

## I. A kutatás előzményei és célkitűzése

Magyarország faellátottságát tekintve a gyorsan növő fafajok ültetvényeiből kikerülő faanyag minőségének javítása rendkívül fontos. A dolgozat megírására az ösztönzött, hogy az erdőgazdálkodással, fafeldolgozással foglalkozó szakemberek számára információkat adjak az ültetvényes erdőkben származó faanyag tulajdonságairól, valamint összehasonlító vizsgálatokkal rámutassak az egyes fajták (klónok) közötti eltérésekre. Az ültetvényes faanyagok anatómiai és műszaki jellemzői közötti összefüggések vizsgálata segítséget nyújthat a jövőben a fafelhasználás eredményesebb elősegítésében.

A hálózatba telepített fa szöveti szerkezete eltér a természetes vagy természet szerű erdőben növő fa szerkezetétől. Az egyedek ültetési távolságának, vagyis a hálózat nagyságának megválasztása a fa növekedési körülményeinek változtatását teszi lehetővé. A kezdeti szűk hálózatok problémái indokolták az ültetési távolságok növelését, és az ezekből a hálózati kísérletekből származó faanyag vizsgálatát. Dolgozatommal az erdőtelepítéssel foglalkozó szakemberek számára információkat szeretnék adni arra vonatkozóan, hogy mely hálózatokban növő faanyagok produkálják a legjobb faanyagtulajdonságokat faipari feldolgozás szempontjából.

Hazánkban a fenyők közül az erdei-, fekete- és lucfenyőnek van gazdasági jelentősége. A hazai viszonyok között termesztett erdeifenyő szilárdági értékei eltérnek a szakirodalomból ismert adatoktól. Így az itt növő erdeifenyő lazább szöveti szerkezettel rendelkezik. A lucfenyő ellenben kedvező tulajdonságokkal rendelkezik, minősége eléri esetenként meg is haladja az import luc minőségét. Míg hazánkban a nyár és akác fajták (klónok) vizsgálatával számos kutatás foglalkozott addig a fenyők szöveti, szerkezeti és fizikai tulajdonságait illetően hiányosságok fedezhetők fel. Az eddig elvégzett klón vizsgálatok, fenyők esetében, főként erdészeti oldalról közelítették meg a problémát. Dolgozomban a fa felhasználásával foglalkozó szakemberek számára nyújtok információkat az erdeifenyő és a lucfenyő fajták faanyagtulajdonságairól.

## A kutatás céljai:

- Az ültetvényes erdőkben termesztett fák faanyagának minőségét meghatározó jellemzők közül néhány makroszkópos szöveti, mikroszkópos szerkezeti, rostmorfológiai és fizikai tulajdonság vizsgálata.
- A nemesítők által létrehozott, vegetatív szaporítású fajták (klónok) faanyagtulajdonságaiban fellelhető különbségek feltárása.
- A különböző hálózatokba telepített törzsek vizsgálata annak érdekében, hogy értékes információkat nyerjek az ipari felhasználás szempontjából, mely telepítési mód a legkedvezőbb.
- A faanyagok telítéséhez, hidrotermikus kezeléséhez elengedhetetlen ismernünk a faanyag áteresztési tulajdonságait. A kutatómunka további célja a fa fizikai tulajdonságai közül a folyadékáteresztő képesség vizsgálata, és ezzel összefüggésben egy fenyőkre vonatkozó új metódus kidolgozása.
- A fenyők faanyagának túlnyomó részét alkotó tracheidák másodlagos sejtfalát alkotó mikrofibrillák lefutási irányát meghatározó módszer, amely kereszteződési mező gödörkenyílás irányának mérésén alapul, alkalmazása hazai körülmények között, valamint a mérés hatékonyságának megvizsgálása.

## II. A kutatás módszere

A lucfenyő anyag összesen 41 klón 157 törzsének vizsgálatának elvégzése történt meg a kutatás keretében, míg az erdeifenyő esetében 3 klón 23 törzsének faanyagtulajdonságait vizsgáltam meg. Az erdeifenyő esetében a három klón négy különböző hálózatból származott (2x2; 8x2; 8x6; 8x16).

Mindkét fenyő, tehát a lucfenyő és az erdeifenyő mintatörzsek anyagán makroszkopikus, mikroszkopikus szöveti és fizikai jellemzők vizsgálatára került sor. A vizsgálatok megtervezésénél egyrészt figyelembe kellett vennem a faanyag nedvességi állapotát, másrészt pedig, hogy törzsenként egy 2,5-3 cm vastagságú korong állt a rendelkezésre. Elsődleges célom az volt, hogy a komplexitás érdekében minél több faanyagtulajdonság mérését próbáljam biztosítani a korongokon. Ehhez egy olyan sémát dolgoztam ki, amely segítségével a korongokat részekre osztottam. A részekre osztott faanyagon két egymásra merőleges tengely mentén 2x2 cm-es próbatestek kialakítására került sor. Ezzel a módszerrel az egyes faanyagtulajdonságok radiális irányú nyomon követésére is lehetőség volt.

