

Az álgeszt kialakulása a szakirodalom tükrében

Apostol Tamás *

Red heart formation as seen in literature

Red heart is an important factor from a wood utilisation point of view. Beech, a species of special economic importance in Hungary, is especially susceptible of red heart formation. The article reviews the most important results found in literature concerning the formation and economic importance of red heart. The author summarises the different findings and highlights the most important points for the Hungarian wood industries.

Key words: Beech, Red heart, Tyloses

Bevezetés

A Nemzeti Kutatás Fejlesztési Program (NKFP) keretében a hazai lombos fafajok hasznosítása fontos kutatási feladat. E feladaton belül különösen kiemelt a legfontosabb és legértékesebb fajok, így a bükk minél teljesebb körű vizsgálata.

E tanulmány két részből áll. Az elsőben a téma jelentőségét világítjuk meg, majd általában – fafajtól függetlenül – az álgesztesedés okait vizsgáljuk a szakirodalom tükrében. A második részben az álgesztes faanyagok műszaki tulajdonságait vizsgáljuk meg és e vizsgálatok alapján bemutatjuk az álgesztes bükk felhasználási lehetőségeit.

A téma jelentősége

A bükk a felhasználók körében népszerű és kedvelt alapanyag, de az utóbbi időben előtérbe került gazdaságossági szempontok miatt veszített népszerűségéből. Az ok a bükk jellegzetes fahibája, az álgeszt, mely a száz évet meghaladó állományokban már a rönk nagyobb térfogatszázalékát foglalhatja el, mint a fehér rész.

A fűrészipari feldolgozás nyomán keletkező, részben vagy lényegében álgesztes fűrészáru gyakorlatilag – akár csak önköltségi szinten is – eladhatatlan. Eladhatatlan annak ellenére, hogy az álgesztes fűrészáru között az egészséges álgeszt általában jellemzőbb, mint a gombával már fertőzött.

A téma jelentőségét tehát elsősorban a keletkező álgesztes bükk fűrészáru mennyisége adja meg. A hazai gyakorlati erdészeti politika az álgesztmentes rönköt exportálja, mely tevékenység ugyan javítja az érintett erdőgazda-

ságok likviditását, az álgesztes rönköket viszont – általában – saját érdekeltségi körükbe tartozó fűrészüzemekben dolgozzák fel, tetemes veszteséget okozva áttételesen saját maguknak az eladhatatlan, álgesztes fűrészáruval. E témát, miután a jó minőségű rönkök exportálásából származó likvid forrásról az erdőgazdaságok tőkeszegénységük miatt középtávon lemondani nem tudnak, csak egy irányból lehet megközeleltetni, nevezetesen: lehetséges-e csökkenteni az álgesztes rönkök mennyiségét, illetve az álgesztes rönkökben lévő álgeszt arányát; fel lehet-e használni az álgesztes bükk fűrészárut ipari (továbbfeldolgozási) célra.

Mindezek megválaszolásához át kell tekinteni az irodalmi adatokat, a korábbi kutatások eredményeit és a mai kornak megfelelő gazdasági szemlélettel kell meghozni a döntéseket.

Az álgesztesedés oka, terjedése a szakirodalom tükrében

Az álgeszt a fatest szabálytalan alakú, az évgyűrűhatárokat nem követő, rendellenes elszíneződése. Színes gesztű és színes geszttel nem rendelkező fafajoknál egyaránt előfordul. Az előbbiekre példa a cser, a kőris, a dió, stb, az utóbbiakra a bükk, a gyertyán, a hárs, nyír, juhar. Míg a színtelen gesztűeknél felismerése egyszerű, a színes gesztűeknél nehézséget okozhat. E nehézség csak látszólagos, mert a valódi geszt mindig követi az évgyűrűhatárokat, míg az álgeszt nem. A hazai fafajok közül – ipari jelentőségét tekintve – legfontosabb álgesztesedő fafajaink a bükk, a nyárak és a cser. (Molnár 1999).

* Apostol Tamás lev. doktorandusz hallgató, NyME Faanyagtudományi Intézet

Az álgeszt kialakulásával és tulajdonságaival már az 1800-as évek végén elkezdtek foglalkozni a kutatók. Hartig T. megfigyelései szerint a bükk barna gesztje nem a gombák általi bomlás következménye, mint a vörös korhadás, hanem csakis a bélsugaraknak s általában a faparenchymának egy barna, a keményítőhöz hasonló anyaggal való kitöltésén alapszik (Hartig 1851).

Hartig R. szerint az idős törzsek álgesztje nem a gesztesítő anyagok lerakódásából keletkezik, hanem korhadó ágsebekből ered, a bomlási anyagok oldott állapotban történő leszivárgásával (Hartig 1882). Ugyancsak ő, egy másik, Weberrel közösen írt dolgozatában az álgesztet gyökeresebből vagy a törzs belső repedéseiből eredezteti (Hartig és Weber 1888). Itt említi, hogy az álgesztből gyakran gombamicélium nő ki. Végül arra a következtetésre jut, hogy álgeszt csak akkor keletkezik, ha ágsebekből, vagy más, nyílt helyen keresztül levegő juthat a törzs belsejébe, ami által a csersavak oxidálódnak, és az edények tilliszekkel telítődnek (Hartig 1901).

