

A sötét egzóta faanyagok helyettesítése gőzölt akác faanyaggal

BANADICS Endre¹, GÁLOS Borbála², TOLVAJ László¹

¹ Nyugat-magyarországi Egyetem Simonyi Károly Kar, Fizika és Elektrotechnika Intézet

² Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet

Kivonat

Akác faanyagot gőzöltünk, hogy a sötét egzóta faanyagokhoz hasonló színeket kapjunk. A barna színárnyalatok széles skálája hozható létre az akác faanyag gőzölésekor. Megállapítottuk, hogy ezek a színárnyalatok ugyanazt a benyomást keltik, mint a sötét egzóta faanyagok, függetlenül attól, hogy közel vannak-e valamelyik egzóta fafaj színéhez. Néhány egzóta faanyag esetében bemutattuk azokat a gőzölési paramétereket, melyekkel az akác faanyagot ezekhez közel azonos, vagy hasonló színűvé lehet gőzölni. Azt tapasztaltuk, hogy a teljes színeltérés (ΔE^*) nem követi jól a szemünkkel érzékelt színeltérést, ha a különbséget a vörös színezet eltérése okozza.

Kulcsszavak: egzóta fafajok, akác, gőzölés, színeltérés

Substitution of dark exotic wood species by steamed black locust

Abstract

Black locust wood was steamed to create colours similar to those of dark exotic species. A wide range of brown shades can be created by steaming black locust. It was found that these colour tones give the same feeling as the dark exotic species, regardless if these colours match those of any exotic species or not. The appropriate steaming parameters were determined for creating the same or similar colour as some exotic species have. It was observed that the total colour difference (ΔE^*) is inefficient in monitoring the visually observed colour difference, if the difference was created by differences in the red hue component.

Keywords: exotic species, black locust, steaming, colour difference

Bevezetés

A sötét színű egzóta fafajok iránti kereslet miatt jelentős kiterjedésű trópusi őserdőt vágnak ki évente. Ezeknek az őserdőknek a visszaszorulása jelentős hatással van a klímaváltozásra. Ezért fontos keresni azokat a lehetőségeket, melyekkel a sötét egzóta faanyagokat helyettesíthetjük. A gőzölés olyan színváltoztató eljárás, mely nem párosul toxikus anyagok felhasználásával, de a magas extraktanyag-tartalmú faanyagoknál jelentős színváltozást lehet elérni vele.

A faanyagot vagy a színváltoztatás érdekében, vagy a megmunkálás könnyebbé tételéért gőzölik. A színváltoztatás azoknál a faanyagoknál célszerű, melyeknek a természetes színe nem tetszetős, vagy zavaróan inhomogén. Az akác faanyagra mindkét megállapítás igaz. Az akác faanyag színe esztétikai szempontból jelentősen eltér a faanyagok többségétől. Hiányzik belőle a barnás árnyalat, mely a faanyag kellemes, meleg színárnyalatát adja. Helyette egy zöldessárga árnyalat dominál. Ez az esztétikai szempontból kedvezőtlen színárnyalat jelentősen korlátozza az egyéb tulajdonságai alapján értékes akác faanyag felhasználását. Gőzöléssel ez a zöldessárga színárnyalat jelentősen csökkenthető, és növelhető a barna árnyalat. Szabad szemmel is jól érzékelhető, hogy gőzölés hatására a faanyag világossága jelentősen csökken. A gőzölési paraméterek változtatásával nagyon sokféle színárnyalatot lehet előállítani (Tolvaj és tsai. 2010). Az ipari akácgőzölés eredményeit először Molnár (1976) publikálta. Más faanyagok esetében viszont a jellegtelen szürkésfehér szín módosítása a cél. Ide sorolható a bükk faanyag, mely gőzöléssel tetszetős, enyhén vörös árnyalatot kap.

Napjainkban egyre nagyobb mértékben található irreguláris elhelyezkedésű, barnás színű álgeszt a méretes bükk rönkökben (Hrcka 2008). Gőzöléssel a fehér és a színes geszt közötti nagy színeltérés jelentősen csökkenthető (Tolvaj és tsai. 2009). Hasonló a helyzet csertölgy esetében is, ahol a jelentős méretű világos szijács és a sötét geszt között nagy a színbeli eltérés (Todaro és tsai. 2012).

