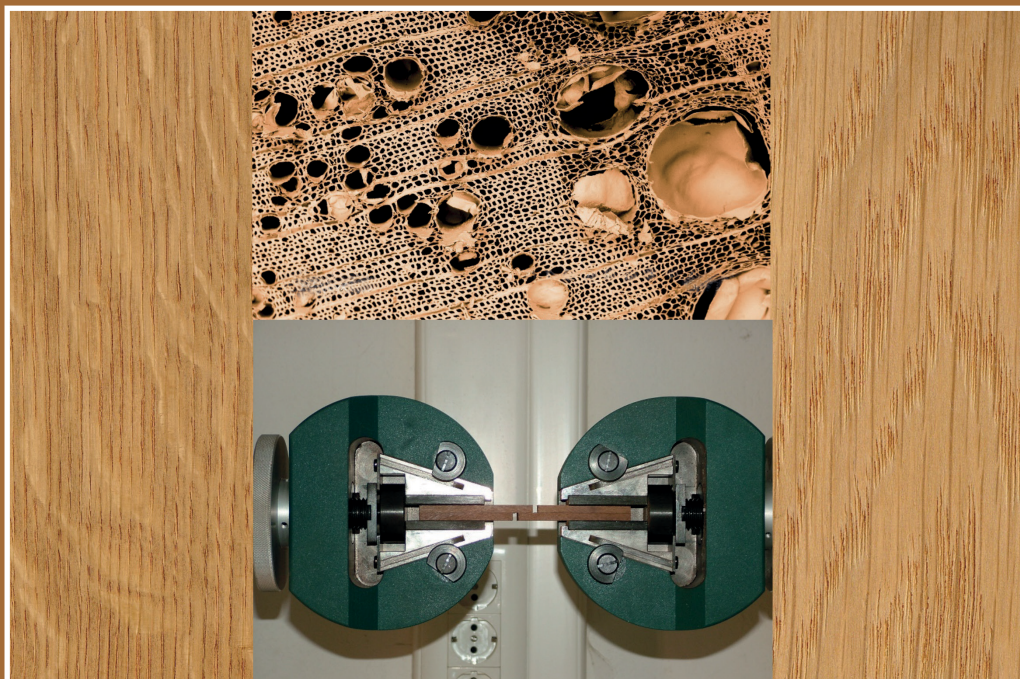


# A faanyagtudományok története Magyarországon



Az MTA Erdészeti Tudományos Bizottságának  
tanulmánykötete III.



2024

Az MTA Erdészeti Tudományos Bizottságának  
tanulmánykötete III.

**A faanyagtudományok története  
Magyarországon**

Az MTA Erdészeti Tudományos Bizottságának  
tanulmánykötete III.

# A faanyagtudományok története Magyarországon

Szerkesztette:

NÉMETH RÓBERT



SOPRONI EGYETEM KIADÓ  
Sopron, 2024

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományok Osztálya Erdészeti Tudományos Bizottságának kezdeményezésére és irányításával valósult meg.



Jelen kiadvány a Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kara anyagi támogatásával jött létre.

Az egyes fejezeteket lektorálta:  
Németh Róbert

Kiadó:  
Soproni Egyetem Kiadó

Felelős kiadó:  
Prof. Dr. Fábián Attila, a Soproni Egyetem rektora



Creative Commons license: CC BY-NC-SA 4.0 DEED



Nevezd meg! - Ne add el! - Így add tovább! 4.0 Nemzetközi  
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

Borítókép:  
Báder Mátyás, Bak Miklós, Németh Róbert

ISBN 978-963-334-512-2 (nyomtatott)  
ISBN 978-963-334-513-9 (pdf)  
DOI szám: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-513-9>

Nyomdai kivitelezés:



**INFORM**  
Kiadó & Nyomda  
1149 Budapest, Angol u. 34.  
[www.informstudio.hu](http://www.informstudio.hu)

Budapest, 2024/10

# TARTALOM

<i>Beköszöntő</i> . . . . .	6
<i>Előszó</i> . . . . .	7
Faanatómia . . . . .	8
Faanyagvizsgálatok . . . . .	17
Roncsolásmentes faanyagvizsgálatok . . . . .	29
Faanyagok szárítása és modifikálása . . . . .	39
Faalapú kompozitok . . . . .	54
A faanyag színe és színváltozásai . . . . .	79
A fa mechanikai megmunkálása . . . . .	90
A fa, mint építőanyag . . . . .	132
Faanyag ökomérlege . . . . .	151
Faenergetika . . . . .	157
Faanyagok ragasztása és felületkezelése . . . . .	168
Fejezetek a fakémia magyarországi történetéből . . . . .	202
Faanyagvédelem . . . . .	233
<i>A kötet szerzői</i> . . . . .	251

# FAANYAGVÉDELEM

Horváth Norbert

## Bevezető

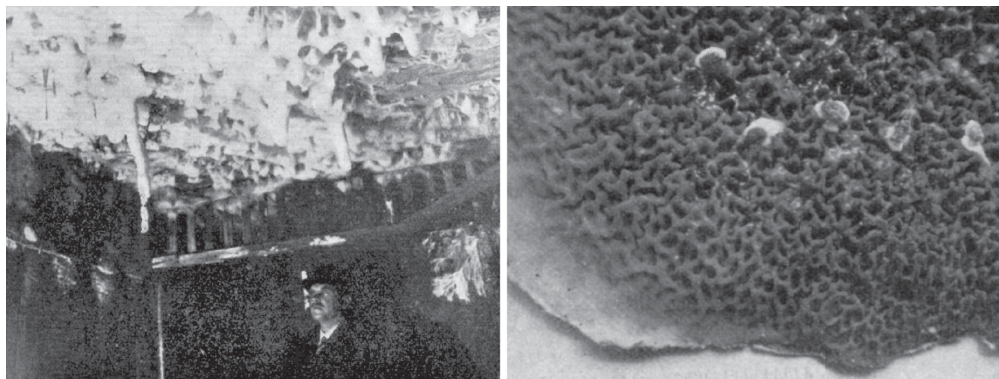
A faanyagtudomány a fatestnek, mint a fa- és építőipar megújuló alapanyagának életútját hivatott szolgálni úgy, hogy a tudomány és a technika állásának megfelelő ismeretanyagokkal, eljárásokkal növelje a felhasználás hatékonyságát és a beépített faanyagok élettartamát. A tudományághoz kapcsolódóan az ipari faanyagok, fa- és faalapú termékek, szerkezetek károsodásaival, károsító hatásaival, tartóssága-, ill. élettartama növelésének alapvető kérdéseivel a faanyagvédelem szakterülete foglalkozik. Az alkalmazott faanyagvédelem tárgykörébe tartozó intézkedések sora rönk állapotban, azaz a „lábon álló” fa kidöntésével kezdődik. A döntést megelőző időszakban az élő fák károsodási, fertőzési mechanizmusai és ezekkel kapcsolatos védelmi intézkedések a növényvédelem és ezen belül is különösen az erdővédelem szakterületének kompetenciájába sorolandók. Az élő fa sajátosságaiból adódóan a faanyag- és erdővédelem szakterületek az eltérő hatásköreik ellenére és a közös történelmi szálakon kívül is mind a mai napig szoros kapcsolatban állnak egymással. A szakszerű erdővédelem révén juthat az ipar minél több károsodásmentes, minőségi hengeres fához, a faanyagvédelem pedig biztosítja, hogy e nemes alapanyagunk akár évszázadokig is funkcionális eszközök, építmények méltó alapanyagául szolgálhasson. Kiemelhető azonban, hogy a faanyagvédelem a faépítészeti vonatkozásából is adódóan túlmutat a faanyagtudomány keretein. Mi sem mutatja legjobban a szakterület multidiszciplináris jellegét, mint az, hogy a tárgykörben kutatók között megtalálhatók biológusok, botanikusok, építészek, kertész-, erdő-, vegyész- és faipari mérnökök egyaránt.

Ezen bevezetőt követően az alábbi rövid publikáció célja, hogy a teljesség igénye nélkül betekintést nyújtson a faanyagvédelem egyéb szakterületekkel közös múltjába, alakuló jelenébe és várható jövőjébe a fellelhető hazai kutatási anyagok, publikációk alapján. Ugyan e cikk írásakor a hazai jogszabályok alapján a fából készült építmények lángmentesítése már a tűzvédelem hatáskörébe tartozik, ennek ellenére a fejezetben néhány fellelhető releváns kutatás is megemlítsre kerül.