A korai német kutatók közül említést érdemel még Strasburger és Herrmann. Strasburger idős álgesztes törzset vizsgált, de kóros átalakulást nem észlelt, ezért nem tekintette ezt betegségnek, csupán megjegyezte, hogy bőven tartalmaz gesztesítő anyagot (Strasburger 1891). Herrmann szerint az álgeszt sérülések nyomán keletkezik és nem egyéb, mint a behatoló gomba ellen képződő egyfajta védőfa, melyben az edények tilliszekkel vannak kitöltve (Herrmann 1902).

A korainak tekinthető német eredményekre Tuzson, valamint Necesáný később idézendő műveiben hivatkoznak (Tuzson 1904, Necesáný 1958). Necesáný idéz még néhány korai német szerzőt, akikre teljes egészében igaz Tuzson állítása: „...a bükk álgesztjére vonatkozólag még számos feljegyzést találunk az irodalomban, amelyek azonban nagyrészt a fennebbi nézetek ismétlései” (Tuzson 1904).

Tuzson megemlíti még az eberswaldei erdészeti és a charlottenburgi technikai kísérleti állomások álgesztes bükk faanyagára vonatkozó kutatásait, melyek legfontosabb eredménye az a megállapítás, hogy “a bükk álgesztjének fajsú-

lya és összenyomó szilárdsága nagyobb, mint a szomszédos szíjácsrészeké.” (Tuzson 1904).

A kezdeti kutatások legnagyobb, kiemelkedő alakja Tuzson János selmecebányai professzor, akit mai szemmel tekintve is igazi kísérletező kutatónak nevezhetünk. Munkája a “Bükkfa Korhadása és Konzerválása” melyet közel egy évszázada írt, ma is időtálló, értékes tudományos alapmű. Tuzson, aki előjáróban rendkívüli alaposággal dolgozta fel az akkor rendelkezésre álló álgeszt-irodalmat, szisztematikusan látott munkához. Mintegy 80-100 db különféle helyről beszerzett álgesztes törzset vizsgált meg, melyek közül 38 db-ot feldarabolgatott, hogy ezek belső viszonyait a lehető legbővebb módon elemezhesse. Néhány kézenfekvőnek tűnő következtetést gyorsan levont: „Abból a körülményből, hogy nem minden bükkfa törzsében keletkezik álgeszt, először is biztosan következtethetjük, hogy a fák rendes gesztjével szemben, itt rendellenes képződéssel van dolgunk.” (Tuzson 1904) Megállapítja továbbá, hogy az álgeszt többnyire a korhadó ágcsapoktól indul ki, ahol a legszélesebb. Innen felfelé és lefelé szűkül, de felfelé nem hatol olyan gyorsan és messze, mint lefelé. Megállapítja, hogy a fa „organikus központja” (ma inkább úgy fogalmaznánk, hogy a bél körüli rész) általában az álgesztnek is a középtájára esik. Megfigyeli, hogy vannak elkülönült, a középrésztől távol eső álgeszt foltok is. Ezeket a sebhelyek körül keletkező, ún. „védőfával” azonosítja. Ugyanakkor megállapítja, hogy ezek a védőfák a seb beforradása után nem terjednek tovább. Elkülöníti az álgesztet a védőfától és az alábbi meghatározást adja: „A védőfa emez alakjaival szemben az álgeszt olyan képződmény, mely a fa organikus tengelyével mindig vonatkozásban áll, és ha egyszer keletkezett, úgy folyton terjed. E tekintetben tehát elütő a sebhelyek védőfájától és rokon a fák rendes gesztjével.” (Tuzson 1904).

További vizsgálatai alapján (Herrmann és némileg Hartig R. eredményeihez hasonlóan) arra a következtetésre jut, hogy „A fa az álgeszt képzésére a gombafonalak támadása által sarkalltatik.” (Tuzson 1904). Nem elégszik meg azonban ezzel az állítással és összehasonlítón vizsgálja a védőfa és az álgeszt viszonyát, illetve keletkezésük körülményeit. A kérdést így

teszi fel: “Miért keletkezik az álgesztnak nevezett védőfa az organikus központ körül, és miért nem idézhetnek elő a gombafonalak a fa középső részein kívül, a külső palástokban is ilyen folyton terjedő védőszövetet?” (Tuzson 1904). A jelenséget a szövetrészek fiziológiai állapotkülönbségével magyarázza. Míg a külső szöveti részek részt vesznek az anyagcsere folyamatban, addig a belső funkció nélküli sejtek többé-kevésbé ki vannak kapcsolva az életműködésből, ahol az álgeszt a gombafonalak támadása ellen keletkezik, és a belső részek fokozatos gyarapodása mellett szintén gyarapodhat. Végül megállapítja: “[a bükk] rendellenes gesztje... csak akkor keletkezik, ha az ágcsapokon át behatoló gombák a törzs belsejét tényleg meg is támadták.” (Tuzson 1904).