Az akác a fizikai és mechanikai tulajdonságai alapján alkalmas a sötét egzóta fafajok helyettesítésére (Molnár és Bariska 2002). Kutatásunk során azt vizsgáltuk, hogy melyik egzóta fafaj színe közelíthető meg akácgőzöléssel. Meghatároztuk a vizuálisan közelinek tekinthető színű gőzölt akác és egzóta minták színeltérését a színkoordináták segítségével. Ezt a paramétert összevetettük a vizuálisan érzékelhető, szubjektív színeltéréssel.

Vizsgálati anyagok és módszerek

Szemrevételezéssel kiválasztottuk azokat az egzóta faanyagokat, melyek közelinek tűntek a korábban gőzöléssel előállított akácszínhez. Igyekeztünk úgy választani, hogy közöttük legyen beltérben és kültérben használatos faanyag is. Ezek a faanyagok a következők: afrormosia (*Pericopsis elata* H.), azobe (*Lophira alata* B.), blackbutt (*Eucalyptus pilularis* Sm.), fekete dió (*Juglans nigra* L.), massaranduba (*Manilkara bidentata* C.), mahagóni (*Khaya ivorensis* C.), wenge (*Millettia laurentii* W.). A laboratóriumi akácgőzölési kísérleteket 75–100 °C között, 5 °C-os léptékekkel egy zárt fazékban végeztük. Az edényben a faanyag alatt desztillált vizet helyeztünk el. Ez a víz biztosította a zárt gőzölő térben a telített vízgőzt. A fazekakat szárítószekrénybe tettük. A szekrény hőmérsékletét az automatika a beállított hőmérséklet körül $\pm 0,5$ °C tartományban tartotta. A gőzöléshez nedves akác faanyagot használtunk, a nedvességtartalom 25–30% között volt. A mintákat 1; 2; 4; 6; 9; 12; 15; 18; 22 napos gőzölés után szedtük ki a gőzölőtérből. A 105–130 °C közötti hőmérsékleteken fazék helyett nyomásálló edényt alkalmaztunk. Ezeken a hőmérsékleteken a gőzölést 6 napig folytattuk, mert ezt követően már nem történt érdemi színváltozás. A mintákat 105 °C-on 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 5; 6 nap után, 110 °C-on 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6 nap után, 115 °C-on 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6 nap után, 120 °C-on 0,25; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5; 6 nap után, 130 °C-on 0,125; 0,25; 0,5; 1; 2; 6 nap után szedtük ki a gőzölőtérből. A próbatestek méretét a gőzölőedény mérete szabta meg. A keresztmetszetük 25x25 (mm) volt, a hosszuk pedig 200–300 mm között változott. Gőzölési hőmérsékletenként 3 próbatestet gőzöltünk. A gőzölés kezdetekor 6 órás felfűtést biztosítottunk. A gőzölési időt a beállított hőmérséklet elérésétől számítottuk. Gőzölés után a próbatesteket a laboratóriumi légtérben egy hónapig kondicionáltuk. A légszáraz próbatesteket hosszirányban, középen kettévágtuk, és a frissen kialakított felszínen végeztük el a színmérést.

A színéréshez egy számítógéppel vezérelt KONICA-MINOLTA 2000d típusú színmérő készüléket használtunk. Próbatestenként 10 ponton végeztünk színmérést. A színpontokat a háromdimenziós CIELAB színíngermérő rendszerben adtuk meg. Ebben a rendszerben a minta világosságát az L^* koordináta adja meg. Faanyag esetében az a^* koordináta a vörös színezetet, a b^* koordináta a sárga színezetet reprezentálja. (A nagyobb értékek az élénk színeket, a kisebbek a szürke árnyalatokat adják.)

Két szín közötti eltérést a színpontok távolsága adja a háromdimenziós Descartes-féle koordináta rendszerben. Ezt reprezentálja a teljes színeltérés (ΔE) az alábbi definíció szerint:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^*_g - L^*_e)^2 + (a^*_g - a^*_e)^2 + (b^*_g - b^*_e)^2} \quad [1]$$

ahol,

g index: a gőzölt minta,

e index: az egzóta minta.

A vizsgálati eredmények értékelése

Az azobe, blackbutt, fekete dió, maccaranduba, mahagóni és wenge egzóta faanyagok színét gőzölt akác minták színével hasonlítottuk össze, hogy megtaláljuk azokat a gőzölési paramétereket, melyekkel a gőzölt akác színe az egzóta fafajéhoz hasonlóvá módosítható.