## A hazai faanyagvédelmi kutatások kezdeti eredményei

A hazai faanyagvédelmi kutatások kezdetének pontos időpontja nehezen, vagy egyáltalán nem határozható meg mivel önálló szakterületről lényegében az intézményesített faanyagvédelmi kutatások megkezdését követően beszélhetünk. Ennek ellenére már a XIX. századi természettudományi vonatkozású feljegyzésekben találhatunk a faanyagok természetes tartósságára, vagy az egyes biológiai károsítókra vonatkozó tudományos ada-

tokat. Istvánffy (1893) például a házi- vagy futógombával, azaz a könnyező házigombával kapcsolatban kiemeli, hogy „A padlódeszkák főleg akkor pusztulnak el hamar, ha padlómáz, olajos festék s más légmentesítő réteg borítja színöket”. Ezen kívül az épületek gomba-mentesítési technológiájával kapcsolatban is lényeges, részben máig is aktuális intézkedési javaslatokat tesz: „A futógomba kipusztításakor az elkorhadt fát azonnal a helyszínen el kell égetni. Igen helytelenül cselekszik az, ki a szokáshoz tartja magát és a szegények közt osztja ki az ilyen inficziált fát, mert ezek azután továbbviszik a futógomba csíráit”. A századfordulót követően Moesz (1934) az épületek elgombásodásával kapcsolatban részletes betekintést nyújt többek között az épületszerkezetekben leggyakoribb gombakárosítók biológiájába, továbbá az ellenük történő védekezés lehetőségeiről. Kutatási adatai elsősorban saját és kortárs szakértők helyszíni vizsgálati megfigyeléseinek és eredményeinek alapulnak. Külön megemlíthető, hogy a kiadványban Péntes Antal felvételeinek köszönhetően háziasodott gombák képleteiről, kártételükről jó minőségű és értékes képanyagot is publikált.



Moesz Gusztáv egy könnyező házigomba micéliumokkal és kötegekkel beszótt mennyezetű helyiségben (bal), könnyező házigomba fiatal termőtest (Fotó: Péntes Antal, 1934)

### Az intézményesített faanyagvédelmi kutatások megkezdésétől számított jelentősebb eredmények

A szakma múlt századi fejlődését a soproni felsőoktatással összefüggésben eleinte a főiskolai, majd később az egyetemi kutatások, továbbá a magánszakértői és vállalati vizsgálatok is fémjelzik. Ennek ellenére az intézményesített faanyagvédelmi kutatások megkezdésének dátuma az 1949-ben megalapított Faanyagvizsgáló és Fagazdasági Intézethez köthető, mely 1951 novemberétől Faipari Kutató Intézet (FKI) néven folytatta tevékenységét. Ennek megfelelően az alábbiakban a teljesség igénye nélkül a napjainkig tartó időszakban fellelhető legfontosabb intézményi, vállalati és magánszakértői kutatási eredmények kerültek összefoglalásra.

Bálint (1953) az egykori FKI kutatójaként a korabeli alkalmazott mykológiai kutatások faanyagvédelemben alkalmazható eredményeiről publikált. A farontó gombák meg-

telepedésének igazolására szolgáló mikroszkópos metszetek esetén a gombafonalak jelenlétének és elterjedésének láthatóvá tételére Bismark-barna, safranin vagy pikrin-anilinkék alkalmazásával történő festési eljárást javasol. Közleményében kiemeli, hogy festést követő negatív eredmény esetén a további vizsgálatokat a sejtfalakol lévő mikroszkopikus furatok és az oxálsavas mészkristályok esetleges jelenlétére kell fókuszálni. Gombafonalak fellelése esetén hangsúlyozza azok elágazásainál található kapcsok, csatok képződési jellegzetességeinek diagnosztikai fontosságát.

Bálint (1954) publikációjában a beépítendő faanyagok megelőző védelmével, továbbá a könnyező házigomba kártételével és megszüntetésével kapcsolatos ismeretanyagokat tárgyal. Megfogalmazza az épület gombamentesítési, szanálási technológiáinak alapvető lépéseit, melynél pl. a csonkolás biztonsági zónáját a jelenlegi szigorúbb követelményektől eltérően csupán 20 cm-ben határozza meg. Külön kiemeli a fődémfeltöltő anyagok (salak, homok stb.) égetettmész porral történő keverésének fontosságát, melyet korlátozottan ugyan, de napjainkban is alkalmaznak a pH-érték farontó gombáknak kedvezőtlen (lúgos) tartományba történő eltolására.

Bálint (1955) többek között az épületek elgombásodása kapcsán a Faipari Kutató Intézetben beazonosított gombafajok eloszlásáról is publikált. A korabeli, budapesti mintavételezések és az azt követő laborvizsgálatok alapján az épületekben leggyakrabban (59%) a *Coniophora cerebella* – majd ezt követően a *Merulius lacrymans* – (24%), harmadik helyen pedig a *Poria vaporaria* (10%) megtelepedése igazolódott.

Igmándy Zoltán, aki a hazai faipari mérnök képzés beindulásakor kidolgozta az „Ipari faanyagvédelemtan” tantárgyat (Varga, 2010), minden bizonnyal a hazai faanyagvédelmi oktatás és kutatás egyik legkiemelkedőbb alakja is volt. Az egykori Erdőmérnöki Főiskola Erdővédelemtani Tanszékén beható vizsgálatokat folytatott a csertölgy, mint élő fa gombakárosítóival, fagyrepedése általi károkkal, továbbá faanyagának természetes tartósságával és ipari felhasználásával kapcsolatban. Megállapításai szerint a csertölgy gesztjénél jól elkülöníthető vöröses tónusú változat esetében tulajdonképpen álgesztésztről beszélhetünk, melynek repedésre való hajlama, nehéz telíthetősége miatt ipari felhasználása kevésbé alkalmas. A feldolgozott, beépített tölgyfélék legádázabb gesztbontójával a labirintustaplóval (*Daedalaea quercina*) folytatott kísérletei nyomán leírja, hogy a cser gesztét nem bontja, mely jelenséget az alacsonyabb cser savtartalomnak tulajdonítja. Többek között a nemestölgyek gesztjét kevésbé károsító borostás réteggomba (*Stereum hirsutum*), valamint a lepketapló (*Coriolus versicolor*) bontásával kapcsolatban pedig kiemeli, hogy csertölgy gesztje kevésbé ellenálló (Igmándy, 1959).

Igmándy és Pagony (1962) a hazánkban akkoriban egyre gyakrabban és egyre intenzívebben előforduló szíjácsbogár (*Lictus linearis*) károsítások kapcsán publikáltak. Kutatásaik fókuszában hazánk területéről 1959-ben beszállított, fertőzött faanyagokból kirepült egyedek és azok károsító hatása állt. Alapvető érvényű megállapításokat tettek a rovar életmódjával, morfológiai és károsítási tulajdonságaival kapcsolatban. Az aktívan károsított faminták 18–20°C közötti inkubációja mellett a rovarok tömeges kirepülését a márciustól júniusig tartó időszakon belül április hónapban figyelték meg. Az így kitevésztett szíjácsbogarakat friss vágásból származó, 12–16% nettó fanedvességű, rovarfer-



tőzéstől mentes natúr, valamint Neopol és Mikrosol rovarirtószerekkel kezelt fakockákra helyezték. Míg a kezelt famintákon nem tudott a rovar megtelepedni, addig természetes állapotú cser szíjács minták közel 80%-án megfigyelhető volt a károsítása. Kísérleti eredményeik rámutattak, hogy a cser faanyagon nevelkedett kísérleti egyedek laborkörülmények között a nemestölgy szíjácsot nem preferálják. A szerzők megállapításai alapján a közönséges szíjácsbogár elleni megelőző védekezés vagy az edények nyílásainak eltömítésével (firnisz, lenolaj, paraffin stb.) vagy rovarmérgekkel oldható meg.

Bálint (1964) közönséges szíjácsbogárral (*Lyctus linearis*) folytatott kísérletei kapcsán a rovar megjelenéséről, kártételéről, faanyagvédelmi jelenőségéről publikált. Az épületszerkezetekben fellépő rovarkárosítások megjelenését a következő okokra vezeti vissza: aktívan károsított faanyag beépítése, vagy aktívan károsított faanyagból készült tűzifa, ill. bútor behurcolása az épületbe. A rovar kártétele csökkentésének fő lehetőségét a megfelelő hőmérsékletű és időtartamú faanyagszárításban és a beépítés, felhasználás előtti anyagtárolásban látja.



Igmándy Zoltán a faanyagvédelmi felsőoktatás és kutatás kiválósága (Fotó: Anon.)