A korongokon végrehajtott vizsgálatok a következők:

- törzsátmérő meghatározása
- külpontosság meghatározása
- évgűrűszélesség mérése
- tracheidahosszúság mérése
- sejtfal-lumen arány meghatározása
- mikrofibrillaszög mérése
- bázis sűrűség mérése
- térfogati zsugorodás mérése
- permeabilitási vizsgálatok
- nyomószilárdság meghatározása

A vizsgálatok közül a másodlagos sejtfalat felépítő mikrofibrilla szögének mérése valamint fenyők esetében a folyadékáteresztőképesség vizsgálata első ízben került meghatározásra hazánkban.

### III. Módszertani, mérés technikai eredmények

A gyakorlatban kiemelkedő szerepe van a lucfenyő védőszeres telítésének. A telíthetőség szoros kapcsolatban áll a folyadékáteresztő képességgel. Ez utóbbi vizsgálatokhoz Magyarországon először alakítottam ki mérőrendszert.

A folyadékáteresztési vizsgálatok eredményeként az etilalkohol ( $C_2H_6O$ ) 80 %-os vizes oldata bizonyult a legjobb áteresztő folyadéknak. Ezt apoláros voltának köszönheti, mivel jól nedvesíti a faanyagot, és más oldószerhez képest kevésbé roncsolja a faanyag szerkezetét. A mérések alapján megállapítottam, hogy a lucfenyő átlagos folyadékáteresztési értéke  $7,61 \cdot 10^{-6}$  darcy ( $0,776 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3/\text{m} \cdot \text{Pa} \cdot \text{s}$ ), ami nagyon alacsony, ez is bizonyítja a lucfenyő nehéz telíthetőségét. Továbbá a klónok közötti vizsgálatok eredményeként bebizonyosodott, hogy a gödörkék aspirációjának mértéke egy törzsön belül is változhat, amely nagymértékben befolyásolja a mérési eredményeket.

A dolgozat keretében elvégzett mikrofibrillaszög mérés, amely szintén úttörő jellegű hazánkban, eddig ilyen vizsgálatok elvégzése nem történt, bebizonyította, hogy a fa szöveti változékonyságából adódó különbségek miatt a klónok közötti eltérések feltárása szinte lehetetlen. A faanyag szövetében történő elváltozások, pl. reakciófa kialakulása, a mikrofibrillák lefutási irányát nagymértékben megváltoztatja, és így már a klónokon belül is nagy változékonyság tapasztalható. A tracheidák sejtfalában elhelyezkedő mikrofibrillák lefutási irányát a „*keresztződési mező gödörke nyílás irányán alapuló módszerrel*” mértem meg, amely módszer a külföldi kutatók előtt nem ismeretlen. Megállapítottam, hogy ez a módszer nagyszerűen alkalmas a fenyő faanyagban előforduló reakciófa (nyomottfa) meghatározására, amely kimutatása néha nehézkes mivel előfordulhat, hogy a nyomottfát tartalmazó faanyag semmiféle színváltozást sem mutat. A faipar számára értéktelenebb az a faanyag, amely reakciófát tartalmaz, hiszen műszaki tulajdonságaikat nagymértékben befolyásolja annak jelenléte.

#### IV. Új tudományos eredmények tézisszerű összefoglalása

1. Igazoltam, hogy a vizsgált erdefenyő hálózatok közül (2x2, 8x2, 8x6, 8x16) a 2x2 hálózatban növő egyedek rendelkeznek a legjobb faanyagtulajdonságokkal.
2. Megállapítottam, hogy lucfenyő fajtanemesítés jelentősen befolyásolja a faminőséget a vizsgált 41 lucfenyő klón közül kiválasztottam, melyek rendelkeznek fafeldolgozási és papíripari szempontokat figyelembe véve kedvező tulajdonságokkal. Így a következő 6 klón termesztésére teszek javaslatot: '2454', '25177', '25194', '27140', '28114', '28396'.
3. Megállapítottam, hogy az erdefenyő fatest minőségét a fajtanemesítés kevésbé befolyásolja mivel a dolgozatban vizsgált 3 erdefenyő klón között, fafeldolgozási és papíripari szempontokat figyelembe véve, a vizsgált anatómiai, fizikai és mechanikai tulajdonságok alapján nincs számottevő különbség.
4. A faanyag természetes védelmének növelése a különböző telítési eljárások során, valamint a hidrotermikus kezelésekhez ismernünk kell a faanyag áteresztési tulajdonságait. Hazai viszonyok között először határoztam meg a lucfenyő folyadékáteresztési tulajdonságait. A vizsgálatok eredményeként átlag  $7,61 \cdot 10^{-6}$  darcy értéket kaptam az egész populációra, amely bizonyítja a lucfenyő nehéz telíthetőségét.
- 5.1. Magyarországon elsőként határoztam meg az erdefenyő és lucfenyő faanyag tracheidájának sejtfalában elhelyezkedő mikrofibrillák lefutási irányát a „kereszteződési mező gödörke nyílás irányán alapuló módszerrel”. Megállapítottam, hogy a vizsgált erdefenyő anyag közel 80%-a nyomott fával rendelkezett.
- 5.2. Javaslatot teszek a fenyők nyomottfájának kimutatására a mikrofibrillák lefutási irányát meghatározó „kereszteződési mező gödörke nyílás irányán alapuló módszer” használatára, mivel a vizsgálati eredményeim alapján a reakciófa pontos meghatározására megbízhatóan alkalmas.