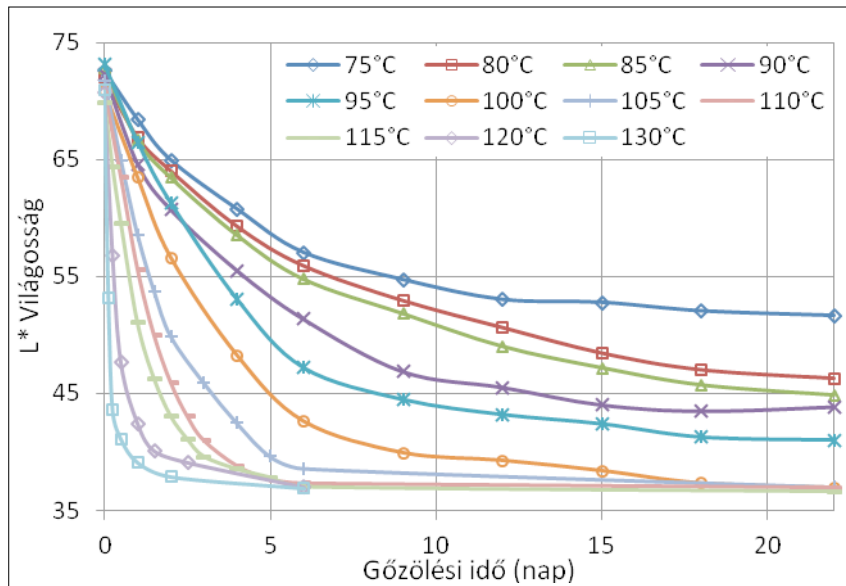
A világosság csökkenését a gőzölési idő és a hőmérséklet függvényében az 1. ábra mutatja. Valamennyi hőmérséklet esetében igaz, hogy a minták világossága a gőzölés kezdetekor jelentősen csökkent, majd ez a folyamat lelassult. A hőmérséklet növelésével egyre sötétebb színeket lehetett elérni, és a lényeges változások időtartama rövidebb lett, ezen belül a változás üteme egyre gyorsabb lett. A grafikonok alapján megállapítható, hogy alacsony hőmérsékleten nem érhető el olyan sötét szín, mint magas hőmérsékleten, hiába növeljük a gőzölési időt.

A világosság görbék telítődést mutatnak. A világosság értéke gőzöléssel nem csökkenthető 36 egység alá. A telítődési szakasz megjelenése azzal magyarázható, hogy a színváltozásért felelős kémiai változások döntő többsége már végbement az adott hőmérsékleten. Mivel ezek az átalakulások hőmérséklet-függőek, a telítődési szakasz a hőmérséklet növekedésével egyre hamarabb bekövetkezik.

A teljes színezetváltozást (a^* és b^* változása) követhetjük nyomon, ha a színpontok vándorlását az a^* - b^* színsíkon ábrázoljuk (2. és 3. ábra). A grafikonokat két ábrán mutatjuk be, mivel a görbék túlságosan átfedik egymást. Az ábrák bal felső sarkában található a kezeletlen minták színpontjai, ezek a görbék kezdőpontjai. Ezeket követik az egyre hosszabb idejű gőzölések színpontjai. A kezdőpontok közötti relatíve nagy távolságok az egyes akác faanyagok közötti színeltérésekből származnak. A görbék nagyobbik része patkó alakot formáz. A gőzölési hőmérséklet csökkenésével a patkó alsó (időben későbbi) szára egyre rövidebb lesz, a vörös irányú eltolódás pedig növekszik. Alacsony hőmérsékleten (95 °C) alatt a 6 napos gőzölés kevésnek bizonyult a görbék visszafordulásához, de 75 és 80 °C-on még a 22 nap sem volt ehhez elegendő. A görbék futásából megállapítható, hogy egyazon szín előállítása különböző hőmérsékleteken csak 100 °C környékén valósítható meg. A lényegesen alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleteken a tendenciák jelentősen eltérnek.