Gyarmati és Igmándy (1964) az egykori MÁV Fatelítő Ü.V. és az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdővédelemtani és Fatechnológiai Tanszéke együttműködésében arra az alapvető kérdésre keresték a választ, hogy védőszeres kezeléssel megszüntethető-e a faanyagok aktív gombakárosítása. Trendelenburg (1940) nyomán vizsgálataikat 1,2×1,2×15 cm-es lucfenyő pálcákon, továbbá Kolle-lombikban előnevelt pincegomba (*Coniophora cerebella*) tenyésztettel végezték. A két- és négyhetes inkubációt követően a próbatestek egy részét nátrium-fluorid és nátrium-bikromát hatóanyagú védőszerkeverék 2%-os oldatával telítették, majd azt követően a próbatesteket három csoportra osztották. Az első csoport elemein a telítés előtt tömegcsökkenési-, majd a telítést követően ütó-hajlító vizsgálatot végeztek. Míg az egyik csoport elemeit a vizsgálati gombának kedvező 90–100%-os re-

latív páratartalmú, és 22 °C hőmérsékletű légtérben tárolták, addig a második csoporté pincegomba tenyésztésre kerültek visszahelyezésre. A telített próbatestek, továbbá a gombatenyésztésnek 6 hétig kitett kontroll próbatestek vizsgálatai egyidőben folytak. A gombabontás mértékét nem csak tömegméréssel, hanem a pálcák ütő-hajlító szilárdságának meghatározásával is nyomon követték. A kutatásuk eredményeként igazolódott, hogy az ütő-hajlító szilárdság csökkenése a tömegcsökkenéshez képest markánsabb a hosszabb ideig korhasztott próbatesteknél, így azt a gombabontás jellemzésére alkalmasabbnak ítélték. Megállapítást nyert továbbá, hogy az alkalmazott védőszerrel történő telítéssel nem csak az aktív gombakárosítás szüntethető meg, hanem a pincegomba későbbi megtelepedése is megelőzhető. A kutatók az ipari méretű és beépített jellegű épületfák kezelésére vonatkozóan megjegyezték, hogy a laborvizsgálatokhoz hasonló eredményesség elsősorban a választék fajájától, méreteitől, az alkalmazni kívánt védőszerrel, és a károsítónak a faanyagban való elterjedésétől függ. Kiemelték továbbá, hogy a nagy keresztmetszetű választékoknál előreláthatólag csak a magas nyomású ipari eljárásoktól, beépített faanyagoknál pedig a fűrt lyukon történő helyi telítéstől lehet hasonló eredményeket várni.

Erdélyi (1966) nyomán a cserfa komplex felhasználása kapcsán a Faipari Kutató Intézet 1963-ban kezdte meg a kutatásokat. A tartósság megállapítására irányuló vizsgálatok eredményei szerint a cserfa szabadban, vagy nedves helyeken beépítve, lényegesen kisebb élettartamú, mint a tölgy, ezért védőkezelés nélküli, ilyen jellegű felhasználását kerülni javasolt. Kiemeli, hogy a tartósságra vonatkozó megállapítások szem előtt tartása mellett a nedvesség hatásának kitett helyeken hasznosítandó anyagot telíteni szükséges. A telíthetőséggel kapcsolatban rámutat, hogy a cser faanyag permeabilitási tulajdonságai kedvezőek, s ebből a szempontból gyakorlatilag egyenértékű a tölgygel.

A növekvő mennyiségben létesített faépületekre vonatkozó korszerű követelményeknek megfelelő tűzrendészeti előírások kidolgozásához az egykori Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium, a BM Tűzrendészeti Országos Parancsnokság egyetértésével, az 1971–1974-es időszakra tűzrendészeti kutatásokat és kísérleteket irányoztak elő fa- és faalapú épületeknél (Fábián 1972). A szerző megállapításai szerint a faanyagok ellenállása égéskésleltető szerrel történő kezeléssel növelhető, azonban éghetetlen faanyag gazdaságosan nem állítható elő. Égési tulajdonságok alapján a fa- és építőiparban akkoriban használt fafajok közül a legkedvezőbbnek a fehér akác-, a tűz hatásának pedig legkevésbé ellenállóknak a nyárfélék természetes faanyagát nevezte meg. Kültéri kitettségek esetén felhasználható, időálló, biotikus károsítókkal szemben is védő, kombinált hatású, valamint az esztétikai követelményeket is kielégítő védőszerek kidolgozását szorgalmazta.

Szarka (1972) nyomán az előre gyártott fa- és faalapanyagú épületszerkezetek által biztosított előnyös építési mód a hazai, korabeli faházgyártás volumenének növekedését vonta maga után. A háztípusok bővülése szükségszerűvé tette többek között a faházakkal kapcsolatos gyártási-, telepítési- és faanyagvédelmi előírások egységesítését. A faanyagvédelmi (tűz-, gomba- és rovarvédelmi) kérdésekben az ország jelentősebb faháztermelőinél a gyártástechnológia során alkalmazott faanyagvédő szerekre és épületszerkezetekre vonatkozó, 1971. évi felmérés rámutatott, hogy az építészeti és esztétikai követelmények mellett előtérbe kerültek a faépületek – eddig jórészt megoldatlan – faanyagvédelmi kér-

dései is. Megállapítást nyert továbbá, hogy a vizsgálatkor hatályos előírásoknál részletesebb faanyagvédelmi szabályzat összeállítása és annak maradéktalan betartása, illetve betartatása szükséges a faépületek tartósságának növelése érdekében.

Siklósi (1972) által vezetett kutatás a természetes faanyagok, továbbá egyes lemezipari termékek komplex faanyagvédelmi eljárásainak kidolgozására fókuszált. Az egyre bővülő építőipari alkalmazás, továbbá az egyéb faalapanyagú lapokhoz hasonló kezelhetőség alapján az égéskésleltető technológia kidolgozására a forgácslapok szolgáltak. A kutatási téma keretében elvégzett vizsgálatok igazolták a vizsgálatba vont égéskésleltető készítmények éghetőséget késleltető, éghetőséget csökkentő hatását. Természetes faanyagok vonatkozásában mind a felületkezelő szerek, mind a telítő szerek vizsgálata során kimutatható volt a nagyobb mértékű fel nem bomlott próbatesthossz, az alacsonyabb füstgázhőmérséklet és az égetés következtében bekövetkező tömegvesztés csökkenése. A vizsgálati eredmények jól értékelhető különbséget igazoltak a telítő eljárással védett válaszfalak javára, ennek ellenére a vizsgálatba vont valamennyi égéskésleltető készítménnyel és kezeléssel biztosítható volt a kezelt változatok „nehezen éghető” besorolása. Míg a szervesetlen anyagú felületi réteggel ellátott, égéskésleltetett faforgácslapok tűzben való viselkedése kedvezőnek bizonyult, addig a zománclakkal kezelt változatok az égés során felszabaduló füstgázok határértéket meghaladó hőmérséklete miatt nem voltak megfelelően égéskésleltetettnek tekinthetők. A szervesetlen anyagú felületi égéskésleltető réteggel ellátott változatok esetében bizonyítható volt a „nehezen éghető” besorolás.

Siklósi (1973) nyomán az egy- és kétszintes ERDÉRT típusú faházak, valamint FORFA típusú faépületek valós méretű tűzvizsgálati eredményei alapján megállapítást nyert, hogy az égéskésleltető szerek alkalmazása csak a szerkezetek meggyulladását és az égés kialakulását késleltetik, de nem eredményeznek tűzvédelmi szempontból figyelembe vehető tűzállósági határértéket. Az elvégzett vizsgálatok eredménye behatárolta az ilyen jellegű épületek rendeltetését és méretét is. A vizsgálatok eredményei beépültek a korábban hatályos, a könnyűszerkezetes épületek tervezésének, kivitelezésének és karbantartásának tűzvédelmi szabályozására vonatkozó ME 108-74 jelű műszaki előírásba is.

Beretzky (1973) a faanyagvédő szerek gomba elleni hatásának vizsgálati módszereivel kapcsolatban kiemeli, hogy a védőhatás megállapítása mellett a kezelt faanyag felületkezelhetőségére, ragaszthatóságára, továbbá az eljárás környezetszennyező hatásának a vizsgálata is kiemelt fontosságú feladat. A gombavizsgálatok kapcsán rámutat, hogy pontos eredményt a felhasználásra kerülő faanyagból készült, alkalmazásnak megfelelő méretű próbatest védőkezelésével lehet elérni, mely esetében a kitétséget is a felhasználásnak megfelelően kell megválasztani. E vizsgálati módszer hátrányaiként a hosszú vizsgálati időt, továbbá a nagy anyagszükséglet kapcsán pedig a költségességet jelöli meg. A kevesebb idő- és költségárfordítással megvalósítható, kisméretű próbatesteken elvégzett kezelések és laborvizsgálatok eredményei kapcsán viszont hangsúlyozza, hogy azokat fenntartásokkal szabad a gyakorlati faanyagvédelemben felhasználni.

Erdélyi és Wittmann (1974) többek között a nemesnyárak építőipari hasznosításának lehetőségeit vizsgálták 1967–1969 között folytatott kísérleteikben. Eredményeik alapján a Serotina, a Marilandica, Robusta és az I-214 nemesnyárak fateste, a viszonylag ala-

csony szilárdsági tulajdonságai és ugyancsak alacsony természetes tartóssága ellenére, a legtöbb felhasználási területen számításba vehető egyes fenyőfélék helyettesítése céljából. Magasabb szilárdságot és tartósságot igénylő faanyagok esetében rámutatnak a fűrészáru szakszerű szárítására, a védőszerekkel való kezelésének fontosságára.