A paláston keletkező sérülések nem idéznek elő folyton terjeszkedő védőfát, ez csak a sebhely közvetlen közelében keletkezik. Ahhoz, hogy egy sérülésből álgeszt keletkezzen, szükséges, hogy a gombafonalak valamilyen módon (pl. ágcsapokon keresztül) kapcsolatba kerüljenek a belső szárazabb szövetrészekkel. (Tuzson, J.1904).

Tuzson kortársa, Münch elismerve Tuzson megállapításait, azokat azzal egészítette ki, hogy a levegő és a gombák együttes jelenléte szükséges a belső szövetekben az álgeszt kialakulásához. Ez úgy is végbemehet, hogy az ágcsapok mentén, vagy nagyobb sérülések mentén jut be a levegő a fa belsejébe (Münch 1910).

Az első világháború megakasztotta a bükk kutatását is, aminek az azt követő gazdasági nehézségek sem kedveztek. Mégis, a körülmények kényszerítő ereje, illetve a rendkívüli hideg tél, mely beköszöntött Európába 1928-29-ben, új lendületet adott a bükk kutatásának. Ez a rendkívüli hideg megisméltódott 1940-42 között is. Münch nézete, mely szerint levegő is kell az álgesztesedés beindulásához, nem csak gomba, megerősödött szakmai körökben, miután a nagy hidegek nyomán újfajta álgeszt típusal szembesültek. Ezt elnevezték fagygesztnak. Erősödött az a nézet, hogy a fagy önmagában véve is elegendő oka az álgesztesedésnek (Bittmann 1930, Mörath 1931., Larsen 1937, 1943, Zalcik 1936, Rennerfelt és Thunell 1950). Bár Liese talált gombafertőzött fagygesztes anyagot, azt valamennyi kortárs utólagos

fertőzésnek könyvelte el (Liese 1930). Többnyire elfogadott, hogy a fagygeszt nem egy elkülönülő, újfajta álgeszt, hanem tulajdonságaiban azonos, csupán a kiváltó okok közé a rendkívüli hideg időt is fel kell vennünk.

A második világháború után a bükk megkezdte hódító útját a bútoriparban. Ezzel párhuzamosan fokozódott az igény az álgesztes faanyag részarányának lehetőség szerinti csökkentésére, illetve új utakat kerestek az álgesztes faanyag hasznosítására.

A közelmúlt németországi kutatásai közül ki kell emelni a freiburgi kutatóintézet kollektívájának munkáját. Megállapításaik közül a legérdekesebb, hogy a csillagos álgeszt a gyökfőből kiinduló problémának tűnik. Ez arra utal, hogy a gyökér sérülései felelősek lehetnek a csillagos álgeszt képződéséért. Az elvégzett vizsgálatoknál a csillagos álgeszt a gyökfőtől hat méteres törzsmagasságig jelenik meg. Ez a teória még további igazolásra vár. A termőhely szerepének eldöntése szintén további vizsgálatokat igényel (Mahler és Höwecke 1991).

Az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőhasználati Tanszéke 1994-ben fejezte be a HM Veszprémi Erdőgazdaság Rt. megbízásából a Zirci Erdészetről folytatott kutatást a bükk álgesztesedésével kapcsolatban (Rumpf 1994). A világosan kitűzött gazdasági cél az Erdőgazdaság bükköseiben folytatandó fahasználat optimalizálása, a kitermelendő álgesztes rönkök, illetve az álgeszt mértékének minimalizálásával. A kitűzött célt igen körültekintő munkaprogrammal valósították meg. Az irodalmi feldolgozásból érdekes Sopp L. adatfelvételeinek értékelése. Ez azt mutatja, hogy bár a minta eloszlása nem optimális, óvatos következtetések mégis levonhatók. Így a 61-80 év közötti korosztályban reálisan az álgesztes rönkök aránya 27-28%, míg a 121-140 év közötti korosztályban ez az arány kb 40% (Sopp 1974). Ennek az adatnak némileg ellentmond Horváth munkája 1996-ból. Ő azt állítja, hogy az általa megvizsgált területekről származó rönkök között az álgesztesek aránya 100 éves korban 49% , 110 éves korban 68% és 120 éves korban 91% (Horváth 1996).