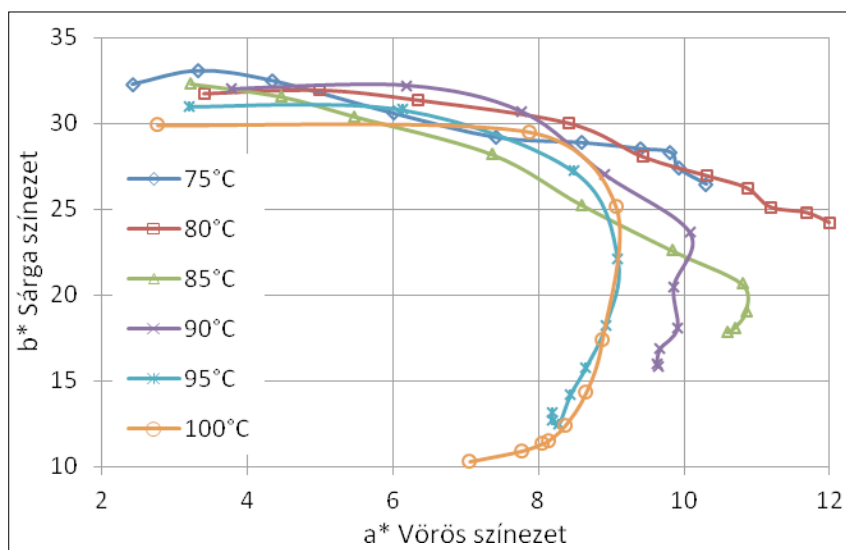
A gőzöléssel létrehozott színek színpontjai nagy területet fednek le. A vörös színezet 10 egységen belüli tartományban, a sárga színezet 25 egységen belüli tartományban változik. Szemrevételezve a színezeteket, a szürkés sárgától egészen a csokoládébarnáig létrehozhatók gőzöléssel. Az akác faanyag sárga színezetének értéke folyamatosan csökken a gőzölés során, de ez az értéke nem süllyed 10 egység alá.

A létrehozható színek egy részét szemlélteti a 4. ábra, bemutatva a 100 °C-on történt gőzöléssel megvalósítható színárnyalatokat. Sajnálatos módon a szkennelés észrevehetően módosította a színezeteket. Az egyes ábrákon látható mintákat együtt szkenneltük, így a torzítás az egyes ábrákon belül azonos volt.



1. ábra Az akác világosságának változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében (105–130 °C-nál a 22 naphoz tartozó pontok extrapolálás eredményei.)

Figure 1 Lightness change of black locust as function of steaming time and temperature (At temperatures 105–130 °C, the 22 day value was calculated by extrapolation.)



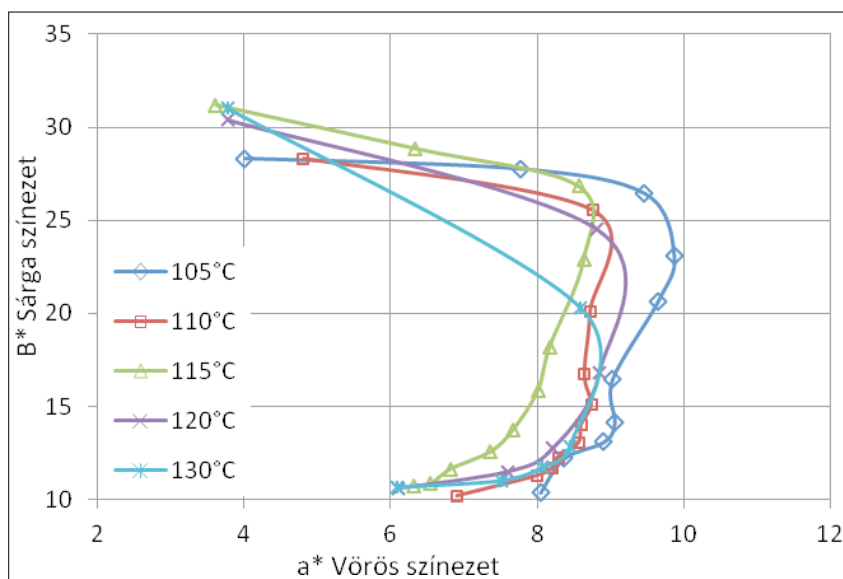
2. ábra A színpontok elhelyezkedése az a^* - b^* síkon a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében (75–100 °C tartomány) (A görbék bal felső kezdőpontjai a kezeletlen minták színezetét jelölik.)

Figure 2 The location of the colour dots as a function of steaming time and temperature (75–100 °C interval) (The colour dots of nonsteamed, samples are located in the upper left corner.)

A vörös irányú torzítást mutatja a kezeletlen minta a 4. ábrán.