Vargay (1973) többek között az égéskésleltető anyagokkal kapcsolatos korabeli követelményrendszeréről publikált. A felületi égéskésleltető anyagokkal kapcsolatban elvégzett vizsgálatok alapján rámutatott, hogy a bevonat időállóságára legnagyobb befolyással annak rétegvastagsága, illetve a felhordott fajlagos anyagmennyiség van.

Kiss (1974) a nyári hónapokban, máglyákban betárolt erdeifenyő rönkök fahibáit vizsgálva megállapította, hogy azok kiegészítő védelme elengedhetetlen a biológiai károsítókkal szemben. Értékelési adatai alapján a vízzel történő porlasztásos technológiával a rönkök átmeneti védelme megvalósítható. Az eljárás alkalmazását nem csak a gombaferőtözések, hanem az új rovarfertőzések ellen is kielégítőnek értékeli. Korabeli védőszerek kékfestők elleni vizsgálataiban megállapítja továbbá, hogy a pentaklórfenollal szemben a Xylamon Imprägniergrunddal kezelt rönkök környezetében elhelyezett kezeletlen minták sem kékültek be.

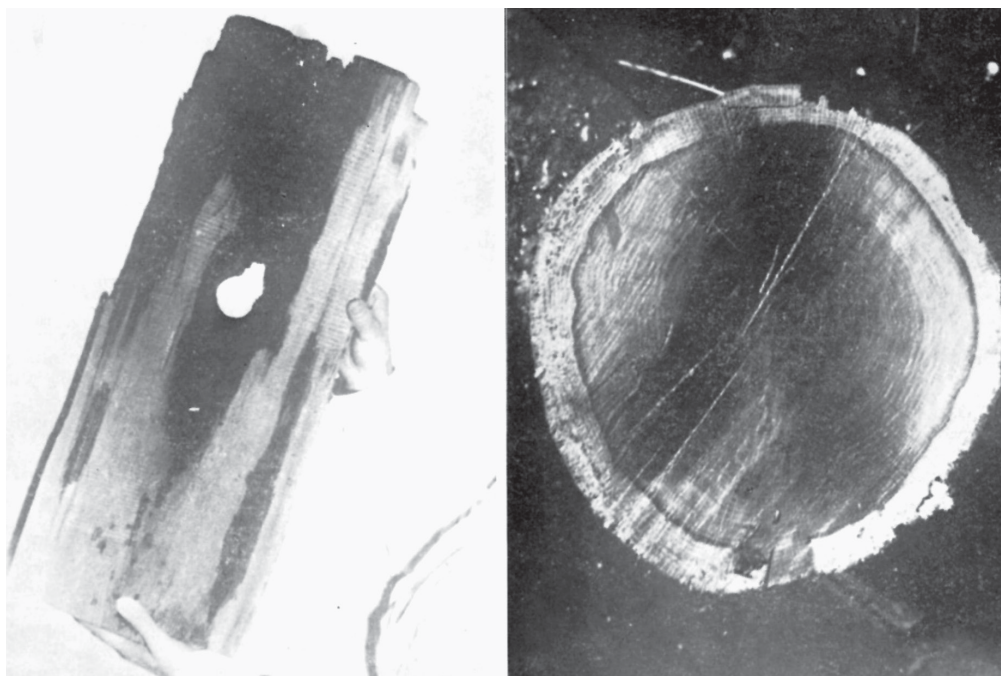
Wittmann (1974) a mélyépítési gyakorlatban alkalmazott erdei- és lucfenyő szádpalók tönkrementele és az akkori fenyőhiány miatt a csertölgy és fehér akác alkalmazási lehetőségeit vizsgálta. Megállapítása szerint mindkét faj fateste alkalmas rövidebb méretben (2–3 m) készülő, úgynevezett bent maradó szádfalak kialakítására. A csertölgy fehér akácnál alacsonyabb természetes tartóssága vonatkozásában kiemeli, hogy az ingadozó talajvíz problémákat okozhat, azonban a nagyobb beépítési mélységek esetében a kérdésnek nincs lényegi jelentősége.

Simon et al. (1976) a fa égéskésleltetésére használt anyagok termikus analízisével kapcsolatban publikáltak. A kutatás keretében gyulladáspont mérés céljára átalakított MOM derivatográffal vizsgálták a természetes állapotú fából készült mintákat, ezek égéskésleltetésére alkalmas égéskésleltető szereket és a választott égéskésleltető szerekkel felületkezelt és telített famintákat is. A kutatáshoz szükséges lombos- és fenyőminták teljes keresztmetszeti telítését az egykori MÁV Faanyagvédelmi és Fatelítő Vállaltnál végezték, mely technológiával kapcsolatban a szerzők megállapítják, hogy az égéskésleltetésre gyakorolt határfok tekintetében a legjobb eljárásnak bizonyult.

Wittmann és Pluzsik (1976) az alacsony természetes tartósságú és faanyagvédőszerekkel nehezen telíthető lucfenyőből készült rétegelt ragasztott tartók kiváltása vonatkozásában hazai lombos fafajokat vizsgált. Kísérleti eredményeik és tapasztalataik alapján megállapítják, hogy a viszonylag nagy tömegben rendelkezésre álló, magasabb sűrűségű és nagyobb szilárdságú óriás-, korai-, kései nyárok, valamint a fehér akác alkalmasak a különféle modern faszerkezetek előállítására. Rámutatnak továbbá, hogy kiemelkedően magas szilárdságú fehérakáccal szemben viszont a nyárfélék kedvezőbb alaki és dimenzionális tulajdonságokkal, adottságokkal rendelkeznek. A Faipari Kutató Intézetben kialakított és elkészített kísérleti épületek (Schosser et al. 2012) azt is bizonyították, hogy nincs akadálya a nagy fesztávú íves szerkezetek hazai lombos faanyagból való gyártásának sem.

Ugyanakkor kiemelték, hogy az említett szerkezetek csak megfelelő szakmai hozzáértéssel és irányítással tervezhetők és kivitelezhetők.

Tóth (1977) az egykori Hévízi Állami Gyógyfürdőkórház területén lévő tófürdő fa cölöpökön nyugvó épületegyüttesének felújítása kapcsán végzett faanyagvédelmi anyagvizsgálatokat. Eredményei igazolták, hogy a nemestölgyből készült hengeres cölöpök víz felszíne feletti része kritikus faanyagvédelmi állapotban volt (bal ábra), viszont a víz alatti cölöpszakaszokon csak a keskeny szíjács károsodott (jobb). Ennek megfelelően a hazánk első ízben korszerű faanyagvédelmet megvalósító rekonstrukciós építkezésénél a cölöpök a szabályozott vízszint alatt 20 cm-re elfűrészelésre kerültek, mivel a mélyebben beépített tölgy faanyagok szilárdsági és tartóssági szempontból továbbra is megfelelőnek bizonyultak.



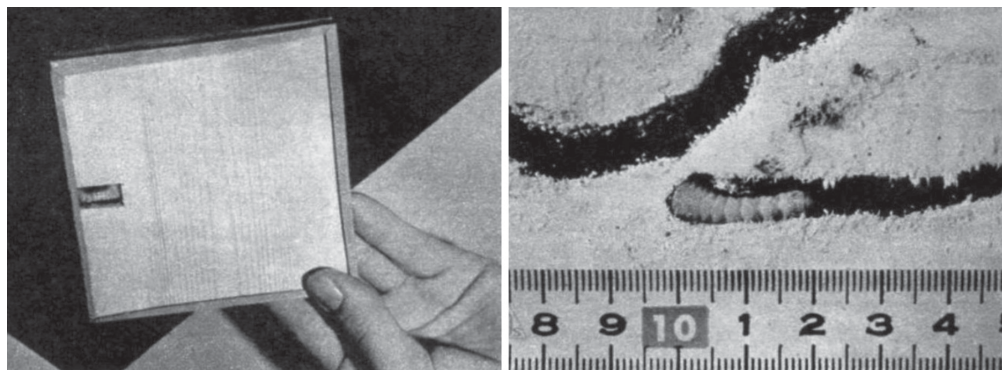
*Egy jelentősen elkorhadt cölöpvég (bal), egy levágott tölgy cölöpvég bütüfelülete ép geszttel  
(Fotó: Tóth Ernő, 1977)*

Babos et al. (1977) szerzői munkássága nyomán átfogó faanyagvédelmi útmutató került kiadásra az egykori Faipari Kutató Intézet gondozásában, mely a faanyag veszélyeztetettségére, fontosabb károsítóira, és a védekezés technikai és kémiai lehetőségeire fókuszált. A kiadvány faanyagvédelem általános problémái mellett részletesebben foglalkozott az elsődleges faipar faanyagvédelmével. Hasonló elgondolással, de már az építőipar számára fogalmaz meg iránymutatást a megelőző faanyagvédelem korabeli anya-

gaival, technológiáival, lehetőségeivel kapcsolatban a FKI második szakmai útmutatója (Babos et al. 1978).

