Stereum hirsutum* (Willd.) Gray. Aj my sme zaznamenali ich častý výskyt (*Bjerkandera adusta* 20 nálezov a *Stereum hirsutum* 7 nálezov). BALABÁN a KOTLABA (1970) ich na pagaštane neuvádzajú. Väčšinou udávajú ich saprofytický výskyt na domácich drevinách na odumretých konároch a kmeňoch. ZIMMERMANOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ a JANITOR (2000b) uvádzajú, že na patologickom stave pagaštana konského na Slovensku sa podieľa 16 druhov drevokazných húb. Z nich môžeme potvrdiť výskyt *Stereum hirsutum* (Willd.) Gray, *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx, *Schizophyllum commune* Fr., *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. a *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát. Pagaštany *Aesculus hippocastanum*, ktoré sú napadnuté hnilobou, majú aj znížený stupeň vitality, vrátane zdravotného stavu. Čím je vyšší fenologický stupeň (1 alebo 2), tým je viac znížená vitalita. Pri fenologických pozorovaniach sme zaznamenali anomálie, ako málo plodov, budúročné púčiky malé, plody len vysoko v korune a druhé kvitnutie. Fenologické spektrum 26 taxónov drevín v mestskom prostredí uvádzajú aj SUPUKA et al. (1991), ale pagaštan konský neudávajú.

SUPUKA et al. (1991) hodnotili kvalitu zelene v modelových sídlach Bratislava, Nitra a Žilina. Dreviny zaradili do rôznych funkčných segmentov a hodnotili ich kvalitatívnymi indexami. My sme v našej práci postupovali podobne, len sme si zvolili iné znaky (= ukazovatele poškodenia). SUPUKA et al. (1991) udávajú 6 kategórií znaku: A typ poškodenia asimilačných orgánov, B druh poškodenia asimilačných orgánov, C stupeň poškodenia listov a ihlíc, D stupeň poškodenia koruny a kmeňa, E vek drevín a F sadovnícka hodnota. My sme

počítali kvalitatívny index na základe znakov: 26A) olistenie, 27A) presychanie koruny, 28A) poranenie koreňových nábehov, kmeňa a konárov a 33) celková vitalita. Hodnotené charakteristiky nekorešpondujú úplne s našimi, ale poradie podľa stupňa poškodenia drevín nám umožňuje porovnať výsledky. Podľa Supuku (SUPUKA et al., 1991) najviac poškodených pagaštanov *Aesculus hippocastanum* predstavovali dreviny funkčného segmentu zeleň dopravnej tepny v Nitre, v Bratislave a v Žiline. Najmenej poškodené boli dreviny funkčného segmentu mestský park Žilina, Bratislava a medzibloková sídlisková zeleň Žilina. Podľa našich výsledkov hodnotenia pagaštanov najviac poškodené sú dreviny vo funkčnom segmente medzibloková sídlisková zeleň v Dolnej Strehovej a cintorín v Banskej Bystrici. Najmenej poškodené dreviny sú vo funkčnom segmente mestský park vo Zvolene a v zeleni dopravnej tepny na Sliači a v Banskej Bystrici. Spoločný výsledok nášho a porovnateľného výsledku (SUPUKA et al., 1991) je, že najvitalnejšie a najmenej poškodené dreviny sú vo funkčnom segmente mestský park. Značný rozdiel je vo funkčnom segmente zeleň dopravnej tepny. Kým SUPUKA et al., (1991) zaraďujú dreviny vo funkčnom segmente zeleň dopravnej tepny k najpoškodenejším, my skôr naopak, na dvoch lokalitách k najvitalnejším. Tento fakt nám poukazuje na zlepšenie ekologických podmienok drevín vyskytujúcich sa pozdĺž ciest. Funkčný segment cintorín SUPUKA et al. (1991) neuvádzajú, a preto ho nemôžeme porovnávať.

Po našom hodnotení pagaštanov *Aesculus hippocastanum* v sídlach sme sa **v tretej etape** našej práce venovali distribúcii hniloby v živom strome. REINPRECHT (1991, 2001, 2008) poukazuje na to, že pri degradácii dreva sa mení jeho štruktúra. Štruktúrne zmeny na molekulárnej, anatomickej, morfolologickej a geometrickej hladine dreva sa významne odrážajú aj v jeho vlastnostiach. Hustota dreva v procese hniloby klesá, najvýraznejšie pri bielej hnilobe. Nasiakavosť a impregnačná schopnosť dreva sa so stupňom hniloby zvyšujú. Navlhavosť hnilého dreva sa mení v závislosti od typu hniloby. Tiež vplyvom hniloby sa menia elektrofyzikálne, akustické a mechanické vlastnosti dreva. Stanovenie hniloby prostredníctvom týchto vlastností je často používané v drevárskom výskume. Už RYPÁČEK (1957) sledoval postupný rozklad smrekového dreva hubou *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. a rozklad borovicového dreva hubou *Phellinus pini* (Thore) A. Ames. Všetky druhy drevokazných húb narušajú drevo určitým spôsobom. Je nutné, ešte v počiatočných štádiách týchto zmien, odlišiť drevo zdravé od dreva infikovaného. Keďže aj my sme chceli zistiť výskyt hniloby v počiatočných štádiách, zisťovali sme, ktoré vlastnosti dreva by nám umožnili monitorovať hnilobné procesy už v počiatočných fázach rozkladu dreva. Nakoľko pri hnedej hnilobe (POŽGAJ et al., 1993) dochádza k rozkladu celulózy a hemicelulózy a pri

bielej hnilobe k rozkladu lignínu, vyvolávajú tieto procesy aj farebnú zmenu dreva. Farba dreva, resp. jej zmena, je aj podľa Rypáčka (RYPÁČEK, 1957), spravidla jedným z prvých a spoľahlivých indikátorov začínajúceho rozkladu dreva. Každý druh huby vyvolá farebnú zmenu dreva. Niektoré huby, hlavne ligninovorné, vyvolávajú nápadnejšie zmeny farby. Preto sme v ďalšej časti našej práce zisťovali zmeny farebného priestoru po degradácii dreva modelovej dreviny *Aesculus hippocastanum* významnými pôvodcami hnilôb. Porovnávali sme drevo zdravé a infikované a tiež zdravé a degradované drevo hubami *Fomes fomentarius* (L.) J. Kickx f., *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat. a *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát.

Fomes fomentarius spôsobuje intenzívnu bielu hnilobu napadnutého dreva. Počiatočné štádium tejto hniloby sa prejavuje čiernymi podlhovastými škvrnami (dobré sme ich videli v pozdĺžnom reze v elektrónovom mikroskope). Napadnuté drevo sa rozpadá na lupienky a vlákna a v konečnom štádiu je úplne drobivé a biele.