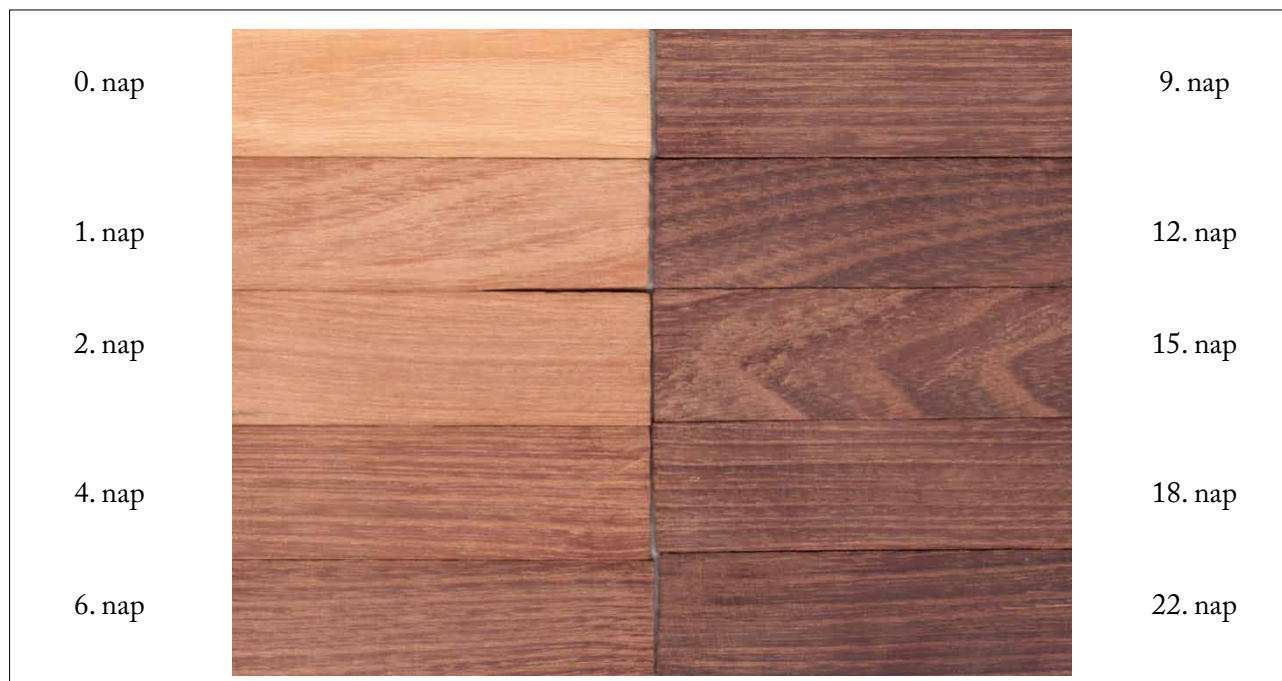
A 4. ábra jól reprezentálja azt a széles színskálát, melyet az akác gőzölésével 100 °C-on létre lehet hozni. Azért választottuk a 100 °C-t, mert ezzel már el lehet érni a gőzöléssel elérhető legsötétebb árnyalatot (1. ábra). Az itt látható színek többségében meleg, barnás színárnyalatok. Ezek a színárnyalatok ugyanazt a benyomást keltik, mint a sötét egzóta faanyagok, függetlenül attól, hogy közel vannak-e valamilyik egzóta fafaj színéhez. Látszik, hogy a 4. ábrán látható utolsó 5 minta (9–22 napos gőzölés) sem világosságban, sem színezetben nem tér el jelentősen egymástól. Ezt mutatja az 1. és 2. ábra is. Ez azt jelenti, hogy ezen a hőmérsékleten az akác faanyagot 10 napnál tovább nem érdemes gőzölni.

Megmértük a színét azoknak az egzóta fafajoknak, melyekhez találtunk hasonló színt a gőzölt akác minták között szemrevételezéssel. Ezeket a színkoordinátákat az 1. táblázat tartalmazza. Mindegyik egzóta fafaj alatt ott található a hozzá legközelebb eső gőzölt akác minta (az első szám a gőzölési hőmérsékletet, a másik pedig a gőzölési időt mutatja). A fafajokat a teljes színeltérés (1) alapján raktuk sorba. Az 5–9. ábrákat pedig a szabad szemmel látható hasonlóság alapján állítottuk sorba.



3. ábra A színpontok elhelyezkedése az a*-b* síkon a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében (105–130 °C tartomány) (A görbék bal felső kezdőpontjai a kezeletlen minták színezetét jelölik.)