Vargay (1977) nyomán a korabeli hagyományos, lakkozott felületek nem elégítik ki a faanyagvédelem követelményeit. Megállapításai szerint a faanyag természetes mozgása következtében a környezet nedvességviszonyainak változására a felületi bevonat megrepedezik, lepattogzik, rövid időn belül tönkremegy. A zárt filmbevonat további hátránya, hogy a fába jutó nedvesség és különböző fertőzőési hatások következtében a bevonat alatt igen gyakori az elszíneződés, gombásodás. A vizsgált favédő felületkezelő anyagokra általánosan kijelenti, hogy az öregedéssel szembeni ellenállóképességük csekély, így az önálló alkalmazásuk csak zárt térben, minimális kitétséggű körülmények között reális. A transzparens faanyagvédő szerekkel készült bevonatoknál rámutat, hogy szabadtéri alkalmazás esetén a napfény ultraibolya sugarainak hatására a zárt filmekhez hasonlóan öregednek. Kihangsúlyozza, hogy a felületek karbantartását mindig a bevonat tönkremenetele előtt szükséges megvalósítani, mert a már bekövetkezett fertőzést újabb réteg felvitelével csak korlátozni lehet, de megszüntetni már nem.

Tóth (1978) kutatásában üveglapok közé elhelyezett faanyagba telepített házicincér álcák (*Hylotrupes bajulus*) biológiáját vizsgálta. Hazánkban egyedülálló fotósorozatot publikált a rovar fejlődési stádiumairól és a diagnosztikában mind a mai napig alkalmazott jellegzetességeiről. Megállapításai szerint egy álca a kb. 3–4 év kifejlődési ideje alatt kétszáz köbcentiméter faanyagot őröl fel, melynek csak egy részét használja fel táplálékkul.



*Tóth Ernő kezében a kísérlet kezdetén a lucfenyő próbatesttel és az abban elhelyezett házicincér álcával (bal), egy 2cm-t is meghaladó testhosszú házicincér álca (jobb)*

Tóth (1981, 1983) a többek között épületek fából készült szerkezeteinek károsítóiról, károsodásairól és faanyagvédelmi vizsgálatok módszertanáról publikált. A helyszíni szakértői vizsgálatoknál megkülönböztette az ún. szemle szintű, továbbá a részletes faanyagvédelmi vizsgálatot. Kihangsúlyozta, hogy a szemle szintű vizsgálat egyik legfontosabb feladata a döntéshozatal a részletes vizsgálat szükségességéről. Külön kiemelhető, hogy az általa közzétett helyszíni vizsgálati szempontok napjainkig megőrizték aktualitásukat.

Csupor (1985) a bükk faanyag vonatkozásában a gombabontás során fellépő tömegveszteség és a bekövetkező hajlítószilárdság-csökkenés közötti kapcsolatot vizsgálta. Pincegomba (*Coniophora cerebella*) és lepketapló (*Coriolus versicolor*) gombák vonatkozásában megállapítja, hogy már a gombabontás kezdeti szakaszában jelentős szilárdságcsökkenés mutatkozik. Eredményei alapján leszögezi, hogy a bükk faanyagban bekövetkezett értékcsökkenés nagyságáról és jellegéről a hajlítószilárdsági értékek változása teljesebb képet nyújt, mint a napjainkban is alkalmazott súly- azaz tömegcsökkenés mértéke.

Szitányiné (1986) a Magyarországon 1980–1986. között használatos égéskésleltető szerek időállóságával, termoanalitikai vizsgálataival, oxigén-index értékeinek meghatározásával, továbbá a TETOL-FB márkanévű égéskésleltető sókeverék szilárdságot befolyásoló hatásának mechanikai vizsgálataival foglalkozott. A kutatás keretében elvégzett 5 éves természetes öregítési ciklust követően a hő hatására szigetelő habrteget fejlesztő Pirex szuper márkanévű égéskésleltető készítmény hatékonysága megfelelőnek bizonyult. Megállapítást nyert továbbá, hogy a vonatkozó előírásoknak megfelelő módon a TETOL-FB kombinált hatású vízdoldékony sókeverékkel történő telítéssel biztosított védelem az öregítést követően nem szorul felújításra, viszont a felületkezelés útján „nehezen éghető”-vé tett faválaszték teljesítőképességének ellenőrzése a kezeléstől számított 4–5 év múlva ajánlatos. Ugyanezen telítőszer szilárdsági értékeit befolyásoló hatásának vizsgálata lucfenyő, erdeifenyő, fehér akác és nyár faanyagú próbatesteken történt. Az elvégzett vizsgálatok értékelése alapján megállapítást nyert, hogy a szerrel telített faanyagok nedvességtartalomtól függő határfeszültségi értékei a kezeletlen anyagokéval megegyezően vehetők számításba. A vizsgálatok rámutattak, hogy nem csak a fa reológiai tulajdonságaira, hanem a dinamikus igénybevételekkel szembeni ellenállására is hatással van a szerrel történő telítés. Ennek megfelelően, míg a statikus igénybevételeknél a teljes alakváltozás fajtától függetlenül 50%-kal emelkedett, addig pl. az ütő-hajlító igénybevétellel szembeni határfeszültségi értékek várható értéke megközelítőleg a felére csökkent.

Igmándy et al. (1987) az importból származó korabeli fenyő fűrészáru felhasználást hazánkban évente kb. 1,2 millió m<sup>3</sup>-ben határozták meg, melynek kapcsán a faanyagok szállítása, átmeneti tárolása során fellépő minőségromlást a penészedés és kékülés kialakulásában látták. Hangsúlyozzák, hogy a kékülés kialakulásának következtében évente több tízezer m<sup>3</sup>, igényes célokra alkalmas, kifogástalan minőségű faanyag akár 3–4 minőségi osztályt is csökkenve csak építő-áruvá minősülhet a cikk írásakor érvényben lévő szabványok szigorú előírásai alapján. A probléma megoldására az átmeneti, kémiai faanyagvédelem „bemártási” technológiájával kapcsolatban folytattak üzemi és laboratóriumi vizsgálatokat az ERDÉRT V. és az egykori Erdészei és Faipari Egyetem Erdővédelmi Tanszék közreműködésével. Megállapításuk, miszerint a védőoldat megtapadását, behatolását csökkentő szennyeződésektől mentes faanyagok kiegészítő kémiai védelmére május 1-e és október 1-e közötti időszakban lehet feltétlenül szükség amennyiben az időjárási, szállítási és tárolási körülmények azt indokoltá teszik, mind a mai napig helytálló azzal a kiegészítéssel, hogy az utóbbi évtizedekben enyhülő telek következtében a védekezési időintervallum különösen a déli országrészek vonatkozásában jelentősebben is kitolódhat. A kutatásuk érdekessége abban rejlett, hogy az egyre fokozódó egészség- és

környezetvédelmi szempontok érvényesítése céljából a pentaklórfenol-nátrium (NaPKF) hatóanyagát az akkoriban használatos növényvédő szerekkel próbálták helyettesíteni. Erdeifenyőn, *Ceratocystis piceae* kékülést okozó gombafaj spóraszuszpenziójával folytatott laboratóriumi kísérleteik és az azt követő, lucfenyő fűrészárun elvégzett több hónapos üzemi vizsgálataik eredményei rámutattak, hogy a hatásosnak mutatkozó növényvédő szerek közül az Orto-Phaltán kiválóan alkalmas lehet az NaPKF helyettesítésére.

Varga és Csupor (1996) a kitermelt faanyag védelmi problémáival foglalkoztak behatóbban, melynek kapcsán hangsúlyozzák a megfelelő, téli időszakban történő fadöntés fontosságát. Az ún. szíjácskorhadással kapcsolatban kiemelik, hogy főként a tölgy- és cserrönkökön okoz jelentősebb károkat, ahol a károsodás miatti kihozatalvesztés elérheti a 8–10%-ot. A bükk faanyagot feldolgozó fűrésztelepeken és lemezipari üzemekben a fülledés megakadályozását, mint elsődleges faanyagvédelmi problémát jelölik meg, mivel a folyamat előrehaladott stádiumában a füllesztő gombák már korhadást is okoznak a fatestben. Megállapításaik szerint a védekezési lehetőségek között elsősorban a megfelelő tárolás, gyors feldolgozás, vízzel való locsolás, azaz a szakszerű technikai faanyagvédelmi intézkedések nyújthatnak megfelelő eredményt.