Spongipellis spumeus spôsobuje žltobielu hnilobu. Hniloba je od zdravého dreva ohraničená málo výraznou 2 – 4 mm hrubou zónou.

Trametes hirsuta spôsobuje bielu hnilobu napadnutého dreva. Najskôr rozrušuje drevo jadrové, potom beľové.

Farebné zmeny dreva udávajú BABIAK, KUBOVSKÝ a MAMOŇOVÁ (2004) a ďalší autori. O farebných zmenách dreva *Aesculus hippocastanum* však nie sú k dispozícii takmer žiadne údaje. Naše hodnoty farebného priestoru zdravého dreva $L^* = 85,61 \%$, $a^* = 3,15 \%$, $b^* = 16,59 \%$ sa približujú najviac hodnotám *Salix* – beľová zóna $L^* = 85,4 \%$, $a^* = 3,3$, $b^* = 17,7 \%$ (BABIAK, KUBOVSKÝ a MAMOŇOVÁ, 2004). Na základe nami vykonaných meraní farebných súradníc $L^*a^*b^*$ zdravého, infikovaného dreva a degradovaného dreva *Aesculus hippocastanum* drevokaznými hubami sme získali prvé údaje. Rozdiely medzi zdravým, infikovaným a degradovaným drevom sú štatisticky preukázne. Nakoľko variabilitu farebného priestoru môžeme zmerať aj na dreve zo živého stromu, ukázala sa nám farba ako vhodný znak na určovanie hniloby živého stromu, využiteľný vo fytopatologickej prognóze.

6 ZÁVER

- Najviac rozšírenou a hnilobami najviac postihnutou introdukovanou drevinou na Slovensku je *Aesculus hippocastanum*. V databáze AESCULUS HIPPOCASTANUM I máme 150 nálezov pagaštanov konských atakovaných 31 taxónmi drevokazných húb. K významným pôvodcom hnilôb zaraďujeme 26 z nich. Najzávažnejší sú *Bjerkandera adusta*, *Chondrostereum purpureum*, *Oxyporus obducens*, *Oxyporus populinus*, *Cerrena unicolor*, *Schizophyllum commune*, *Fomes fomentarius*, *Stereum hirsutum*, *Ganoderma australe*, *Trametes versicolor* a *Trametes hirsuta*.
- Vo vybraných sídlach Banská Bystrica, Zvolen, Sliač a Dolná Strehová sme hodnotili u náhodne vybraných 155 jedincov ich vitalitu, vrátane zdravotného stavu, hniloby a fenologické prejavy. Zistili sme, že celkovo najzdravšie jedince *Aesculus hippocastanum* sú v meste Sliač, najmenej vitálne sú pagaštany v obci Dolná Strehová, kde sa nenachádza ani jeden zdravý jedinec. Najväčšie poškodenie sme zaznamenali pri ukazovateli poškodenia olistenie. Po zaradení stromov do funkčných segmentov mestskej zelene **najmenej** poškodené sú jedince vo funkčnom segmente **mestský park** vo Zvolene a **v zeleni dopravnej tepny** na Sliači a v Banskej Bystrici. **Najviac** poškodené sú vo funkčnom segmente **medzibloková sídlisková zeleň** v Dolnej Strehovej a **cintorín** v Banskej Bystrici. Z celkového počtu 155 záznamov sme zaznamenali **hnilobu** u 72 jedincov. Pri porovnaní celkovej vitality jedincov s hnilobami (priemerná vitalita $x = 1,78 \pm 0,75$) a jedincov bez hniloby (priemerná vitalita $x = 1,16 \pm 0,85$) sme zistili, že pagaštany s hnilobou majú skôr stredne zníženú vitalitu a pagaštany bez hniloby mierne zníženú vitalitu. So zníženým stupňom fenofázy je znížená priemerná vitalita dreviny. Z výsledkov **analýz pH pôdy** nemožno jednoznačne usudzovať, že jedince so zníženou vitalitou majú aj hodnoty pH pôdy znížené alebo zvýšené. Opačne však platí, že pri zníženom alebo zvýšenom pH pôdy je aj vitalita znížená. Z výsledkov analýz pomeru C/N nemožno zovšeobecniť výraznejšie súvislosti.
- Na príklade modelovej dreviny *Aesculus hippocastanum* formou prípadovej štúdie sme zistili **distribúciu hniloby** v kostrovom konári živého stromu. Na strome sme determinovali troch pôvodcov hnilobných procesov: *Schizophyllum commune*, *Trametes hirsuta* a *Fomes fomentarius*. Vstupnou bránou vniku infekcie drevokaznými hubami

boli rakovinové rany, odkiaľ sa hniloba šírila do ostatných častí dreveniny a to až do najtenších bočných konárov. Hniloba nepostupovala z kmeňa do konárov, ale naopak. Rozsah hniloby na reznej ploche v mieste nasadenia skúmaného konára na kmeň je podstatne menší, ako v strednej časti konára.

- Experimentálne sme zistili **zmeny farebného priestoru** dreva *Aesculus hippocastanum* v podmienkach *in situ*. Variabilita farebného priestoru **zdravého dreva** je $L^* = 85,61 \pm 1,58 \%$, $a^* = 3,15 \pm 0,53 \%$, $b^* = 16,59 \pm 0,68 \%$. Variabilita farebného priestoru **infikovaného dreva** je $L^* = 79,34 \pm 4,29 \%$, $a^* = 4,71 \pm 1,07 \%$, $b^* = 18,81 \pm 1,30 \%$. V podmienkach *in vitro* sme degradovali drevo *Aesculus hippocastanum* drevokaznými hubami *Fomes fomentarius*, *Spongipellis spumeus* a *Trametes hirsuta*. Použili sme vlastné izoláty.

Variabilita farebného priestoru zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* pred degradáciou bola $L1^* = 86,29 \pm 1,79 \%$, $a1^* = 2,92 \pm 0,69 \%$, $b1^* = 16,63 \pm 0,67 \%$. Variabilita farebného priestoru experimentálne degradovaného dreva hubou ***Fomes fomentarius*** v iniciálnych štádiách degradácie je $L2^* = 76,91 \pm 3,23 \%$, $a2^* = 7,95 \pm 1,32 \%$, $b2^* = 29,18 \pm 1,36 \%$.

Variabilita farebného priestoru zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* pred degradáciou bola $L1^* = 85,87 \pm 1,75 \%$, $a1^* = 3,07 \pm 0,61$, $b1^* = 14,47 \pm 0,59 \%$. Variabilita farebného priestoru experimentálne degradovaného dreva hubou ***Spongipellis spumeus*** v iniciálnych štádiách degradácie je $L2^* = 75,98 \pm 3,28 \%$, $a2^* = 6,13 \pm 1,13 \%$, $b2^* = 24,77 \pm 2,25 \%$.