Figure 3 The location of the colour dots as a function of steaming time and temperature (105–130 °C interval) (The colour dots of nonsteamed, samples are located in the upper left corner.)



4. ábra A 100 °C-on gőzölt akác faanyag színváltozása

Figure 4 The colour variation of black locust steamed at 100 °C (Nonsteamed sample: upper left followed by the steamed samples for 1; 2; 4; 6; 9; 12; 15; 18 and 22 days.)

1. táblázat Az egzóta faanyagok és a gőzölt akác minták átlagos színkoordinátái

Table 1 The average colour coordinates of exotic wood and the corresponding steamed black locust samples. The first number for steamed black locust show the steaming time and the second represent the steaming time in day

Egzóta	Gőzölt akác		L*	a*	b*	ΔE^*
	Hőmérséklet (°C)	Gőzölési idő (nap)				
Blackbutt			50,24	11,45	29,35	3,2
	80	12	50,5	10,9	26,2	
Massaranduba			46,66	10,27	27,3	6,4
	80	8	53,1	10,2	27,4	
Fekete dió			36,94	10,11	18,85	9,2
	90	10	46,1	9,9	18,5	
Azobe			28,96	10,18	15,7	10,6
	100	15	38,38	8,05	11,34	
Mahagóni			40,52	15,68	29,2	14,1
	90	18	43,49	9,67	16,85	
Afromosia			33,84	14,36	29,87	19,9
	100	4	48,25	8,8	17,4	
Wenge			16,39	10,74	22,52	24,1
	100	22	36,93	7,5	10,3	

A teljes színeltérés (1) alapján a sorrend: blackbutt, massaranduba, fekete dió, azobe, mahagóni, afromosia, wenge. A szemrevételezés alapján felállított sorrend: blackbut, massaranduba, fekete dió, afromosia, azobe, wenge, mahagóni.

A sorrendek közötti eltérés abból adódik, hogy a teljes színeltérés faanyag esetében nem alkalmas a látható színeltérés leírására. A színezetbeli (a^* , b^*) eltéréseket nem tudja jól követni. A probléma részletes tárgyalása megtalálható Csanády és tsai. (2015) könyvben.

Jirous and Ljuljka (1999) egy angol papíripari előírás alapján publikált egy táblázatot arról, hogy mekkora a teljes színeltérés, amit szemmel már látunk (2. táblázat). A 2. táblázatban összefoglalt értékhatárokat használják faanyagok esetében is (Straze és tsai. 2008, Németh és tsai. 2014).

A rajzoltos és tarka felületek esetén a 2. táblázatban megadott adatok nem mérhetőek. Ilyen esetekben kevésbé érzékeljük a különbségeket. Ez mondható el a kellően rajzoltos faanyagokra vonatkozóan is. Ezért a rajzoltos faanyagok esetén a 2. táblázat határait jelentősen fel kell emelni.

Ezt igazolják az általunk összehasonlított minták színeltérései is. A blackbutt és a massaranduba esetében nem volt észrevehető színeltérés a hozzájuk párosított gőzölt akáchoz képest, de a ΔE^* értékek is alacsonyak. A fekete dió esetében is alig észrevehető az eltérés (5. ábra), pedig itt a ΔE^* értéke már megközelíti a 10-es értéket. Az afromosia esetében is csak kis eltérés látható (6. ábra), amit elfed a jelentős rajzolatbeli eltérés. Itt már a ΔE^* értéke közel 20. Az azobe és a hozzá társított gőzölt akác a színezetben és a rajzolatban tér el.

2. táblázat A vizuális érzékelés és ΔE^* színínges különbség kapcsolata papír esetében (Straze és tsai. 2008)

Table 2 Correlation between sense perception and colour difference (ΔE^*) for paper (Straze et al. 2008)

ΔE^*	Szemmel érzékelhető eltérés
$\Delta E^* \leq 0,2$	Nem érzékelhető
$0,2 < \Delta E^* \leq 0,5$	Alig észrevehető
$0,5 < \Delta E^* \leq 1,5$	Észrevehető
$1,5 < \Delta E^* \leq 3,0$	Már látható
$3 < \Delta E^* \leq 6$	Jól látható
$6 < \Delta E^* \leq 12$	Nagy
$12 < \Delta E^*$	Nagyon nagy