Rumpf és tsai. vizsgálatukba 146 db törzset vettek fel, ami 1200 db választékot jelent. E nagy mennyiségű minta feldolgozása

után legfontosabb következtetéseiket az alábbiak szerint foglalhatjuk össze (Rumpf 1994):

- Az utóbbi időszakban egyértelmű szárazodás figyelhető meg a vizsgált térségben, miközben az átlaghőmérséklet nem változott.
- A kisebb-nagyobb sérülések a törzsön nem eredményeznek álgesztesedést, ha mélységük nem haladja meg a nedves szíjács vastagságát.
- Az álgesztképződés oka olyan fertőzési kapu kifejlődése, mely "száraz alagút" vagy nyílást, repedést hoz létre a kívülről behatóló gombáknak.
- A vizsgált területen az álgesztesedés kezdete 60 éves korra tehető, amikor is a mellmagassági átmérő eléri, ill. meghaladja a 25-30 cm-t.
- A kornak jelentős hatása van az álgeszt kialakulására és terjedésére.

Az ugyanannál az erdőgazdaságnál két év múlva lefolytatott vizsgálatok is megerősíteni látszanak azt a megállapítást, hogy a 100 év fölött tartott állomány álgesztesedése rohamos. Míg a 100 éves átlagos rönk álgeszt területe 5,3%, 110 éves korban már 10,5% és 120 éves korban 17,3% (Horváth 1996).

Érdeemes az álgeszt problémáját nem csak a bükk sajátosságainak figyelembevételével vizsgálni. A helyes megközelítés érdekében más fafajok álgesztesedési folyamatainak megismerése is segíthet. A legfontosabb álgesztesedő fafajunkat az elmúlt száz évben lankadatlanul vizsgálták a szakemberek az álgesztesedés okának, kialakulásának és fejlődésének titkait kutatva. Az elmúlt 50 évben fontossá vált nyár és cser fafajok álgesztjének szakirodalmi szerényebb. Büszkéek lehetünk rá, hogy a legátfogóbb nyár álgeszt kutatást Magyarországon folytatták.

Már 1957-ben Pagony Hubert behatóan foglalkozott a nyárfaállományok egészségi állapotával és különösen az álgeszttel. Megfigyelte, hogy a nyárfák бүтү metszetében a csekély színbeli eltérés ellenére is jól felismerhető az álgeszt (Pagony 1957). További kutatásokat is végzett. Megállapításai közül az alábbiak tekinthetők legfontosabbaknak (Pagony 1962):

- A kiváltó okok alapján három álgesztesedési forma különböztethető meg: sebgeszt, gom-

bás álgeszt és fagygeszt. A három álgesztesedési forma anatómiailag nem különíthető el.

- Bebizonyosodott, hogy a nemesnyarak álgesztesedését gombák okozzák, amelyek sebzéseken és rovarjáratokon keresztül hatolnak a fatestbe. A dugványról való szaporítás csak részben okozza a fák álgesztesedését.
- Álgesztesedés esetén a fehérsnyaroknál nagyobb mértékű a tilliszképződés, mint a fekete és nemes nyaroknál. Az elszíneződés a bélsugár testekben indul meg. Az őszi pászta általában erősebben álgesztesedik. Az edények többsége bőségesen képződő tilliszszel és gumyszerű anyagokkal tömődik el.
- A döntött próbatörzsek bevizsgálták, hogy a mag- és sarjeredetű egyedek egyaránt álgesztesedhetnek. Erős mértékű álgesztesedés esetén még a gyökerek tövi része is elszíneződhet. Az ágcsomók közelében mindig erőteljesebb az álgesztesedés.
- Az álgesztesedés bélkorhadásba megy át. Mind az álgesztesedést, mind a bélkorhadást előidéző gombafertőzés legtöbbször fagylécen vagy ágcsomokon keresztül történik.
- A laboratóriumi tenyésztési vizsgálatok bevizsgálták, hogy a fehérsnyarok törzsében keletkező álgeszt gombás eredetű.
- Az álgesztes faanyagban csak igen gyéren van gombafonal az ágcsomók körül. A fagyléces helyeken és egyéb sebzések környékén azonban nagyobb mennyiségben található. A gombafonalak gyakran klamidospórák állapotban vannak, többnyire ugyanis nincs biztosítva számukra az életfeltételükhöz elegendő oxigén. A vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a fehér- és szürkenyarak álgesztesedését gombák okozzák. A fertőzés mindig sebzés útján következik be.
- A laboratóriumi gombabontási vizsgálatok igazolták, hogy a fehér- és szürkenyarak gesztje ellenálló a gombatámadással szemben. A bontás az egészséges gesztnél nagyobb mértékű volt, mint az álgesztnél. Ez világosan bizonyítja, hogy az álgesztes faanyagban felhalmozódó anyagok akadályozzák a gombák növekedését és csökkentik a

bontási intenzitást. Az álgesztes faanyag tehát jobban ellenáll a gombatámadásnak.