Variabilita farebného priestoru zdravého dreva *Aesculus hippocastanum* pred degradáciou bola $L1^* = 84,27 \pm 0,49 \%$, $a1^* = 3,60 \pm 0,19$, $b1^* = 17,08 \pm 0,47 \%$. Variabilita farebného priestoru experimentálne degradovaného dreva hubou ***Trametes hirsuta*** v iniciálnych štádiách degradácie je $L2^* = 74,20 \pm 2,74 \%$, $a2^* = 6,18 \pm 0,49 \%$, $b2^* = 25,09 \pm 3,42 \%$.

Namerané hodnoty farebných súradníc L^*, a^*, b^* , sú typické pre konkrétnu vzorku zdravej a drevokaznou hubou infikovanej dreveniny *Aesculus hippocastanum*. Rozpoznávanie vzoriek pomocou farby nám umožňuje identifikovať hnilobné procesy skôr, ako na drevine zaznamenáme plodnice drevokaznej huby. To môžeme využiť vo fytopatologickej prognóze.

7 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- AGRIOS, G. N., 2005: *Plant pathology*. San Diego : Academic Press, 2005. 922 s.
- ALMA, A., 2004: New entomological aspects and strategies of low environmental impact. In: NICOLOTTI, G. – GONTHIER, P. (eds): *The trees of history. Protection and exploitation of veteran trees*. Torino : Centro Stampa – Regione Piemonte, 2004. s. 31 – 34.
- BABIAK, M. – MAMOŇOVÁ, M. – HRČKA, R. – MAMOŇ, M., 2002: The utilization of digital technique for objective determination of the colour of wood. In: KÚDELA, J. – KURJATKO, S. (eds): *Wood structure and properties '02*. Zvolen : Arbora Publishers, 2002. s. 99 – 103.
- BABIAK, M. – KUBOVSKÝ, I. – MAMOŇOVÁ, M., 2004: Farebný priestor vybraných domácich drevín. In: KURJATKO, S. – KÚDELA, J. (eds): *Interaction of wood with various forms of energy*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 2004. s. 113 – 117.
- BALABÁN, K. – KOTLABA, F., 1970: *Atlas dřevokazných hub*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1970. 133 s.
- BENČAŤ, F., 1967: *Dendroflóra Arboréta Mlyňany (prehľad a stručná analýza)*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1967. 122 s.
- BENČAŤ, F., 1978: Výsledky fenologického pozorovania gaštanu (*Castanea sativa* Mill.) na experimentálnej ploche v Horných Lefantovciach. In: *Folia dendrologica*, 6/1978, s. 49 – 89.
- BENČAŤ, F., 1982: *Atlas rozšírenia cudzokrajných drevín na Slovensku a rajonizácia ich pestovania*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1982. 368 s.
- BENČAŤ, F., 2002: Z histórie introdukcie drevín na Slovensku. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 3 – 20.
- BENČAŤ, F., – BENČAŤ, T., 1999: Pagaštan konský (*Aesculus hippocastanum*) v prirodzenom a kultúrnom areáli a nutnosť zabezpečenia jeho genofondu aj na Slovensku. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.) : *Pestovanie a ochrana rastlín v mestskom prostredí, ošetrovanie chránených a pamätných stromov*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 1999. s. 1 – 15.
- BENČAŤ, T. – BENČAŤ, F. – LUKÁČIK, I., 1999: Súčasný stav genofondu arborét na Slovensku a možnosť jeho využívania v kultúrnej krajine. In : *Ochrana prírody*, 17/1999, s. 123 – 132.

- BERNADOVIČOVÁ, S., 2000: Parazitické huby poškodzujúce korene okrasných a úžitkových drevín. In: KOLEKTÍV (eds): *Arboréta – premenlivosť a introdukcia drevín*. Banská Štiavnica : Lesnícky výskumný ústav, 2000. s. 185 – 188.
- BERNADOVIČOVÁ, S., 2002: Huby z rodu *Phytophthora* ako pôvodcovia poškodenia kmeňov cudzokrajných drevín z rodov *Rhododendron*, *Skimmia* a *Lonicera* spp. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 172 – 177.
- BERNATZKY, A., 1978: *Tree ecology and preservation*. Amsterdam, Oxford, New York : Elsevier, 1978. 357 s.
- BLANCHETTE, R. A. – NILSSON, T. – DANIEL, G. – ABAD, A., 1990: Biological degradation of wood. In: ROWEL, R. M. – BARBOUR, R. J. (eds.): *Archeological wood properties, chemistry, and preservation*. Washington DC : American chemical society, 1990. s. 141 – 175.
- BOTTLÍKOVÁ, A., 1974: Niektoré poznatky o fenologickom rytme rastlín. In: *Biológia (Bratislava)*, 29/1974, s. 79 – 85.
- BRIEN, R. M., 1939: A list of plant diseases recorded in New Zealand. In: *N. Z. Department of Scientific and Industrial Research Bulletin*, 67/ 1939, s. 1 – 39.
- BUBLINEC, E., 2002: Cudzokrajné dreviny a pôda. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 61 – 66.
- BUBLINEC, E. – GÁPER, J., 1991: Pedologické kritériá pre tvorbu sídelnej zelene. In: SUPUKA, J. et al. (eds): *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1991. s. 45 – 67.
- BUBLINEC, E. – MACHAVA, J. – GREGOR, J., 2004: Optimalizácia pôdných podmienok drevín vo verejnej zeleni. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2004. s. 111 – 115.
- CICÁK, A., 1993: Phenology of bud breaking of beech (*Fagus sylvatica* L.) in relation to stocking of its three component. In: *Ekológia*, 12/1993, s. 441 – 448.
- ČABOUN, V., 1999: Meranie elektrického odporu kambiálneho pletiva drevín. In: DANKO, J. – GÁBORČÍK, N. – MÍKA, J. (eds): *Ekofyziologické metódy v teórii a praxi produkčného procesu rastlín*. Banská Bystrica : Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, 1999. s. 160 – 166.
- ČERNÝ, A., 1976: *Lesnická fytopatologie*. Praha : Státní Zemědělské Nakladatelství, 1976. 347 s.