5. ábra Fekete dió (fent) és a 90 °C-on, 10 napig gőzölt akác színe (alul) ($\Delta E=9,2$)

Figure 5 The colour of walnut (top) and black locust steamed at 90 °C for 10 days (bottom) ($\Delta E=9,2$)



6. ábra Afromosia (fent) és a 100 °C-on, 4 napig gőzölt akác színe (alul) ($\Delta E=19,9$)

Figure 6 The colour of afromosia (top) and black locust steamed at 100 °C for 4 days (bottom) ($\Delta E=19,9$)



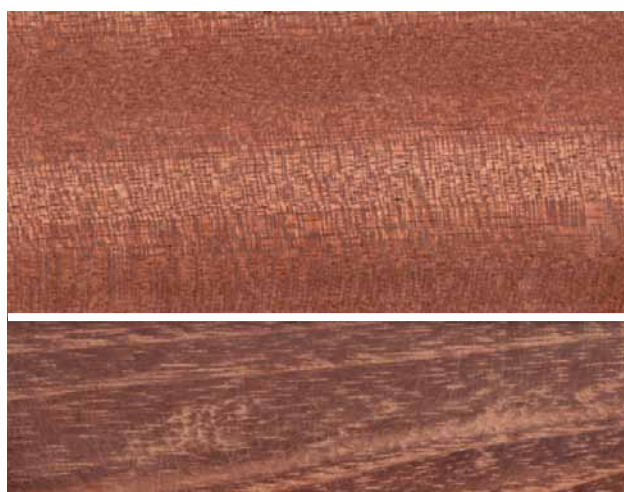
7. ábra Azobe (fent) és a 100 °C-on, 15 napig gőzölt akác színe (alul) ($\Delta E=10,6$)

Figure 7 The colour of azobe (top) and black locust steamed at 100 °C for 15 days (bottom) ($\Delta E=10,6$)



8. ábra Wenge (fent) és a 100 °C-on, 22 napig gőzölt akác színe (alul) ($\Delta E=24,1$)

Figure 8 The colour of wenge (top) and black locust steamed at 100 °C for 22 days (bottom) ($\Delta E=24,1$)



9. ábra Mahagóni (fent) és a 90 °C-on, 18 napig gőzölt akác színe (alul) ($\Delta E=14,1$)

Figure 9 The colour of mahagóni (top) and black locust steamed at 90 °C for 18 days (bottom) ($\Delta E=19,9$)

A különbség szemmel látható. A kicsi ΔE értéket az adja, hogy az azobe rajzolata sötét és világos vonalakat egyaránt tartalmaz, amit a színmérés átlagol. A szemünk viszont az összehasonlításnál a világos csíkokat nem veszi figyelembe. Ebben az esetben a szemnek sokkal kellemesebb látvány a gőzölt akác, mint a durván tarka azobe.

A wenge abban tér el a hozzá társított gőzölt akáctól (8. ábra), hogy a rajzolata markáns sötét vonalakat tartalmaz. Ezek a sötét vonalak okozzák a nagy ΔE^* értéket. A wenge esetében is a gőzölt akác színe tűnik kellemesebbnek az emberi szem számára.

A mahagóni jó példa arra, hogy mennyire eltér a szem érzékelése az objektív színméréstől, ha az eltérések a színezetben vannak. Mivel a három színkoordináta közül a világosság (L^*) értéke lényegesen nagyobb, mint a másik kettő, ezért a ΔE^* számításánál a világosság dominál, és a vörös színezetnek (a^*) van a legkisebb hatása. A mahagóni esetében viszont a vörös színezetben jelentős az eltérés a hozzá társított gőzölt akáchoz képest. Ezt az eltérést a mahagóni vörösesbarna színárnyalata okozza. A szemünk jól látja ezt az eltérést, és nagy különbséget érzél a két szín között. A mahagóni nem helyettesíthető gőzölt akáccal.

A vizsgálatokból az is kiderült, hogy az objektív színméréssel meghatározott teljes színváltozás (ΔE^*) nem követi jól a szemünkkel érzékelt színeltérést, ha a különbséget a vörös színezet eltérése okozza.

Összefoglalás

A barna színárnyalatok széles skálája hozható létre az akác faanyag gőzölésekor. Ezek a szem számára kellemes, meleg színárnyalatok a sárgás barnától egészen a csokoládébarnáig terjednek. Ezek a színárnyalatok ugyanazt a benyomást keltik, mint a sötét egzóta faanyagok, függetlenül attól, hogy közel vannak-e valamelyik egzóta fafaj színéhez.