Miután Pagony azt tapasztalta, hogy a fertőzés mindig sebzés után következik be, további vizsgálatait a nyárfa nyesésének szentelte. A kísérletre 45 db törzset jelölt ki, majd két egymást követő évben összesen 332 töre és 278 db csonkra vágott ágsebet hozott létre. Összesen tehát 610 db ágsebből vonta le következtetéseit az alábbiak szerint:

- A sebhelyeknek és ágcsomkoknak égtáj szerinti kitétsége nem befolyásolja az álgesztesedés, gombafertőzés és a behegedés mértékét.
- A sebfelület nagyságának növekedése fokozza az álgesztképződést és a gombafertőzést, és csökkenti a behegedés ütemét. Főleg a 4 cm-nél vastagabb ágaknál tapasztalható, hogy többségükben a sebfelület egy éven belül nem forr be.
- Döntő jelentőségű a nyesés időpontjának helyes megválasztása. A tavasszal nyesett ágak sebhelyei forranak be leggyorsabban. Az egyéb időszakban nyesettek jellemzően nem hegednek be egy éven belül.
- A gombafertőzés és a behegedés üteme közötti összefüggés világos bizonyíték. Az első évben behegedett sebeknek mindössze 9% -a gombafertőzött.
- A sebhelynagyság és álgeszt összefüggés szintén jellemző. A max. 20 mm seb nyomán 24 % álgesztesedett bélig, míg 76% csak a csonkra korlátozódott. A 21-40 mm átmérőnél ez az arány már 40:60, a 41-60 cm átmérőnél pedig 93:7 (!). Világosan látszik, hogy az álgesztesedés mértéke függ a sebfelület nagyságától. (Pagony 1967).

Míg a bükk és a nyarak álgesztesedési kérdéseivel kapcsolatban magas szintű tudományos előzményekkel rendelkezünk, addig a cserfafaj ebből a szempontból mostohagyerek. A legkiterjedtebb munkát a Faipari Kutató Intézet végezte Erdélyi György vezetésével. A cserfálgesztjére vonatkozó megállapításai a következők: a legvalószínűbb feltevés szerint az álgeszt képzéssel az élőfa a gombafertőzések ellen preventíve védekezik, miután az álgeszt nem jelenti minden esetben a fertőzés megtörténtét. Az egészséges álgeszt az eszté-

tikai értékvesztéstől eltekintve nem befolyásolja jelentősen a faanyag felhasználását, az ún. „csillagos” álgeszt azonban minden esetben fertőzésre utal, és előrehaladott stádiumban úgyszólván alkalmatlanná teszi a faanyagot ipari felhasználásra. A csillagos álgeszt formájának legvalószínűbb magyarázata szerint a micéliumok a legkisebb ellenállást kifejítő parenchimatikus sejtekből álló bélsugarak irányába terjeszkednek, és így jön létre a csillagos rajzolat (Erdélyi 1966).

Áttekintve az álgeszt szakirodalmát, megállapíthatjuk, hogy mind a mai napig nem alakult ki egységes nézet az álgeszt keletkezésével, terjedésével és minőségével kapcsolatban.

Az álgeszt anatómiája és fajtái

A fatest belső, szállítást és tápanyagraktározást általában nem végző részét gesztnek nevezzük. Az élőfában a gesztesedési folyamat kétféle módon történhet. Egyrészt az életműködésüket befejező faparenchima és bélsugarsejtek elhalásuk előtt különböző gesztesítő anyagokat választanak ki, amelyek berakódnak a sejtfalakra, sejtüregekbe, sőt még a szomszédos sejtekbe is. Így kerülnek a fatestbe járulékos anyagok (pl: gyanták, latex, stb). Másrészt az edényeket (ritkán az áledényeket is) a gesztesedési folyamatban parenchimatikus töltősejtek, tilliszek tömítik. A tillisztesedés fafajokra jellemző. A kétféle gesztesedési mód együttesen is jelentkezhet (Molnár 1999). A geszt színe általában eltérő, és így könnyen megállapítható a geszt-szíjács arány. Vannak azonban színes geszt nélküli fák is. Gesztesedésük mértékében jelentős eltérések lehetnek. Egyeseknél a fatest külső (élő) és belső (élettelen) részeinek tulajdonságai és víztartalma között gyakorlatilag nincs különbség. Az ilyen fafajokat “szíjácsfáknak” nevezik (Kovács 1979). A geszt tehát önmagában is változatos formában, fafajra jellemzően jelenik meg és néhány kivételtől eltekintve követi az évgyűrűk vonalát, ellentétben az álgeszttel, mely színes és színtelen geszttel rendelkező fafajoknál egyaránt megjelenhet, nem tartva tiszteletben az évgyűrű vonalát.

Mikroszkópikusan megfigyelhető, hogy az álgesztesedés bőségebb tilliszképződéssel jár. A tilliszek tulajdonképpen hólyagszerű képződmények, amelyek az edényeket övező

parenchimatikus sejtek plazmaanyagából képződnek. A gödörkenyílásokon keresztül nyomulnak be az edényekbe, melyeket kitöltnek. A normális gesztesedéssel szemben az álgesztesedéskor a tilliszek képződése meghatározódik. Szintén megfigyelhető, hogy barna, gumyszerű járulékos anyagok rakódnak rá az edények belső falára. Megjegyzendő, hogy az álgesztesedés először a bélsugársejtekben következik be. A nyarak esetében megállapítható, hogy az őszi pászta általában erőteljesebben álgesztesedik (Pagony 1962).