- ČERNÝ, A., 1989: *Parazitické dřevokazné houby*. Praha : Státní Zemědělské Nakladatelství, 1989. 104 s.
- DAMM, A. – HOSTERT, P., 2007: Modelling reflectance of Urban chestnut trees: A sensitivity analysis of model inversion for single trees. In: *10th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing*. Davos : ISPRS, 2007. s.1 – 6.
- DOBBERTIN, M., 2005: Tree growth as indicator of tree vitality and tree reaction to environmental stress: a review. In: *European J. For. Res.*, 124, 4/2005, s. 319 – 333.
- EHSEN, H., 1988: Zür Problematik der Baumbeurteilung. In: *Das Gartenamt*, 37/1988, s. 290 – 295.
- FAO, 2007: Overview of Forest Pests Republic of Moldova. In: *Working Paper FBS*, 25E/2007, s.1 – 20.
- FBPP, 1973: A guide to the use of terms in plant pathology. In: *Phytopath. Pap.*, 17/1973, s. 79 – 87.
- FERRACINI, C. – ALMA, A. 2007: Sequential sampling plan for *Cameraria ohridella* (Lepidoptera: Gracillariidae) on horse chestnut tree. In: *J. Econ. Entomol.*, 100 (6), s. 1910 – 1915.
- FORREST, M., 2006: *Landscape trees and shrubs. Selection, use and management*. Wallingford : CAB International, 2006. 179 s.
- GÁPER, J., 1997: *Polypores affecting of woody plants in urban areas of Slovakia*. Vedecké štúdie 9/1996/A. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 1997. 50 s.
- GÁPER, J., 1998: *Trúdniky na území Slovenska a ich šírenie v ekosystémoch bazídiospórami*. Vedecké štúdie 6/1998/A. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 1998. 75 s.
- GÁPER, J., 2005: Význam dřevokazných húb pri odumieraní dřevín v mestách. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2005. s. 24 – 30.
- GÁPER, J. – PERHÁČOVÁ, Z., 2000: Viazanosť dřevokazných húb na dřeviny vo vybraných sídlach Stredoslovenského regiónu. In: HLAVÁČ, P. – REINPRECHT, L. – GÁPER, J. (eds): *Drevoznehodnocujúce huby 2000*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 2000. s. 69 – 74.
- GÁPER, J. – TRHAN, P. – GÁPEROVÁ, S., 2009: Pôvodcovia hnilôb najčastejšie infikovaných introdukovaných dřevín v sídlach. In: BERNADOVIČOVÁ, S. –

- JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Nitra : Ústav ekológie lesa SAV, 2009. s. 296.
- GÁPER, J. – GÁPEROVÁ, S., 2009: Dutiny ako dôležitá súčasť hodnotenia vitality drevín v sídlach. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Nitra : Ústav ekológie lesa SAV, 2009. s. 193 – 198.
- GÁPEROVÁ, S., 2004: Hniloby pagaštana konského v rôznych kategóriách sídelnej vegetácie na území obce Sliač. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2004. s. 91 – 97.
- GÁPEROVÁ, S., 2005: Hniloba ako súčasť hodnotenia zdravotného stavu drevín – prípadová štúdia. In: REINPRECHT, L. – HLAVÁČ, P. – TIRALOVÁ, Z. (eds): *Drevozhodnocujúce huby 2005*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, s. 37 – 41.
- GÁPEROVÁ, S. – TRHAN, P. – GÁPER, J., 2009: Hniloby introdukovaných drevín v sídlach Slovenska. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Nitra : Ústav ekológie lesa SAV, 2009. s. 297.
- HARTMANN, G. – NIENHAUS, F. – BUTIN, H., 2001: *Atlas poškození lesních dřevin*. Praha : Nakladatelství Brázda s.r.o., 2001. 289 s.
- HERMANN, O., 1993: Zustand der Parkbäume in Berlin. In: *Das Gartenamt*, 37/1993, s. 290 – 295.
- HIGHLEY, T. L. – MURMANIS, L. – PALMER, J. G., 1985: Micromorphology of degradation in western hemlock and sweetgum by the brown – rot fungus *Poria placenta*. In: *Holzforschung*, 39/1985, s. 73 – 78.
- HOLÁŇ, J. – BOBEKOVÁ, E., 2005: Degradace dřeva působením dřevokazných hub – *Serpula lacrymans* a *Coniophora puteana*. In: REINPRECHT, L. – HLAVÁČ, P. – TIRALOVÁ, Z. (eds): *Drevozhodnocující huby 2005*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 2005. s. 85 – 90.
- HOLUBČÍK, M., 1968: *Cudzokrajné dreviny v lesnom hospodárstve*. Bratislava : Slovenské vydavateľstvo lesníckej a pôdohospodárskej literatúry, 1968. 396 s.
- HÖSTER, H., R., 1993: *Baumpflege und Baumschutz*. Stuttgart : Ulmer Verlag, 1993. 225 s.
- HRAŠOVEC, B. – DIMINIĆ, D., 2000: Pests and diseases of trees in continental urban area in Croatia – current status and future trends. In: *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft*, 370/2000, s. 63 – 68.
- HRUBÍK, P., 1988: *Živočíšni škodcovia mestskej zelene*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1988. 196 s.

- HRUBÍK, P., 2002: Výsledky a aktuálne problémy ochrany cudzokrajných drevín na Slovensku. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 40 – 49.
- HRUBÍK, P., 2005: Živočíšni škodcovia na drevinách v urbanizovanom prostredí. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2005. s. 20 – 23.
- HRUBÍK, P. – JUHÁSOVÁ, G., 1997: *Ochrana rastlín*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 1997. 244 s.
- HRUBÍK, P. – JUHÁSOVÁ, G., 1998: Rozšírenie a škodlivá činnosť ploskáčika pagaštanového *Cameraria ohridella* (Deschka) Dimić na Slovensku. In: *Acta Horticulturae et Regiotecturae*, 2/1998, s. 21 – 23.
- IVANOVÁ, E., 2002: Niektoré druhy mikroskopických húb na plodoch a semenách cudzokrajných drevín. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002, s. 166 – 171.
- JANITOR, A., 1980: *Niektoré makromycéty zo skupiny Ascomyces a Basidiomycetes záujmového územia Bratislavy*. Záverečná správa. Bratislava : Ústav experimentálnej biológie a ekológie, 1980. 128 s.
- JANITOR, A., 1996: Fytopatogénne huby ovocných drevín na Slovensku vo vzťahu k ich odumieraniu. In: HLAVÁČ, P. (ed.): *Biodiverzita z aspektu ochrany lesa a poľovníctva*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 1996. s. 139 – 142.
- JANITOR, A., 2000: Strom ako biologický objekt štúdia patologických prejavov v interakcii patogén – hostiteľ – prostredie. In: HLAVÁČ, P. – REINPRECHT, L. – GÁPER, J. (eds): *Drevoznehodnocujúce huby 2000*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 2000. s. 11 – 16.
- JANITOR, A., 2005: Niekoľko vážnejších poznámok k zdravotnému stavu drevín i ostatnej zelene v Bratislave. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2005. s. 233 – 234.
- JANITOR, A. – LAČOK, M. – STANOVÁ, M., 1988: Patologické prejavy ovocných drevín indukované hubami. In: VEVERKA, K. et al. (eds): *Proc. XI. Czechoslovak Plant Protection Conference*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 1988. s. 133 – 134.
- JANSE, G., 2006: *Phytopathology. Principles and practices*. Oxford : Oxford University Press, 2006. 368 s.