Németh (1998) faanyagok, többek között az egykori MÁVFAVÉD Kft. telítőüzemében faanyagvédőszerrel kezelt és natúr vezetékoszlopok vizsgálataival foglalkozott. Kutatásának fókuszában a hangsebesség, csavarállóság, sűrűség, továbbá a statikus és dinamikus rugalmassági modulusz, mint roncsolásmentes faanyagvizsgálati paraméterek és a faanyagszilárdság kapcsolatának meghatározása állt. Eredményeivel igazolta, hogy az általa alkalmazott roncsolásmentes vizsgálati módszerrel nem csak a beépített szerkezeti faanyagok, hanem az iparilag védőszerrel telített vezetékoszlopok szilárdságbecslése is 95%-os biztonsággal megvalósítható.

Csupor (2001) hazai faiparban egy széles körben felhasznált réz-króm-bór hatóanyagokat tartalmazó, vízben oldható korabeli faanyagvédőszer kioldódási tulajdonságait és az azokat befolyásoló legfontosabb tényezők hatását vizsgálta. Megállapításai szerint, míg a bórsav kezelési paraméterektől függetlenül minden esetben és teljes mértékben kioldódott, addig a réz-szulfát, nátrium-dikromát hatóanyagok fixálódása sem volt kielégítő.

Király (2002) vizsgálataiban a beépített homlokzati fa nyílászárók faanyagvédelmi vonatkozásaira fókuszált. Eredményeivel rámutatott, hogy az ablakszerkezeti faanyagok gombakárosítását a helytelenül megválasztott páraáteresztő képességű bevonatok abiotikus hatásokra (pl. UV sugárzás, méretváltozások) visszavezethető degradációja jelentősen elősegíti. Megállapításai szerint a kevésbé páraáteresztő bevonatok mikro repedésein keresztül bejutott víz nehezen tud távozni a fatestből, így a kültéri szerkezeti elemek felületkezelése előtt nem csak a kékfestő-, hanem a farontó gombák elleni megelőző kémiai védelemről is gondoskodni szükséges.

Tóth (2002) épületek felújításával, rekonstrukciójával összefüggésben rámutat, hogy az égetett cserép fedésű tetőszerkezetek cserépléceinek egyik jellemző károsodása a vegyi korrózió. Megállapításai szerint a porózus, máz nélküli cserepekből kioldódó sók nem csak a felületi farétegek bomlását okozzák, hanem a lécek belső anyagszerkezete is törékennyé válik. Ennek megfelelően a kémiai bomlást elősegítő héjazatok alatti átlagos



élettartamot a vizsgálati eredményei alapján 80 évben határozza meg, amennyiben egyéb (pl. biológiai eredetű) károsodás nem lép fel a cserépléceken.

Horváth et al. (2008, 2009) a kevésbé tartós hazai lombos fafajok kísérletbe vonásával jó minőségű, repedésmentes, megfelelő szilárdságú és tartósságú faanyagot eredményező modifikációs eljárás fejlesztésének céljával a Soproni Egyetem egykori Faanyagtudományi Intézetének vezetésével hazai alapanyagbázisra épülő laboratóriumi és félüzemi kísérleteket végeztek az ezredfordulót követően. A vizsgálatok során a faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságainak meghatározása mellett különös figyelmet szenteltek a farontó gombákkal szembeni ellenálló képesség változására is. Ezen a területen az átfogó tudományos eredmények hiánya nem csak a hazai ültetvényes fafajok (nyár, akác), hanem a csertölgy és bükk fafajok vizsgálatát is szükségessé tették. A modifikációs eljárások 180 és 200°C hőmérsékleten, különböző kezelési idők mellett, normál légköri levegőben folytak. Mindkét hőfokon végrehajtott modifikációs kísérletek többségénél megállapították, hogy a növekvő kezelési idő mellett a csertölgy (*Quercus cerris*) gesztjén, valamint szíjácsán a labirintustapló (*Daedalea quercina*) általi gombabontás mértéke szignifikánsan csökkenthető. Rámutattak azonban, hogy a bükk (*Fagus sylvatica*) ellenálló képessége a lepketapló (*Coriolus versicolor*) bontásával szemben kizárólag csak a 200 °C-os kezelésekk mellett mutatott javuló tendenciát.

Király (2010) fából készült rönk-, gerenda-, vázszerkezetes lakóházak biológiai károsodásait vizsgálva a leggyakoribb károsítókról és azok kártételének összefüggéseiről publikált. Eredményei alapján, míg a lakóházak leggyakoribb kivitelezéskori problémáit az alacsonyabb rendű, kékfestő- és a penészgombák megtelepedésében látja, addig a létesítést követő 4–6 évben a főleg a házicincér (*Hylotrupes bajulus*) okozta a legnagyobb károkat. Kiemeli továbbá, hogy a magasabb rendű, korhasztó gombák megjelenésével csak később számolhatunk, azonban az általa vizsgált rovar- és gombakárosítások építéskori hibákra vezethetők vissza.

Király (2013) a Budai Várban található Várkert Bazár épületegyüttes esetében a könnyező házigomba (*Serpula lacrimans*) biológiáját és megtelepedésének okait vizsgálta. Eredményeivel igazolta a korábbi megállapításokat, miszerint a barna pincegombával (*Coniophora puteana*) történő együttes megjelenés esetén a könnyező házigomba virulensebb és jelentősebb károsítást okoz az érintett épületrészekben. Megállapította továbbá, hogy optimális körülmények között a könnyező házigomba vakolt téglafalazatok üregeiben akár 5–6 m-re is képes a micéliumait kiterjeszteni anélkül, hogy eközben további beépített faanyagokra lelne.

Németh et al. (2015) többek között a faanyagok tartósságának javítását célozva a telítéssel alapuló modifikációs eljárások közül a különböző viaszokat alkalmazó kezelésekkel folytattak kísérleteket. Eredményeik alapján a fatest sejtüregei méhviasz és paraffin alkalmazásával hatékonyan eltömíthetők, így a pára és vízfelvételi tulajdonságok megváltozásával a farontó gombák megtelepedési esélye is jelentősen mérsékelhető.

Bak és Németh (2018) a biológiai tartósságot is növelő nanorészecskékkel folytattak kísérleteket. Kedvező eredményeket értek el a faanyagok méretstabilitásának, UV-állóságának és biológiai tartósságának növelésével kapcsolatban. A kutatások továbbá rámutat-

tak arra is, hogy a kimosódással szemben a legtöbb esetben nem ellenálló az így kezelt faanyagok, mely jelenség azonban szilícium alapú gélek, vagy biopolimerek együttes alkalmazásával jelentősen javíthatók.

Fodor et al. (2017, 2022) a kémiai modifikációs eljárások közé sorolandó acetilezésel jelentősen sikerült megnövelni a farontó gombákkal szembeni ellenálló képességet. Adataik alapján a gyertyán tartósságát a szabvány szerinti „nem tartós” (5. osztály) besorolásból a „tartós” (1. osztály) kategóriába sikerült emelni. Megállapításaik szerint az acetilezés, a hőkezeléshez hasonlóan nem csak a fa felületén, hanem annak teljes keresztmetszetben és hosszában lezajló folyamat, melynél a hatóanyag kioldódás veszélye nem áll fenn, valamint a módosított faanyag környezetbarát és újrahasznosítható. Kiemelik továbbá, hogy kiváló tartóssága és alacsony karbantartási igénye lehetővé teszi, hogy felvegye a versenyt a trópusi fafajokkal, WPC-vel, PVC-vel, vagy akár az alumíniummal is.

Kovács és Horváth (2020) juharlevelű platán (*Platanus acerifolia*) fatestének bázidumos gombákkal szembeni ellenálló képességét vizsgálták. A natúr, továbbá 180 és 200 °C-on hőkezelt faminták MSZ EN 113 szabvány szerinti tömegcsökkenését barna pincegomba (*Coniophora puteana*) és lepketapló (*Coriolus versicolor*) tenyészetten határozták meg. Eredményeikkel igazolták, hogy a normál légköri nyomáson végrehajtott száraz termikus hőkezeléssel fokozható a fatest korhasztó gombákkal szembeni tartóssága úgy, hogy a 180 °C-on elvégzett modifikációk védőhatása csak a pincegomba enzimatikus bontásával szemben volt igazolható.

## A hazai faanyagvédelmi kutatások jelenje és jövője

Az intézményesített faanyagvédelmi kutatások napjainkban főként a Soproni Egyetem keretein belül folynak. Az Uniós törekvéseknek megfelelően a környezetterhelés mérséklése érdekében a vizsgálatok fókuszpontja áthelyeződni látszik.