Mint a fentiekből látjuk, a tilliszek képződése kulcsfontosságú folyamat az álgesztesedés során. Leszögezhetjük, hogy a tilliszek előfordulása a legtöbb lombos fában természetes jelenség. Leggyakrabban a gesztben lévő edényekben található, de sebzési helyeken a szíjácsban is kialakulhat (vö. "védőfa", Tuzson 1904). Általában azokban a sejtekben alakul ki, ahol a gödörkenyílás átmérője meghaladja a 10 µm-t.

Az álgesztesedés esetén a szomszédos parenchimasejtekből olyan nagy mennyiségben képződhetnek tilliszek, hogy szorosan egymáshoz tapadva az egész sejtüreget kitöltik. Alakjuk nagyon változatos, falaikon gyakran látható a primer gödörkemezőhöz hasonló elvékonyodás. Az edényáttörések perforációs lemezeinek felszívódását megelőzően a hossz- és bélsugárparenchimák sejtfa egy úgynevezett védőréteg lerakódása következtében gyakran módosul. Ez a védőréteg hasonlít az elsődleges sejtfalra, de a sejtüreg felől rakódik rá a meglévő másodlagos sejtfalra. A lerakódás sejt differenciálódási folyamat vége felé történik és nyilvánvaló, hogy elszigeteli a parenchimasejtet az edénytől. A védőréteg a sejtüreg felől a teljes felületet beborítja, beleértve a gödörkéket is, de az edény melletti falon általában vastagabb. Valószínű, hogy amikor enzimikus folyamat eredményeként az edényekben a perforációs lemezek felbomlanak, néhány gödörke membránja is részben vagy teljesen elbomlik. A nem lignifikálódott védőréteg behúzódik a nyitott gödörkenyílásba, majd folytatva a felületi növekedést tillisz bimbóvá fejlődik. Ezek a bimbók kétrétegű sejtfallal rendelkeznek, és rendszerint addig fúvódnak hólyagszerűen az edény belsejébe, amíg megállítja őket az edény sejt-

fala, ill. ugyanabból vagy másik parenchimasejtből származó tilliszek. A védőréteg tehát a tilliszek falában folytatódik. A parenchimasejt magja és a citoplazma egy része általában átkerül a tilliszbe. Az edényeket eltömő tilliszek csökkentik a fatest permeabilitását. Ez az élőfa számára mindenképpen előnyös tulajdonság, hiszen elszigetelődhetnek a megsérült részek. (Butterfield és tsai. 1997).

Már említettük, hogy az életműködésüket befejező faparenchima és bélsugársejtek elhalásuk előtt különböző gesztesítő anyagokat választanak ki, amelyek berakódnak a sejtfalakba, sejtüregekbe, sőt még a szomszédos sejtekbe is. Az álgeszttel összefüggésbe hozhatók ezek közül az anyagok közül a kristályok és a fagumi. Kristályok főként a lombosfákban fordulnak elő. Leggyakrabban kalcium-oxalát, de kalcium-karbonát és ritkábban kalcium-foszfát kristályok is kialakulhatnak. A kristályok hossz- és bélsugárparenchima sejtekben képződnek, de előfordulhatnak rekeszes rostokban és tilliszekben, s néha edényekben is. Az edényekben általában gombafertőzés hatására alakulnak ki. A hosszparenchimákban a kristály előfordulhat egyetlen sejtben, de kitöltheti az összes egymás alatt lévő sejtet is. A bélsugarakban az álló sejtek tartalmaznak leginkább kristályos anyagokat, közöttük is azok, amelyek feltűnően magasak. Néhány fában sötét színű szerves anyag képződhet. A fagumi képződését sérülés is kiválthatja; ilyenkor gyakran nagy, lencse alakú tömlőkben található. Lombosfák fatestében esetenként megfigyelhető, hogy az edényeket polifenol anyagok és kalcium sók keveréke teljesen eltömi. (Butterfield és tsai. 1997).

Összefoglalás

Értékelve a szakirodalmi adatbázist, valamint saját tapasztalataimat, lényegében elfogadhatónak tartom Mahler és Höwecke álgesztekre vonatkozó felosztását némi kiegészítéssel az alábbi szerint (Mahler és Höwecke 1991):

1. Szabályos álgeszt vagy vörös geszt vörösbarna színű és a bütüfelületen megközelítőleg kör alakú. Természetesen nem követi az évgyűrű vonalát. A törzs középső részén található, hosszirányban enyhe orsó alakot formáz. Edényrendszere tilliszsesedett és a gesztesítő anyagok berakódása miatt vöröses a színe. Ide

sorolható a szürke- vagy fagygeszt is, mely a vörösgeszt egy különleges formája. A fagygeszt gyakran a normál vörös gesztre rakódik rá, és színre, alakra igen változékony (Bosshard 1974).