- JUHÁSOVÁ, G., 2001: Ohrozenie cudzokrajných drevín parazitickými hubami na Slovensku. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2001. s. 24 – 32.
- JUHÁSOVÁ, G., 2002a: Ohrozenosť cudzokrajných drevín parazitickými hubami. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 50 – 60.
- JUHÁSOVÁ, G., 2002b: Zdravotný a kondičný stav drevín v parku Topoľčianky. In: *Folia oecologica*, 29/2002, s. 207 – 217.
- JUHÁSOVÁ, G., 2003: Fytopatologické problémy drevín vo verejnej zeleni. In: BERNADOVIČOVÁ, S. (ed.): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Košice : Botanická záhrada Univerzity Pavla Jozefa Šafárika, 2003. s. 23 – 31.
- JUHÁSOVÁ, G. – HRUBÍK, P., 1984: *Choroby a škodcovia cudzokrajných drevín na Slovensku*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1984. 168 s.
- JUHÁSOVÁ, G. – SERBINOVÁ, K., 1997: Metódy hodnotenia zdravotného stavu drevín v mestskom prostredí. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana rastlín v mestskom prostredí, ošetrovanie chránených a pamätných stromov*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 1997. s. 42 – 68.
- JUHÁSOVÁ, G. – BERNADOVIČOVÁ, S., 2000: Súčasný zdravotný stav drevín v mestskom prostredí na príklade hodnotenia drevín v Modre. In: HLAVÁČ, P. – REINPRECHT, L. – GÁPER, J. (eds): *Ochrana lesa a lesnícka fytopatológia 2000*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 2000. s. 57 – 68.
- JUHÁSOVÁ, G. – TKÁČOVÁ, S. – KOBZA, M., 2003: The results of phytopathological and mycological research of the trees on Sun lakes in Senec. In: *Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtsch.*, 394/2003, s. 35 – 41.
- JUHÁSOVÁ, G. – JECKOVÁ, J. – ADAMČÍKOVÁ, K. – BERNADOVIČOVÁ, S. – IVANOVÁ, H. – IVAN, M. – KOBZA, M. – PASTIRČÁKOVÁ, K. – SÁSIK, R., 2005a: Fytopatologické problémy drevín v mestskom prostredí na príklade zelene Sadu Janka Kráľa v Bratislave – Petržalke. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Nitra : Edičné stredisko Slovenskej Poľnohospodárskej Univerzity v Nitre, 2005. s. 9 – 19.
- JUHÁSOVÁ, G. – IVANOVÁ, H. – ADAMČÍKOVÁ, K. – BERNADOVIČOVÁ, S. – PASTIRČÁKOVÁ, K. – KOBZA, M. – SÁSIK, R., 2005b: Fytopatologické problémy drevín na verejných priestranstvách. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G.

- (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Nitra : Edičné stredisko Slovenskej Poľnohospodárskej Univerzity v Nitre, 2005. s. 237.
- JÚDOVÁ, J. – ŠUTKA, R. – KLAUDINY, J. – LÍŠKOVÁ, D. – ŠIMÚTH, J., 2004: Transformation of tobacco plants with cDNA encoding apalbumin-most abundant protein of honeybee royal jelly. In: *Biologia Plantarum* 48/2004, s. 185 – 191.
- KAMENICKÁ, A. – LANÁKOVÁ, M., 2002: Introdukcia a pestovanie magnólii v Arboréte Mlyňany. JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s.129 – 139.
- KIM, G. H. – MORRELL, J., 1998: Biological protection against fungal discoloration: spatial distribution of the bacterial bioprotectant and target fungi on ponderosa pine sapwood. In: *Material und Organismen*, 32/1998, s. 17 – 27.
- KLINDA, J. et al., 2001: *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2001*. Bratislava : Ministerstvo životného prostredia SR a Slovenská agentúra životného prostredia, 2001. 208 s.
- KODRÍK, J., 1983: Posúdenie koreňovej sústavy jedle z hľadiska stability proti vetru. In: *Acta Fac. For., Zvolen*, 25/1983, s. 111 – 126.
- KODRÍK, J., 1992: Zhodnotenie koreňového systému duba z hľadiska stability voči vetru. In: *Acta Fac. For., Zvolen*, 34/1992, s. 137 – 149.
- KOLAŘÍK, J. et al., 2003: *Péče o dřeviny rostoucí mimo les. 1. díl*. Vlašim : ČSOP, 2003, 261 s.
- KOLAŘÍK, J. et al., 2005: *Péče o dřeviny rostoucí mimo les. 2. díl*. Vlašim : ČSOP, 20005, 720 s.
- KONIJNENDIJK, C. C., 2008: *The forest and the City – The cultural landscape of urban woodland*. Berlin : Springer, 2008. 252 s.
- KOTLABA, F., 1984: *Zeměpisné rozšíření a ekologie chorošů (Polyporales s. l.) v Československu*. Praha : Academia, 1984. 194 s.
- KRIŠTOF, M. – URBANOVÁ, I., 2003: *Obce a ochrana drevín*. [online]. Banská Bystrica: Štátna ochrana prírody v Banskej Bystrici, 2003, 44 s. [citované 03.07.2006]. Dostupné z <http://www.sopsr.sk/cinnost/prirucka.pdf>
- KŮDELA, V. et al., 1989: *Obecná fytopatologie*. Praha : Academia, 1989. 387 s.
- KULA, E., 2000: Burst phenology and birch bud resistance to frost. In: *Ekológia*, 19/2000, s. 251 – 257.