Papp és Horváth (2020) ennek megfelelően a technikai faanyagvédelem tárgykörébe tartozóan a mikrohullámú eljárás alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban indítottak kutatásokat a faanyagokban már jelenlévő aktív biotikus károsítók megszüntetésére. Az előzetes kísérletek során a normál klímán kondicionált, és egymásra helyezett erdefenyő szíjács lamellák felmelegedését vizsgálták egy MWG-1000-A-1 típusú mikrohullámú berendezéssel történő, 15 másodperces besugárzást követően. Nem csak a hőkamerával elvégzett mérési eredményeik, hanem a lamellák furataiban elhelyezett élő légylárvák halálozási aránya is rámutatott arra, hogy a sugárzófejtől való távolság növekedésével a biológiai károsítók túlélési esélye is jelentősen növekszik. Megállapítható azonban, hogy a mikrohullámú kezelés kizárólag az aktív biotikus károsítás megszüntetésére alkalmazható védőszermentes eljárás, mely a fatest megelőző védelmére azonban nem alkalmas.

A környezettudatosság jelentőségének növekedésével a faanyagvédőszer, mint biocid hatóanyagokat tartalmazó keverékek felhasználásának mérséklése a faanyagvédelemben is fontos szemponttá vált. Ennek megfelelően felmerül a kérdés, hogy a napjainkban

alkalmazott faanyagvédő szerek mennyiségének csökkentése mellett megtartható-e az előírt, biotikus károsító szervezetekkel szembeni megelőző hatásosság. Kovács és Horváth (2022) kutatásaikban natúr és rétegelt-ragasztott szerkezeti faanyagok vonatkozásában a védőszerfelvétel csökkentés és optimalizálás célzatával folytatnak ezirányú kísérleteket napjainkban. Hipotézisük szerint a hazai építőiparban az import lucfenyő fűrészárú és rétegelt-ragasztott tartók részleges kiváltására a hazai ültetvényes Pannónia nyár (*Populus × euramericana* cv. Pannónia) lehet a megoldás. Ennek megfelelően az előkísérleteikben Pannónia nyár lamellákon, és ezekből képzett háromrétegű ragasztott mintákon, réz – szulfát oldattal vákuum-atmoszférikus nyomású kezeléseket hajtottak végre. A lamellák egyesítésére Jowat 686.60 egykomponensű poliuretán szerkezeti ragasztóanyagot használtak a műszaki adatlap szerinti minimális (150 g/m<sup>2</sup>) és maximális (230 g/m<sup>2</sup>) felhordási mennyiségek mellett. Megállapították, hogy a felhordott ragasztóanyag mennyiségnek nincs szignifikáns hatása a védőszerfelvételre. A legkisebb védőszer-beszívódási mélységek tekintetében a referencia lamellák és rétegelt-ragasztott próbatestek között ugyan nem tapasztaltak különbséget, azonban kiemelik, hogy a ragasztófuga szigetelő hatása miatt a lamella állapotában történő védőszeres kezelés egyenletesebb faanyagvédőszer eloszlást és magasabb védőszerfelvételt biztosíthat. Kezdeti eredményeik rámutattak, hogy a Pannónia nyár impregnálhatósága a hasonló szilárdsági kategóriájú lucfenyővel szemben kedvezőbbnek ígérkezik, ezáltal a védőszer bejuttatása a fatestbe könnyebben megvalósítható.

A jelenleg is folyó, továbbá a jövőben várható hazai kutatások között a nanovegyületek fixálási lehetőségei említendők meg Bak és Németh (2018) kutatási részeredményeihez kapcsolódóan. Kiemelhető azonban, hogy a nanovegyületek alkalmazott faanyagvédelemben történő elterjedésére kiterjedt hatásvizsgálatok is szükségesek lesznek, így az ezirányú kísérletek számának megemelkedése is prognosztizálható.

Haustein et al. (2019) németországi vizsgálataik alapján kijelenthető, hogy a jövőbeli kutatások között minden bizonnyal a megszüntető biológiai módszerek is jelentősen előtérbe kerülnek majd. Publikációjukban rámutatnak, hogy a közönséges kopogóbogár (*Anobium punctatum*) károsításának visszaszorítására sem biocidokra, sem pedig költséges berendezésekre nem lesz szükségünk a közeljövőben, ugyanis a ragadozó rovarok, mint pl. a hosszúsőrű törpeszúfarkas (*Korynetes caeruleus*) tenyésztésével és bevetésével biztató eredmények mutatkoznak. A Soproni Egyetemen vendégelőadóként is többször megforduló Tilo és Vera Haustein házaspár elmondása alapján a ragadozó rovarok tenyésztése olyan előrehaladott szinten történik Németországban, hogy akár egy hazai megszüntető faanyagvédelmi kivitelezéshez is rendelhetők már rovarok. Ragadozó rovarok sikeres bevetése főként a műemlékvédelem területén várható, melyel nem csak a folyékony, de a gáz halmazállapotú faanyagvédőszer felhasználása is mérsékelhető.

## Irodalom

- Babos K., Beretzky A., Kiss Gyné., Nagy B., Vargyay K. 1977: Útmutató a gyakorlati faanyagvédelem megvalósításához az elsődleges faiparban, Kézirat. Faipari Kutató Intézet Budapest, 1977. 1–46.
- Babos K., Beretzky A., Kiss Gyné., Vargyay K. 1978: Útmutató a gyakorlati megelőző faanyagvédelemhez, Kézirat. Faipari Kutató Intézet Budapest, 1979.1 – 52.
- Bak M., Németh R. 2018: Effect of different nanoparticle treatments on the decay resistance of wood. *Bioresources* 13(4): 7886–7899.
- Bálint Gy. 1953: Az alkalmazott mykológia újabb eredményei a faanyagvédelem területén, *Faipar* 1953. III. évf. 11. sz. 251–253.
- Bálint Gy. 1954: Épületszerkezeti faanyagok védelme, *Faipar* 1954. IV. évf. 5. sz. 143–145.
- Bálint Gy. 1955: Az épületekben fellépő egyes fapusztítógombák és rovarkártevők, valamint azok hatásának vizsgálati eredményei, *Faipar* 1955. V. évf. 8. sz. 210–213.
- Bálint Gy. 1964: Untersuchungen über ein zunehmendes Auftreten des Splintholzkäfers *Lyctus linearis* Goeze in Ungarn, *Holzforschung und Holzverwertung* (1964) Heft 3, 49–51.
- Beretzky A. 1973: Faanyagvédő szerek gomba elleni hatásának vizsgálati módszerei, FAIPARI KUTATÁSOK –1972, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1973. 119–126.
- Csupor K. 1985: Gombabontott faanyag szilárdságcsökkentésének vizsgálata FAIPAR 1985. 35/1 23–26.
- Csupor K. 2001: Vízben oldható faanyagvédőszer kioldódási tulajdonságai, doktori (Ph.D.) értekezés, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron, 2001.
- Erdélyi Gy. 1966: A cserfa (*Quercus Cerris*) komplex felhasználása. in FAIPARI KUTATÁSOK – 1966 II., Budapest 3–76.
- Erdélyi Gy., Wittmann Gy. 1974: A hazai termesztésű nemesnyárak ipari hasznosíthatósága, in FAIPARI KUTATÁSOK – 1973, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1974. 109–123.
- Fábián T. 1972: A fa- és faalapanyagú épületekkel kapcsolatos tűzvédelmi vizsgálatok, FAIPARI KUTATÁSOK – 1971, Faipari Kutató Intézet, Budapest, 1972. 267–291.
- Fodor F., Lankveld C., Németh R. 2017: Testing common hornbeam (*Carpinus betulus* L.) acetylated with the Accoya method under industrial conditions. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 10: 948–954.
- Fodor F., Bak M., Bidló A., Bolodár-Varga B., Németh R. 2022: Biological Durability of Acetylated Hornbeam Wood with Soil Contact in Hungary. *Forests* 13(7): Paper: 1003
- Gyarmati B., Igmándy Z. 1964: Vizsgálatok gombafertőzött faanyag védőkezelésének lehetőségivel kapcsolatban, *Faipar*, XIV. évf. 1964./5., 149–150.
- Haustein T., Busweiler S., Haustein V., Laar C., Plarre R. 2019: Laboratory breeding of *Korynetes caeruleus* (Coleoptera: Cleridae) for the biological control of *Anobium punctatum* (Coleoptera: Ptinidae), *Eur. J. Entomol.* 116: 362–371, 2019.
- Horváth N. 2008: A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra, Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron, 2008.
- Horváth N., Csupor K., Molnár S. 2009: A hőkezelés hatása a faanyagok tulajdonságaira I. rész: A hőkezelt bükk és csertölgy gombaállósága *Faipar*, LVII. évf. 2009./3.-4., 20–26.
- Igmándy Z. 1959: A cser gombakárosítói és azok hatása a fa minőségére, *Faipar*, IX. évf. 1959./11., 343–346.