2. A felhőalakú álgeszt típus több zónából épül fel. Az egyes zónahatárok sötétebb csíkkal választódnak el egymástól. A színe olyan, mint a vörösgeszté. A sötétebb elválasztó csíkok egy-egy álgesztesedési periódus határát jelzik.

3. A szabálytalan álgeszt típus nincs kapcsolatban a béllal. Leginkább az irodalomból többször említett sebgesztnek felel meg. A fának ez a reakciója a seb szűk környezetére korlátozódik. A sebgeszt a fa további növekedésével, idővel sem alakul át szabályos vagy csillagos álgesztté.

4. A csillagos álgeszt típus az előző három fajtától leginkább abban különbözik, hogy minden esetben jelen vannak a biotikus kártevők. Színe barnásszürke, formája szabálytalan, cikcakkos kiszögelésekkel. A csillagos álgeszt magassági kiterjedése általában kúpalakú, és a gyökfő tájékán szinte a teljes törzskeresszmetsetet uralja.

Ahogy a fentiekből is kitűnik, az álgeszt változatos megjelenési formáinak ismerete a gyakorlati felhasználó szempontjából azért fontos, mert bizonyos megjelenési formák (pl. a csillagos álgeszt) szinte száz százalékos bizonyossággal gombafertőzöttek. A továbbfeldolgozás számára csak az egészséges, gombaferőtőzés mentes választékok jöhetnek számításba. Ezek fizikai, mechanikai tulajdonságai, valamint esztétikai jellemzői döntik el további lehetőségeiket a feldolgozás vertikumában.

Irodalomjegyzék

1. Bittmann, O. 1930. "Frostkern" der Rotbuche. Holzmarkt 22(135):3-4.
2. Bosshard, H. H. 1974. *Splintholz-Kemholz-Umwandlung*. In: *Holzkunde Bd. 2, Biologie, Physik und Chemie des Holzes*. Birkhäuser Verlag, Basel.
3. Butterfield, B., Meylan, B., Peszlen, I. 1997. *A Fatest háromdimenziós szerkezete*. Faipari Tudományos Alapítvány, Budapest
4. Erdélyi Gy. 1966. *A cserfa (Quercus Cerris) Komplex felhasználása*. Faipari Kutatások 1966(2):3-76
5. Hartig, R. 1882. *Untersuchungen Forstbotan. Inst. München II.* 4 és 52.
6. Hartig, R. 1901. *Holzuntersuchungen, Altes und Neues*. Berlin
7. Hartig, R. Weber, R 1888. *Das Holz der Rotbuche*. Berlin
8. Hartig, T. 1851. *Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen*. 211. Berlin.
9. Herrmann, E. 1902. *Über die Kernbildung bei der Rotbuche*. Zschr. Forest-Jagd. 34, 596.
10. Horváth, Gy. 1996. *A Veszprémi Erdőgazdaság által kezelt bükkösök korfüggvényű álgesztváltozása és a változással összefüggő ökonómiai és erdőművelési következtetések*. HM. Erdőgazdasági Rt Veszprém. Nem publikált munka.
11. Kovács I. 1979. *Faanyagismeret*. Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
12. Larsen, P. 1943. *Die Bedeutung der Winterkälte für die Kernbildung der Buche*. Schweiz. Zschr. Forstw. 94, 265 - 272.
13. Liese, J. 1930. *Auffallende Kernbildung beim Buchenholz*. Holzmarkt 305 1. Beilage.
14. Mahler, G. Höwecke, B. 1991. *Verkernungsercheinungen bei der Buche in Baden-Württemberg in Abhängigkeit von Alter, Standort und Durchmesser*. Schweiz. Zeits. Für Forstwesen, Jg. 142, S.375-390.
15. Molnár S. 1999. *Faanyagismeret*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
16. Mörath, E. 1931. *Der Forstkern der Buche*. Deutsch. Forstwirtschaft. 13, 213-215
17. Münch, E. 1910. *Über krankhafte Kernbildung*. Naturwiss. Zschr. Forst u. Landwirtschaft. 8, 533-547, 553-569
18. Nečesaný, V. 1958. *Jádro buku, struktura, vznik a vyvoj*. Vydavateľstvo Slovenskej Akadémie Vied. Bratislava
19. Pagony H. 1957. *Nyárfaállományok egészségi állapotának vizsgálata, különös tekintettel az álgesztre*. Az Erdőmérnöki Főiskola Közleményei. No.1. p.51-65. Sopron.
20. Pagony H. 1962a. *A fehér- és a szürkenyár álgesztesedése*. Erdészeti kutatások 1-3. 103-121. Budapest.
21. Pagony H. 1962b. *A nyárfa álgesztje és béلكorhadása*. In: Keresztesi B. szerk.: *A magyar nyárfatermesztés*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
22. Pagony H. 1967. *A nyárak nyesésének kérdése, különös tekintettel az álgesztesedésre és a gombafertőzésre*.
23. Rennerfelt, E. Thunell, B. 1950. *Undersökningar över bokens rödkärna*. Medd. Stat. Skogsforskning-sint. 39(4):1-36
24. Rumpf J. 1994. *Bükk álgesztesedés vizsgálata a zirci erdőzetnél*. Erdészeti és Faipari Egyetem, Erdőhasználati Tanszék Sopron. Nem publikált.
25. Sopp L. 1974. *Fatömegszámítási táblázatok – fatermeszi táblákkal*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
26. Strasburger, E. 1891. *Über den Bau und die Vorrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen*. Jena. 275.