- LANG, E. – ELLER, G. – ZADRAŽIL, F., 1997: Lignocellulose decomposition and production of ligninolytic enzymes during interaction of white rot fungi with soil microorganisms. In: *Microbial Ecology*, 34/1997, s. 1 – 10.
- LEDERER, J., 1998: *Hniloby a dřevokazné houby v sadovnictví a krajinářství*. Praha : Filip Dienstbier, 1998. 55 s.
- LEONTOVYČ, R. – KUNCA, A., 2004: *Fytopatogénne mikroorganizmy v lesoch Slovenska v roku 2004*. [online]. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2004. 16 s. [citované 03.07.2006]. Dostupné z <http://www.nlcsk.org/LOS/index.htm>
- LUČIVIANSKA, V., 1987: *Databanka fauny Slovenska. Mapovacie štvorce a geometrické jednotky Slovenska*. 1: 500 000, mapa.
- LUISI, N. – BRAVO, T. J. – VALDIVIESO, J. A., 1987: Anthracnose of the genus *Platanus* in the central – southern region of Chile. In: *Bosque*, 8/1987, s. 3 – 6.
- LUKNÁROVÁ, V., 2000: Fenologické pozorovania smreka obyčajného a zmeny klímy. In: *Enviromagazín*, 5/2000, s. 14 – 15.
- MACH, K., 2008: *Přístrojové zjišťování vitality doprovodné zeleně*. Praha : ČVUT, 2008, s 5.
- MACHOVEC, J., 1982: *Sadovnická dendrologie*. Lednice na Moravě : Vysoká škola zemědělská, 1982. 246 s.
- MARHOLD, K. – HINDÁK, F. (eds), 1998: *Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1998. 688 s.
- MATTHECK, C. – BRELOER, H., 1993a: *Handbuch der Schadenskunde*. Freiburg : Rombach Verlag, 1993. 192 s.
- MATTHECK, C. – BRELOER, H., 1993b: Feldanleitung für Baumkontrollen mit VTA. In: *Das Gartenamt*, 42/1993, s. 403 – 406.
- MERCEL, F., 1974: Výsledky fenologického pozorovania *Viburnum lantana* L., *Viburnum rhytidophyllum* Hemsl. a ich kríženca v podmienkach Arboréta Mlyňany. In: *Folia dendrologica*, 4/1974, s. 91 – 107.
- MERCEL, F., 1982: Fenologické vlastnosti drieňa obyčajného a svíba krvavého. In: *Záhradníctvo*, 7/1982, s. 229 – 230.
- MODRANSKÝ, J. – BENČAŤ, T., 2003: Invázne dreviny centrálnej časti mesta Zvolen a ich šírenie. In: BERNADOVIČOVÁ, S. (ed.) : *Dreviny vo verejnej zeleni*. Košice : Botanická záhrada Univerzity Pavla Jozefa Šafárika, 2003. s. 74 – 81.

- NOVOTNÝ, J. et al., 2000: *Biotickí škodcovia lesov Slovenska*. Bratislava : Lesnícka sekcia Ministerstva pôdohospodárstva, 2000. 206 s.
- ONDŘEJOVÁ, V., 1994: Pasportizace dřevin v uličních stromořadích. In: KOLEKTIV (eds): *Stromy v ulicích*. Praha : Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, 1994. s. 49 – 52.
- PAGAN, J. – RANDUŠKA, D., 1988: *Atlas dřevín 2 (Cudzokrajné dreviny)*. Bratislava : Obzor, 1988. 406 s.
- PASTIRČÁKOVÁ, K., 2005: Antraknóza platanov – biologické aspekty a možnosti ochrany. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2005. s. 181 – 185.
- PEJCHAL, M., 1994: Vyhodnocení vitality stromů v městských ulicích. In: KOLEKTIV (eds): *Stromy v ulicích*. Praha : Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, 1994. s. 32 – 44.
- PEJCHAL, M., 1995: Hodnocení vitality stromů v městských ulicích. In: KOLEKTIV (eds): *Stromy v ulicích*. Olomouc – Mělník : Sekce péče o dřeviny při Společnosti pro zahradní a krajinářskou tvorbu, 1995. s. 33 – 40.
- PEJCHAL, M., 2005: Hodnocení vitality dřevin z pohledu zahradní a krajinné tvorby. In: BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2005. s. 39 – 46.
- PETRÁČKOVÁ, V. et al., 2001: *Akademický slovník cizích slov*. Praha : Academia, 2001. 834 s.
- POŽGAJ, J., 1999: Porovnanie Quercus virgiliana Ren. a Q. frainetto Ten. na základe fenologických pozorovaní v Arboréte Mlyňany. In: *Lesnícky časopis*, 45/1999, s. 241 – 247.
- POŽGAJ, A. et al., 1993: *Štruktúra a vlastnosti dreva*. Bratislava : Príroda, 1993. 485 s.
- PŘÍHODA, A., 1953: *Houby a bakterie poškozující dřevo*. Praha : Státní Zemědělské Nakladatelství, 1953. 267 s.
- PŘÍHODA, A., 1959: *Lesnická fytopatologie*. Praha : Státní Zemědělské Nakladatelství, 1959. 363 s.
- PRISTAŠ, P. – GÁPEROVÁ, S., 2001: K možnostiam využitia metódy PCR v mykológii. In: ČIKOŠ, Š. et al. (eds): *Polymerázová reťazová reakcia a jej použitie v biologickom výskume a diagnostike*. Košice : Ústav fyziológie hospodárskych zvierat SAV, 2001. s. 158 – 163.
- PÚPAVOVÁ, Z. – GÁPEROVÁ, S., – KRŇÁČ, J., 2009: Zhodnotenie vybraných parametrov vitality drevín v Mestskom parku v Banskej Bystrici. In:

- BERNADOVIČOVÁ, S. – JUHÁSOVÁ, G. (eds): *Dreviny vo verejnej zeleni*. Nitra : Ústav ekológie lesa SAV, 2009. s. 139 – 144.
- REINPRECHT, L., 1991: Charakterizácia štádií deštruktívnej hniloby drevín prostredníctvom vybraných mechanických vlastností a chemických rozborov. (Časť I.). In: *Drevársky výskum*, 129/1991, s. 43 – 62.
- REINPRECHT, L., 1994: *Ochrana dreva a kompozitov*. Zvolen : Edičné stredisko Technickej univerzity, 1994. 198 s.
- REINPRECHT, L., 2001: *Procesy degradácie dreva*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 2001, 162 s.
- REINPRECHT, L., 2008: *Ochrana dreva*. Zvolen : Vyd. Techn. Univ. vo Zvolene, 2008, 453 s.
- ROLOFF, A., 1989: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemässigten Breiten. In: *Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt*. 93/1989, s. 1 – 258.
- RONCHETII, L., 2003: *Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR*. [online]. Publikované 2003. [citované 03.07.2006]. Dostupné z [http://www.oko.shmu.sk/rocenky/SHMU Sprava o kvalite ovzdušia SR 2002.pdf](http://www.oko.shmu.sk/rocenky/SHMU_Sprava_o_kvalite_ovzdušia_SR_2002.pdf)
- RONCHETII, L., 2004: *Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR*. [online]. Publikované 2004. [citované 03.07.2006]. Dostupné z [http://www.oko.shmu.sk/rocenky/SHMU Sprava o kvalite ovzdušia SR 2003.pdf](http://www.oko.shmu.sk/rocenky/SHMU_Sprava_o_kvalite_ovzdušia_SR_2003.pdf)
- RONCHETII, L., 2005: *Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v SR*. [online]. Publikované 2005. [citované 03.07.2006]. Dostupné z [http://www.oko.shmu.sk/rocenky/SHMU Sprava o kvalite ovzdušia SR 2004.pdf](http://www.oko.shmu.sk/rocenky/SHMU_Sprava_o_kvalite_ovzdušia_SR_2004.pdf)
- RYPÁČEK, V., 1957: *Biologie dřevokazných hub*. Praha : Nakladatelství Československé Akademie Věd, 1957. 197 s.
- SHIGO, A. L., 1990: *Die neue Baumbiologie*. Braunschweig : Verlag Thalacker, 1990. 606 s.
- SCHLAG, G. – REINARTZ, Z., 2005: *Pilze an Bäumen*. [online]. Publikované 2005. [citované 03.07.2006]. Dostupné z [http://www.pilzbriefe.de/pilze an baeumen.html](http://www.pilzbriefe.de/pilze_an_baeumen.html).
- SCHMIDT, O. – CZESCHLIK, D., 2006: *Wood and tree fungi. Biology, damage, protection, and use*. Berlin : Springer, 2006, 334 s.
- SCHMIDT, O. – DUJESIEFKEN, D. – STOBBE, H. – MORETH, U. – KEHR, R. – SCHRÖDER, T., 2008: *Pseudomonas syringae* pv. *aesculi* associated with horse chestnut bleeding cancer in Germany. In: *Forest Pathology*, 38/2008, s. 124 – 128.

