

Bak Miklós

NÖVÉNYI OLAJOKBAN HŐKEZELT NYÁR
FAANYAG TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

Doktori (PhD) értekezés

Témavezető:
Dr. habil. Németh Róbert
egyetemi docens

Nyugat-magyarországi Egyetem
Faipari Mérnöki Kar
Cziráki József Faanyagtudomány és Technológiák
Doktori Iskola

2012

NÖVÉNYI OLAJOKBAN HŐKEZELT NYÁR FAANYAG TULAJDONSÁGAINAK VIZSGÁLATA

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében

Írta:
Bak Miklós

Készült a Nyugat-Magyarországi Egyetem Cziráki József Faanyagtudomány és
Technológiák Doktori Iskola

Faanyagtudomány (F1) programja keretében

Témavezető: Dr. Németh Róbert

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

.....
(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,
Sopron,

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen / nem)

Első bíráló Dr. igen / nem

.....
(aláírás)

Második bíráló Dr. igen / nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján.....% - ot ért el
Sopron,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDT elnöke

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék	3
Rövidítésjegyzék.....	7
1. Bevezetés	8
2. A kutatás tudományos előzményei	12
2.1 <i>A faanyag kémiai összetételének változása hő hatására</i>	<i>12</i>
2.1.1 A hő hatása a faanyagra	12
2.1.2. A poliózok hőbomlása	13
2.1.3. A cellulóz hőbomlása.....	15
2.1.4. A lignin hőbomlása	17
2.1.5 A járulékos anyagok hőbomlása	19
2.2. <i>A faanyag jellemzőinek változása hő hatására.....</i>	<i>20</i>
2.2.1 Tömegcsökkenés.....	20
2.2.2 A higroszkóposág változása	21
2.2.3 A dimenzióstabilitás (ASE) változása	24
2.2.4 Színváltozás	25
2.2.5 Mechanikai tulajdonságok változása	27
2.2.6 Kültéri kitettséggel szembeni ellenállóképesség változása	29
2.2.7 Gombakárosítókkal szembeni ellenállóképesség változása.....	31
2.3 <i>Tudományos előzmények összefoglalása</i>	<i>33</i>
3. Vizsgálati anyagok és módszerek	37
3.1 <i>Felhasznált anyagok</i>	<i>37</i>
3.1.1 Vizsgált faanyag	37
3.1.2 Felhasznált növényi olajok	38
3.2 <i>Vizsgálati módszerek.....</i>	<i>39</i>
3.2.1 Hőkezelés.....	39
3.2.2 Mechanikai tulajdonságok vizsgálata	40
3.2.2.1 A rostirányú nyomószilárdság vizsgálata	40
3.2.2.2 A rostirányú húzószilárdság vizsgálata.....	41
3.2.2.3 A hajlítószilárdság vizsgálata	41
3.2.2.4 Az üté-hajlító szilárdság vizsgálata	42
3.2.3 Fizikai tulajdonságok vizsgálata.....	42
3.2.3.1 A sűrűség meghatározása.....	42
3.2.3.2 A dagadás és a dimenzióstabilitás (ASE) meghatározása	42
3.2.3.3 Egyensúlyi fanedvességek meghatározása szorpciós izotermák felvételéhez	44
3.2.3.4 A párafelvétel sebességének meghatározása	44
3.2.3.5 A hőkezelés okozta színváltozás meghatározása.....	45
3.2.4 Kitétségi vizsgálatok.....	46
3.2.4.1 A kültéri kitétség okozta színváltozás meghatározása.....	46
3.2.4.2 A gombaállóság meghatározása.....	47
3.2.5 A vizsgálati eredmények értékelési módszere	49
4. Az eredmények értékelése	50
4.1 <i>Mechanikai tulajdonságok.....</i>	<i>50</i>
4.1.1 Rostirányú nyomószilárdság.....	50

4.1.2 Rostirányú húzószilárdság.....	52
4.1.3 Hajlítószilárdság.....	54
4.1.4 Ütő-hajlító szilárdság	56
4.2 Fizikai tulajdonságok.....	58
4.2.1 Tömeg és sűrűség.....	58
4.2.2 Dagadás és dimenzióstabilitás (ASE)	61
4.2.2.1 Húrirányú dagadás.....	61
4.2.2.2 Sugárirányú dagadás	63
4.2.2.3 Dagadási anizotrópia.....	65
4.2.3 Egyensúlyi fanedvesség, szorpciós izotermák	67
4.2.4 A párafelvétel sebessége	71
4.2.5 A hőkezelés okozta színváltozás	77
4.2.5.1 Világosság (L*).....	77
4.2.5.2 Vörös színezet (a*).....	78
4.2.5.3 Sárga színezet (b*)	80
4.2.5.4 Színtelítettség (C*).....	82
4.2.5.5 Színinger különbség (ΔE^*).....	84
4.3 Kitettségi vizsgálatok.....	87
4.3.1 A kültéri kitettség okozta színváltozás.....	87
4.3.1.1 Világosság (L*).....	87
4.3.1.2 Vörös színezet (a*).....	89
4.3.1.3 Sárga színezet (b*)	91
4.3.1.4 Színtelítettség (C*).....	94
4.3.1.5 Színinger különbség (ΔE^*).....	96
4.3.2 Gombaállóság.....	100
5. Összefoglalás.....	102
6. Az értekezés tézisei.....	108
Irodalomjegyzék.....	110
A témában megjelent publikációk.....	121
Ábrajegyzék.....	123
Táblázatjegyzék.....	128
Mellékletek jegyzéke.....	130
Köszönetnyilvánítás.....	132
Mellékletek.....	133