27. Tuzson, J. 1904. *A Bükkfa Korhadása és Konzerválása*. A m. kir. földművelésügyi minister kiadványai 17. Szám.

28. Zalčík, R. 1936. *Impregnácia pražcov a hospodárenie pražcami v Nemecku*. Čs. spol. pro zveleb. dřev. hosp., sv.1, Praha

Lignocellulóz-polipropilén kompozitok mechanikai tulajdonságainak javítása

Anand Sanadi, John Hunt, Kovácsvölgyi Gábor, Sanjot Kurhana, Brian Destree, Daniel Caufield *

Improving the mechanical properties of lignocellulose-polipropylene composites

New materials and composites that have both economic and environmental benefits are being considered for applications in automotive, building, furniture and packaging industries. Wood and annual plant fibers – as fillers and reinforcements – have significant advantages especially in stiffness and strength in different sort of polymer-matrix composites. Manufacturing methods of high fiber content (75%) composites have been developed. The present research project is part of a comprehensive research program aimed at achieving thorough understanding of the processing mechanism of high fiber filled thermoplastics, and increasing the composite's fiber content up to 95%. Additional fiber treatments are needed to achieve this low level of polymer content through significant improvement of fiber-matrix bonding.

Key Words: Wood-polymer composites, Mechanical properties

Bevezető

Az ipari fejlődés során egyre több környezeti problémával kell szembenéznie a műszaki szakembereknek, melyek egyik leg-súlyosabb kérdése a kommunális hulladék elhelyezése és legtöbb esetben annak elrejtése. Számos módszert dolgoztak ki a hulladékok hatékony tárolására, de az igazi megoldást feltétlenül a lakossági hulladék mennyiségének csökkentése, illetve a feleslegessé vált, környezetet terhelő anyagok újrahasznosítása jelentené.

A jelen tanulmány egy olyan faipari kutatási program eredményeire épül, mely az újrahasznosított anyagok gazdaságos alkalmazásának lehetőségeit keresi a polimer csomagoló anyagok területén, polimermátrix-lignocellulóz kompozit termékek készítése céljából.

Polimermátrix-lignocellulóz kompozit termékek tulajdonságai

A modern kompozit termékek általában kétféle anyag előnyös „házasságaként” állíthatók elő. Összetételüket úgy tervezik meg, hogy az alapanyagok előnyös tulajdonságai (szilárd-

ság, hőállóság, mérettartás, alapanyagár stb.) optimális mértékben járuljanak hozzá az előállított anyag mechanikai, fizikai, ökonómiai és egyéb paramétereire.

Nincs ez másként a polimermátrix-lignocellulóz kompozitok előállításánál sem, mivel ez esetben a lignocellulóz rostok jó húzószilárdsága és viszonylag alacsony ára társul a polimerek jó víz- és időjárásállóságával, szilárdító-képességével, keménységével valamint újrahasznosíthatóságával. A létrejött polimermátrix-lignocellulóz kompozit mind mechanikai, mind pedig lényeges fizikai tulajdonságait tekintve eléri, sőt felülmúlja a hagyományos műgyanta ragasztóanyagokkal elkészített farost ill. forgácslemezek tulajdonságait (Sanadi 1998).

Ki kell emelnünk továbbá az új anyag-szerkezet környezetvédelemben betöltött szerepét, hiszen a poliolefin hulladék csomagolóanyagok elhelyezése egyre nyomasztóbb problémát okoz a társadalom számára. A műanyag csomagolási megoldások dominanciája miatt a hulladékkezelés jelenleg leghatékonyabb módja azok újrahasznosításának megoldása. Ezért a továbbiakban a tanulmány a polimerek halmazá-

* Anand Sanadi, Asst. Prof., Dept. of Biosystems Engineering, U. of Wisconsin, Madison, WI, USA; John Hunt General Engineer, USDA Forest Products Laboratory, Madison, WI., USA; Kovácsvölgyi Gábor, doktorandusz hallgató, NyME Lemezipari Tanszék; Sanjot Kurhana és Brian Destree MS. students, Dept. of Chemical Engineering, U. of Wisconsin, Madison, WI, USA, és Daniel Caufield Assoc. Technical Editor, Pulp and Paper Science