- SCHWARZE, F. W. M. R., ENGELS, J., MATTHECK, C., I., 1999: *Holzzersetzende Pilze in Bäumen*. Freiburg : Strategien der Holzzersetzung. Rombach Verlag, 1999, 245 s.
- SCHWARZE, F. W. – BAUM, S., 2000: Prognose der Fäuledynamik im lebenden Baum. In: *Stadt und Grün*, 10/2000, s. 687 – 693.
- SPAULDING, P., 1961: Foreign diseases of forest trees of the world. In: *U.S.D.A. Agric Handbook*, 197/1961, s. 1 – 361.
- SPIES, J.- I. Von – KNÖSEL, D. – MEIER, D., 1985: Anthraknose und Hitzeschäden an Platanen im Stadtgebiet von Hamburg. In: *Nachrichten Blatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 37/1985, s. 17 – 21.
- STOLINA, M. et al., 1985: *Ochrana lesa*. Bratislava : Príroda, 1985. 473 s.
- SUPUKA, J., 2002: Introdukované dreviny v sídlach a krajine. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 21 – 28.
- SUPUKA, J. et al., 1991: *Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene*. Bratislava : VEDA, vydavateľstvo SAV, 1991. 308 s.
- ŠTEFANČÍK, I., 1995: Fenológia v lesníctve. In: *Lesnícky časopis*, 41/1995, s. 131 – 139.
- TÁBOR, I. – TOMAŠKO, I., 1992: *Genofond a dendro-expozície Arboréta Mlyňany*. Bratislava : Polygrafia, 1992. 118 s.
- TAUCHNITZ, H., 1992: Empfehlungen zur Schadstufenbestimmung. In: *Das Gartenamt*, 41/1992, s. 771 – 773.
- TELLO, M. L. – TOMALAK, M. – SIWECKI, R. – GÁPER, J. – MOTTA, E. – MATEO-SAGASTA, E., 2005: Biotic urban growing conditions – threats, pests and diseases In: KONIJNENDIJK, C. C. – NILSSON, K. – RANDRUP, T. B. – SCHIPPERIJN, J. (eds): *Urban forests and trees*. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2005. s. 311 - 365.
- TICHÝ, V., 1975: Význam synergizmu a antagonizmu při rozkladu dřeva houbami. In: *Drevársky výskum*, 20/1975, s. 37 – 57.
- TIEDTKE-CREDE, A., 1992: Möglichkeiten der Baumanalyse. In: *Deutscher Gartenbau*, 2/1992, s. 76 – 81.
- TOKÁR, F., 1985: Fenologické pozorovania vybraných listnatých opadavých cudzokrajných drevín v podmienkach Arboréta Mlyňany. In: *Biológia (Bratislava)*, 40/1985, s. 443 – 455.

- TOKÁR, F., 1986: Fenologické pozorovania vybraných ihličnatých cudzokrajných drevín v Arboréte Mlyňany. In: *Vedecké práce Výskumného ústavu ovocných a okrasných drevín*, 6/1986, s. 133 – 144.
- TOKÁR, F., 1994: Výsledky introdukcie významných listnatých cudzokrajných drevín v lesnom hospodárstve na Slovensku. In: KOLEKTÍV (eds): *Dendrologické dni*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 1994. s. 45 – 92.
- TOKÁR, F., 2002: Výsledky pestovania cudzokrajných drevín v lesnom hospodárstve na Slovensku. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 29 – 39.
- TOMICZEK, CH. – CECH, T. – KREHAN, H. – PERNY, B., 2005: *Krankheiten und Schädlinge an Bäumen im Stadtbereich*. [online]. Publikované 2005. [citované 03.07.2006]. Dostupné z <http://www.arboristika.sk/skodci/cpag/stbbuch.htm>
- UNGER, A. – SCHNIEWIND A. P. – UNGER, W., 2001: *Conservation of wood artifacts*. Berlin : Springer Verlag, 2001. 578 s.
- VANÍK, K., 1975: Vplyv niektorých faktorov na hnilobnosť bučín. In: *Zborník vedeckých prác Lesníckej fakulty Vysokej školy lesníckej a drevárske vo Zvolene*, 17/1975, s. 79 – 97.
- VANÍK, K., 1996: Zdravotný stav smreka a jedle v našich porastoch s prihliadnutím na fytopatogénne organizmy. In: VANÍK, K. (ed.): *Biodiverzita z aspektu ochrany lesa a poľovníctva*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej univerzity vo Zvolene, 1996. s. 159 – 163.
- VREŠTIAK, P., 1986: Evaluation of planar and spatial development of leaf biomass in hore chestnut (*Aesculus hippocastanum* L.) in urban greenery. In: *Ecologia*, 1/1986, s. 133 – 147.
- VREŠTIAK, P., 2002: Podiel Arboréta Mlyňany na introdukcii a aklimatizácii drevín. In: JUHÁSOVÁ, G. (ed.): *Pestovanie a ochrana cudzokrajných drevín na Slovensku*. Zvolen : Ústav ekológie lesa SAV, 2002. s. 125 – 128.
- WAWRIK, H. – MALEK, J. Von, 1992: Die Schadstufenbestimmung bei Bäumen. In: *Das Gartenamt*, 41/1992, s. 774 – 776.
- WEBER, K. – MATTHECK, C., 2001: *Taschenbuch der Holzfäulen im Baum*. Karlsruhe : Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, 2001. 127 s.
- WHEELER, H., 1975: *Plant pathogenesis*. Berlin : Springer Verlag, 1975, 674 s.
- WESSOLLY, L. – ERB, M., 1998: *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle*. Berlin – Hannover : Patzer Verlag, 1998. 270 p.
- ZIMMERMANOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ, K. – JANITOR, A., 2000a: Podiel fytopatogénnych húb pri usychaní a odumieraní listov pagaštana konského (*Aesculus hippocastanum* L.). In

- KOLEKTÍV: *Sborník z XV. České a Slovenské konference o ochraně rostlin*, Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000. s. 445 – 446.
- ZIMMERMANOVÁ-PASTIRČÁKOVÁ, K. – JANITOR, A., 2000b: Spektrum hubových ochorení pagaštana konského (*Aesculus hippocastanum* L.). In: HLAVÁČ, P. – REINPRECHT, L. – GÁPER, J. (eds): *Drevoznehodnocujúce huby 2000*. Zvolen : Vydavateľstvo Technickej Univerzity vo Zvolene, 2000. s. 161 – 162.