Néhány egzóta faanyag esetében bemutattuk, hogy milyen gőzölési paraméterekkel lehet az akác faanyagot közel azonos, vagy hasonló színűvé gőzölni.

Megállapítottuk, hogy az objektív színméréssel meghatározott teljes színváltozás (ΔE^*) nem követi jól a szemünkkel érzékelt színeltérést, ha a különbséget a vörös színezet eltérése okozza.

Kitekintés

A trópusi esőerdők – az óceánokhoz, a talajhoz, valamint lápokhoz és mocsarakhoz hasonlóan – jelentős mértékben képesek CO_2 -t elnyelni. Az erdőirtások miatt, melyhez a sötét színű egzóta fafajok iránti kereslet is hozzájárul, 2050-re a trópusi esőerdők területének több mint a fele eltűnhet. Ezzel a növényzetből és a talajból együttesen közel 32 milliárd tonna CO_2 kerülne a légkörbe. A biokémiai hatásokon kívül az erdőirtás biogeofizikai visszacsatolásai is a globális klímaváltozás erősödését okozzák. Az erdőknek a gyepekhez és mezőgazdasági növényekhez képest nagyobb a levélfelülete, mélyebb a gyökérszete. Ezáltal intenzívebb transpirációt folytatnak, mely hűvösebb-nedvesebb klimatikus viszonyokat eredményez (Jackson és tsai. 2008). A trópusi esőerdők területének csökkenésével ez a globális léptékű éghajlati hatás gyengül, mely tovább fokozhatja a felmelegedés mértékét. Tanulmányunk eredményei egy olyan módszerre világítanak rá, mely az akác gőzölésével lehetőséget teremthet a sötét színű egzóta fafajok kiváltására, megőrzésére.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás a Klímahatás – Az éghajlatváltozás hatásainak komplex vizsgálata, nemzetközi K+F pályázatok előkészítése a Nyugat-magyarországi Egyetemen (TÁMOP-4.2.2.D-15/1/KONV-2015-0023) projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

- Csanády E., Magoss E., Tolvaj L. (2015) Quality of Machined Wood Surfaces. Springer pp.86-87. DOI: 10.1007/978-3-319-22419-0
- Hrcka R. (2008) Identification of discoloration of beech wood in CIElab space. Wood Research 53(1): 119-124.
- Jackson R. B., Randerson J. T., Canadell J. G., Anderson R. G., Avissar R., Baldocchi D. D., Bonan G. B., Caldeira K., Diffenbaugh N. S., Field C. B., Hungate B. A., Jobbágy E. G., Kueppers L. M., Noretto M. D., Pataki D. E. (2008) Protecting climate with forests. Environ. Res. Lett. 3 044006 (5pp). DOI: 10.1088/1748-9326/3/4/044006
- Rajkovic J., Ljuljka B. (1999) Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima. Drvna Industrija 50 (1): 31-39.
- Molnár S. (1976) Akácfanemesítés Pusztavacson. Az erdő 15(11): 490-492.
- Molnár S., Bariska M. (2002) Magyarország ipari fái. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest
- Németh R., Molnár S., Csopor K., Ábrahám J., Komán Sz., Csordós D., Fehér S., Szeles P., Bak M., Bariska M. (2014) Akác kutatások a Faanyagtudományi Intézetben. In: Lipák László (szerk.) Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Nap XXII: Tudományos eredmények a gyakorlatban. Lakitelek, 2014.11.11 pp. 89-95.
- Straze A., Gorisek Z., Pervan S., Prekrat S. (2008) Research on colour variation of steamed cherrywood (*Prunus avium* L.). Wood Research 53 (2): 77-90.
- Todaro L., Zuccaro L., Marra M., Basso B., Scopa A. (2012) Steaming effects on selected wood properties of Turkey oak by spectral analysis. Wood Science and Technology 46 (1-3): 89-100. DOI: 10.1007/s00226-010-0377-8 <http://link.springer.com/article/10.1007/s00226-010-0377-8>
- Tolvaj L., Németh R., Varga D., Molnár S. (2009) Colour homogenisation of beech wood by steam treatment. Drewno-Wood 52: 5-17.
- Tolvaj L., Molnár S., Németh R., Varga D. (2010) Color modification of black locust depending on the steaming parameters. Wood Research 55 (2): 81-88.