- Igmándy Z., Pagony H. 1962: Adatok a szíjácsbogár (*Lyctus linearis* Goeze) életmódjához, Faipar, XXII. évf. 1962./6., 190–192.
- Igmándy Z., Várallyay Cs., Gyarmati B., Varga F. 1987: A fenyő fűrészáru tárolás alatti minőségvédelme, Faipar, XXXVII. évf. 1987./11., 328–331.
- Istvánffy Gy. 1893: A házi vagy futógombáról, Természettudományi közlöny, Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 1893. 541–545.
- Király B. 2002: Faanyagvédelem az asztalosiparban, Magyar Asztalos és Faipar 2002./3 4–5.
- Király B. 2010: Könnyűszerkezetes épületek faanyagvédelme I-III. cikksorozat, Magyar Asztalos, rendre 2010./7 70-72.; 2010./8 94-95. és 2010./11 26–29.
- Király B. 2013: A budai Várkert Bazár faszerkezetei, Magyar Építéstechnika 2013./4–5. 3–6.
- Kiss Gyné 1974: Rönkanyag átmeneti védelmét szolgáló technológia és védőszer kutatása, különös tekintettel a kékesítő gombákra, FAIPARI KUTATÁSOK, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1973, 225–231.
- Kovács L., Horváth N. 2020: Evaluation of dry heat treatment of *Platanus acerifolia* timber with special emphasis on the resistance to fungal decay In: Róbert, Németh; Christian, Hansmann; Peter, Rademacher; Miklós, Bak; Mátyás, Báder (szerk.) 9TH HARDWOOD CONFERENCE PROCEEDINGS – PART 1: WITH SPECIAL FOCUS ON “AN UNDERUTILIZED RESOURCE: HARDWOOD ORIENTED RESEARCH”. Sopron, Magyarország: Soproni Egyetemi Kiadó (2020.) 138–140.
- Kovács L., Horváth N. 2022: Impregnability tests of experimental Pannonia poplar based glued-laminated timber In: Róbert, Németh; Christian, Hansmann; Peter, Rademacher; Miklós, Bak; Mátyás, Báder (szerk.) 10TH HARDWOOD CONFERENCE PROCEEDINGS : Sopron, Hungary, 12-14 October 2022. Sopron, Magyarország: Soproni Egyetemi Kiadó (2022.) 310–315.
- Moesz G. 1934: A házigomba és az épületek elgombásodása, Királyi Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 1934.
- Németh L. 1998: A roncsolásmentes faanyagvizsgálatok gyakorlati alkalmazásának lehetőségei, PhD értekezés, Soproni Egyetem, 1998.
- Németh R., Tsalagkas D., Bak M. 2015: Effect of soil contact on the modulus of elasticity of beeswax-impregnated wood. *Bioresources* 10(1): 1574–1586.
- Papp L., Horváth N. 2020: Preliminary researching the heating intensity of wood as an effect of microwave radiation, in: Németh R., Rademacher P., Christian H., Bak M., Báder M. (szerk.) 9TH HARDWOOD PROCEEDINGS PT. I. AN UNDERUTILIZED RESOURCE: HARDWOOD ORIENTED RESEARCH, Universiti of Sopron Press (2020) 211–213.
- Siklói M. 1972: Fa- és műfaanyagok korszerű égéskésleltető eljárásainak kidolgozása, kutatási jelentés az egykori ÉVM Műszaki Fejlesztési Főosztály – Könnyűszerkezetes Programiroda megbízásából, Építésügyi Minőségellenőrző Intézet, 1972.
- Siklói M. 1973: Natúr és Pirex szuper márkanevű égéskésleltető szerrel kezelt egy- és kétszintes ERDÉRT típusú faházak, valamint FORFA típusú faépületek valós méretű tűzvizsgálata, kutatási jelentés az egykori Faipari kutató Intézet és a BM TOP – közreműködésével, Építésügyi Minőségellenőrző Intézet, 1973.
- Simon J., Kozma T. G. 1976: A fa és a fa égéskésleltetésére használt anyagok termikus analízise, Faipar 1976. február XXVI. évf. 37–47.
- Schlosser M., Horváth N., Bejő L. 2012: RR-tartók hazai alapanyagokból, In: Tolvaj, L; Horváthné, Hoszpodár K (szerk.) Hallgatói tudományos konferencia 2012: Tanulmánykötet

- a „Talentum program” hallgatói kutatásainak eredményeiről, előadásanyagairól: Fafizika, Fakémia, Új kompozit anyagok, Megújuló energia, Nanotechnológia, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 2012. 162–171.
- Szarka A. 1973: A fa és fa alapanyagú épületek épületszerkezeteinek és azok faanyagvédelmi kezelésével kapcsolatos problémák rövid ismertetése FAIPARI KUTATÁSOK – 1972, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1973. 139–147.
- Szitányiné S. M. 1986: Égéskezelhető szerek időállóságának vizsgálata, kutatási jelentés, BM Tűzoltóság Országos Parancsnokság 1986.
- Tóth E. 1977: A faanyagvédelem jelentősége és megvalósítása a tófürdő rekonstrukciójánál, in: Dr. Gyirmóthy Dénes (szerk.) 1977: A harmadik Hévízi Orvosi Archivum, Hévízi Állami Gyógyfürdőkórház, Hévíz, 1977, 313–334.
- Tóth E. 1978: Házicincér a szarufában, Az élet és tudomány kalendáriuma, 1978. 270–272.
- Tóth E. 1981: Faanyagú épületszerkezetek diagnosztikája in: Kelemen Lajos (szerk.) 1981: Épületdiagnosztikai vizsgálatok, Építésügyi Tájékoztatási Központ, Budapest, 1981. 70–88.
- Tóth E. 1983: A faanyag vizsgálata, in: Dr. Zádor Mihály (szerk.) 1983: Műemlékek konzerválásának új módszerei, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1983. 63–73.
- Tóth E. 2002: A tetőlécezés károsodása in Dr. Tóth Elek (szerk.) Épületfelújítási kézikönyv, Dashöfer Szakkiaó Kft. 2002., 5. rész. 2.4. fejezet 1. oldal és 5.2./01. ábra
- Trendelenburg R. 1940: Über die Abkürzung der Zeitdauer von Pilzversuchen an Holz mit Hilfe der Schlagbiegeprüfung, Holz als Roh- und Werkstoff 1940. 3. Jahrgang 12. Heft 397–407.
- Varga F., Csupor K. 1996: A kitermelt faanyag védelmi problémái, MAGYAR ASZTALOS- ÉS FAIPAR 1996./06 100–101.
- Varga Sz. 2010: Erdész nagyjaink arcképcsarnoka 24. kötet, Igmándy Zoltán (1925–2000) Élete és munkássága, Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, Sopron, 2010.
- Vargay K. 1973: Fontosabb égéskezelhető anyagtípusok és tulajdonságaik, különös tekintettel az időállóságra, FAIPARI KUTATÁSOK –1972, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1973. 95–101.
- Vargay K. 1977: Faanyagok kezelése transzparens faanyagvédő szerekkel, FAIPARI KUTATÁSOK – 1976, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1977. 89–96.
- Wittmann Gy. 1974: Az akác és a cser felhasználási lehetőségei a mélyépítésben, in FAIPARI KUTATÁSOK –1973, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1974. 135–146.
- Wittman Gy., Pluzsik A. 1976: A faanyagú rétegelt ragasztott tartószerkezetek hazai alkalmazásának új eredményei, in FAIPARI KUTATÁSOK – 1975, Faipari Kutató Intézet Budapest, 1976. 61–70.

## **Wood Protection**

The aim of the presented chapter is to provide an insight into the past, evolving present and expected future of wood protection through the most significant Hungarian publications and preliminary research results. The measures that fall under the scope of applied wood protection begins in the forests with the harvesting of trees. Therefore, the results of forest protection researches are not discussed in this publication. Even though at the time of writing this chapter the fire retardation of wooden structures already falls under the jurisdiction of fire protection, nevertheless some relevant researches are also

mentioned. However, it can be emphasized that wood preservation goes beyond the scope of wood science due to its aspect of wood architecture. Nothing demonstrates the multidisciplinary of the field better than the fact that researchers include biologists, botanists and engineers from different fields. Scientific data on the durability of wood materials or biological damages can already be found in natural scientific publications from the 19th century, but the beginning of institutionalized wood protection research can still be linked to the activities of the Institute for Wood Research (Faipari Kutatóintézet – FAKI). The research works in the last century focused mainly on the natural durability of wood and wood based products and their chemical protection. The environmentally friendly wood modification processes, the possibilities of applied physical and biological wood protection became more important after the turn of the millennium in Hungary. It is also mentioned, that the domestic institutionalized research works in wood protection are mainly carried out within the framework of the University of Sopron nowadays. With the growing importance of environmental awareness, reducing the use of wood preservatives has also become an important aspect of wood protection. Therefore, the primary question of the domestic tests is how to achieve the appropriate preventive effectiveness while reducing the amount of wood preservatives used. Initial results of domestic studies show that the Pannónia poplar (*Populus × euramericana* cv. Pannónia ) can be impregnated easier than the spruce (*Picea abies*), therefore greater penetration can be achieved with using the same amount of wood preservatives.