6. Megállapítottam, hogy a vizsgált hazai származású erdeifenyőnél a „juvenilisfa” 15-17 évgyűrűt foglal magába és a „juvenilis hatás” markánsan tükröződik a fizikai és mechanikai tulajdonságokra. Tehát az erdeifenyő vékonyabb hengeresfa választékai gyengébb műszaki tulajdonságokkal rendelkeznek. A lucfenyő vizsgálatok azt igazolták, hogy a juvenilisfa mindössze 10-12 évgyűrűt foglal magába. A vékonyfalú, korai tracheida állomány miatt a „juvenilis hatás” nem tükröződik a műszaki tulajdonságokon.

#### **IV: A témában megjelent tudományos közlemények:**

##### **Könyvfejezet:**

1. PAUKÓ, A. 2000: Hazai és egzóta haszonfák. Faipari Kézikönyv I. Szerk. Molnár, S. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron, pp. 89-110

##### **Nemzetközi konferencia kiadványban megjelent idegen nyelvű előadás:**

1. PESZLEN I.- SZOJÁKNÉ TÖRÖK K. -PAUKÓ A. 1999: Wood properties in *Pinus silvestris* clones, 2<sup>nd</sup> International Conference of PhD Students, University of Miskolc, Aug 8-14, pp. 55-61.
2. PESZLEN I.- SZOJÁKNÉ TÖRÖK K. -PAUKÓ A. 2001: Comparison of Anatomical and Physical Characteristics of Norway Spruce Clones, 3<sup>rd</sup> International Conference of PhD Students, University of Miskolc, 2001 Aug 13-19, pp. 215-218.

##### **Poszter**

1. PESZLEN I.- SZOJÁKNÉ TÖRÖK K. - NÉMETH R.- PAUKÓ A. 2000, Wood properties in *Picea abies* clones, Technical Forum Presentation, Forest Products Society 54<sup>th</sup> Annual Meeting, South Lake Tahoe, USA, Jun 18-21.
2. PESZLEN I.- SZOJÁKNÉ TÖRÖK K. -PAUKÓ A. 2001: Comparison of Anatomical and Physical Characteristics of Norway Spruce Clones, 3<sup>rd</sup> International Conference of PhD Students, University of Miskolc, 2001 Aug 13-19.

### **Magyar nyelvű folyóiratcikk**

1. PAUKÓ A. 1997: Az akác folyadékáteresztő képességének vizsgálata, Bútor és Faipar 3-4. pp. 24
2. PAUKÓ A. 1997: Miért előnyös az akác felhasználása a hordógyártásban, Magyar Asztalos és Faipar 09. pp. 142-143
3. PESZLEN I.- PAUKÓ A. 2001: A reakciófa kialakulása és tulajdonságai I., Magyar Asztalos és Faipar 11 pp. 134-135
4. PESZLEN I.- PAUKÓ A. 2001: A reakciófa kialakulása és tulajdonságai II., Magyar Asztalos és Faipar, 12 pp. 152-153
5. PESZLEN I.- PAUKÓ A. 2002: A reakciófa kialakulása és tulajdonságai III., Magyar Asztalos és Faipar, 01 pp. 134-135
6. MOLNÁR S.- NÉMETH R.- PAUKÓ A.- GÖBÖLÖS P. 2002: Fehérmár hibridek faanyagminőségének javítási lehetőségei, Faipar 02 pp. 24-26

### **Magyar nyelvű konferencia előadás**

1. PAUKÓ A. (2001): Fenyő klónok faanyagának morfológiai és fizikai összefüggései, Új eredmények a fa és rosttechnológiai tudományokban konferencia, Nyugat-Magyarországi Egyetem, 2001. November 7.

### **Szóban elhangzott előadások:**

1. PAUKÓ A. 2002: The reaction wood, North Carolina State University, USA North Carolina, Raleigh, 2002.11.21.

### **Könyvtárban el nem helyezett kutatási zárójelentés**

1. Fehérmár hibridek faanyagminőségének változékonysága és javítási lehetőségei –OTKA, NYME, Faanyagtudományi Intézet 1999
2. A juvenilisfa jellemzőit és a reakciófa előfordulását befolyásoló tényezők elemzése ültetvények faanyagában – OTKA, NYME, Faanyagtudományi Intézet 1999
3. A faanyagminőség genetikai javítása – OMFB-PHARE, NYME, Faanyagtudományi Intézet 2000