SUMMARY

ROTS OF HORSE CHESTNUT *AESCULUS HIPPOCASTANUM* L. IN SLOVAKIA

Svetlana Gáperová

Trees in urban environments have important ecological functions, but often suffer from suboptimal environmental conditions. According to the recent data, the horse chestnut *Aesculus hippocastanum* L. is one of the popular ornamental tree in Europe. It is native to southern Europe but has long been in cultivation in central and north-western part of the continent. The horse chestnut belongs also to the most frequent woody plants in urban greenery over the Slovak territory. This fact, however, can also cause that, at the same time, this species is the most infected from the introduced woody plants.

Only healthy trees can take full profit of accessible nutrients, resist weed with success, recycle maximum amount of organic matter into the soil, and meet all their primary functions in urbanised land. Consequently, the issue of woody plants prosperity in these conditions as well as their endangering by rots is of a crucial importance. This aspect of woody plants prosperity is the subject of concern of this book. The book focuses on the following aims:

1. Providing with our own data obtained by field research and having assessed other data from across the territory of Slovakia, compile a database for processing and evaluation of occurrence of rots indicated by basidiomata on horse chestnut trees in human settlements in Slovakia.
2. Determine important causal agents of rots in horse chestnut trees.
3. Evaluate the vitality, including health status, and rots in chosen settlements with different grade of environmental load.
4. Carry out a case study to find rot distribution patterns in live horse chestnut tree.
5. Run experiment to find changes to horse chestnut wood colouring both *in situ* and *in vitro* conditions in initial phases of degradation by selected wood rotting agents.

We have processed the assembled data to a database of infected introduced woody plants (DIIWP). The database comprises the data from 89 towns and villages in Slovakia. Each record consists of 32 items, each enabling filtration according to itself. The overall distribution is illustrated in a digital map connected with the DIIWP (MS Access 2000).

The number of causal agents of rot in *Aesculus hippocastanum* comprises 26 taxa of wood-destroying fungi: *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., *Cerrena unicolor* (Bull.) Murrill, *Daedaleopsis confragosa* (Bolton) J. Schröt., *Fomes fomentarius* (L.) Fr., *Chondrostereum purpureum* Pers., *Ganoderma australe* (Fr.) Pat., *Ganoderma resinaceum* Boud., *Hypsizygus ulmarius* (Bull.) Redhead, *Inonotus cuticularis* (Bull.) P. Karst., *Meripilus giganteus* (Pers.) P. Karst., *Ossicaulis lignatilis* (Pers.) Redhead et Ginns, *Oxyporus obducens* (Pers.) Pouzar, *Oxyporus populinus* (Schumach.) Pouzar, *Oxyporus* sp., *Phellinus igniarius* s.l., *Pholiota populnea* (Pers.) Kuyper et Tjall.-Berk., *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., *Schizophyllum commune* Fr., *Schizopora radula* (Pers.) Hallenb., *Spongipellis spumeus* (Sowerby) Pat., *Steccherinum ochraceum* (Pers.) Gray, *Stereum hirsutum* (Willd.) Gray, *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr., *Trametes hirsuta* (Wulfen) Pilát, *Trametes suaveolens* (L.) Fr., and *Trametes versicolor* (L.) Pilát, We have proven that in case of ambiguous macroscopic and microscopic determination of the species *Ganoderma lipsiense* and *Ganoderma australe* we can successfully provide with the PCR method.

The vitality, including health status, and wood decay was evaluated in four settlements with different grade of environmental load: the towns of Banská Bystrica, Zvolen and Sliač and the village of Dolná Strehová (central Slovakia). The towns Banská Bystrica, Zvolen and Sliač represent environment disturbed or severely disturbed, Dolná Strehová has an environment of high or favourable quality. In frame of the settlement, we classified the evaluated trees in the categories of urban vegetation: municipal park, internal housing-estate greenery, green belts along traffic ways and cemetery. We have created the partial database AESCULUS for recording results of this research; since 2001 we have assessed in field and recorded in the database 155 exemplars of *Aesculus hippocastanum*. The highest vigour was observed in horse chestnut trees in Sliač, the lowest in Dolná Strehová.

The results of long-term observations allow us to provide a pattern of: 1. the course of colonisation of the specified exemplar of horse chestnut by rot causal agents – based on observations of fructification in field, 2. spatial distribution of rot in a structural branch – based on destruction analysis. In 1993-1998 we did not recorded any fructification of wood-destroying fungi on the studied tree. *Schizophyllum commune* started with colonisation of the substrate in 1999, *Trametes hirsuta* in 2001 and *Fomes fomentarius* in 2005. The analysis of the spatial distribution of the rot in the examined branch has revealed that the entering point for the infection was at cankers from which the rot was spreading in the other tree parts. The rot proceeded from the branches to the stem.

The colour changes were measured using a spectre-photometer Minolta CM2600d. The results of measurement of the colour space of the sound and attacked wood are significantly different ($p < 0.05$), at a significance level of 95%. The specific lightness in percent is lower in the attacked wood, the hue between red and green and the hue between yellow and blue have their percentage values higher in ill wood. Also the results obtained in analysis of colour changes point out higher variability of the colour space L^* a^* b^* in the attacked wood than in the sound wood. These results can be directly used in phytopathology, when making prognoses about the future rot occurrence.

Autori: RNDr. Svetlana Gáperová, PhD.
Názov: Hniloby pagaštana konského *Aesculus hippocastanum* na Slovensku
Vydavateľ: Univerzita Mateja Bela, Fakulta prírodných vied, Banská Bystrica
Vydanie: 1.
Rozsah: 98 strán
Formát: B5
Náklad: 100 výtlačkov
Tlač: Bratia Sabovci, s.r.o. Banská Bystrica
Miesto a rok vydania: Banská Bystrica, 2009
ISBN 978-80-8083-786-0