Kivonat

A disszertáció a Magyarországon nagy mennyiségben rendelkezésre álló, de szűk felhasználási területtel rendelkező Pannónia nyár (*Populus × euramericana* cv. Pannónia) faanyag növényi olajokban végzett hőkezelésének hatásait mutatja be a különböző jellemzőkre. A választott eljárás alkalmas a nyár faanyag jellemzőinek olyan irányú módosítására, hogy a későbbiekben új felhasználási területek nyíljanak meg előtte. Az eljárás fő előnye, hogy rendkívül intenzív, és ennek köszönhetően gyors. A vizsgálatok átfogó képet nyújtanak a különböző kezelési paraméterek mellett (kezelési idő és hőmérséklet, valamint a hőkezelő közegként alkalmazott olaj) módosított faanyagok fontosabb jellemzőiről. Ennek megfelelően sor került mechanikai vizsgálatokra (rostirányú nyomó- és húzószilárdság, hajlítószilárdság, ütő-hajlító szilárdság), sűrűségvizsgálatra, a fa-víz kapcsolatok feltárására (dagadásvizsgálat, egyensúlyi fanedvesség, párafelvételi jellemzők vizsgálata), valamint a színváltozás meghatározása a hőkezelés hatásaként. Ismertetésre kerülnek továbbá kültéri kitéttiséggel és gombaállósággal kapcsolatos eredmények.

A hőkezelés hatására a mechanikai jellemzők alapvetően csökkentek, néhány esetben azonban növekedés volt tapasztalható. A nyár faanyag egyensúlyi fanedvessége minden esetben csökkent, aminek következtében a dimenzióstabilitása nagymértékben javult. A különböző kezelési menetrendekkel jelentős színváltozás érhető el, ez a szín azonban nem tartósabb a természetes faanyag színénél kültérben. Ennek ellenére a kisebb teljes színváltozásnak köszönhetően előnyösebb a hőkezelt faanyag kültéri felhasználása. A gombaállóság a vizsgált vörös- és fehérkorhasztó gombával szemben csak 200°C kezelési hőmérsékleten, hosszabb kezelési idők mellett javult jelentősen. A hőkezelő közegként alkalmazott olaj fajtája nem volt hatással a vizsgált jellemzőkre.

The effect of oil-heat-treatment on some major properties of poplar wood

Abstract

In this study Pannonia Poplar (*Populus × euramericana* cv. Pannónia) wood was investigated, which is a wide spread species in Hungary, but its application is limited. The main target of this research work was to demonstrate the properties of Oil-Heat-Treated poplar wood. The chosen treatment is suitable for modification the properties of poplar wood in order to widen its application. The main advantage of the treatment is that it is a very intensive and fast treatment. The investigations summarise the changes of the major properties due to the different treatment parameters (treatment time and temperature, oil type used as treatment medium). Accordingly, mechanical properties (compressive-, tensile-, bending- and impact bending strength), density, wood-water relationships (swelling, equilibrium moisture content, moisture uptake), colour changes due to treatment and weathering as well as durability were investigated.

Mechanical properties decreased mainly due to oil-heat-treatment, but in some cases increasing were observed. Equilibrium moisture content of poplar wood decreased significantly, wherefore dimensional stability increased considerably. The different treatment schedules caused major colour changes, however that is not more durable under outdoor conditions than the colour of natural wood. All the same, the use of oil-heat-treated wood under outdoor conditions is more preferable because of its less total colour change. Durability against white and rot decay increased only after a 200°C treatment with longer treatment times. The wood material treated in different oils behaved similar, thus no significant differences could be found between the oils used.

Rövidítésjegyzék

DP – Polimerizáció foka (Degree of Polymerisation)

ASE – zsugorodás csökkentő hatékonyság (Anti Swelling Efficiency) [%]

DSC – Differenciális pásztázó kalorimetria (Differential Scanning Calorimetry)

ENT – Egyensúlyi nedvességtartalom

OHT – hőkezelés növényi olajokban (Oil Heat Treatment)

Cr-index – A cellulóz kristályossági indexe (kezelt faanyag kristályos jellege/kezeletlen)

σ_{ny} : rostirányú nyomószilárdság [MPa]

$\sigma_{húz}$: rostirányú húzószilárdság [MPa]

σ_{haj} : hajlítószilárdság [MPa]

w : ütéshajlító szilárdság [J/cm^2]

$\rho_{e,u}$: légszáraz sűrűség a hőkezelés előtt, illetve után [g/cm^3]

$D_{h,s}$: vonalas dagadási érték (húr, sugár) [%]

$K_{dh,s}$: Dagadási együttható (húr, sugár)

A_d : dagadási anizotrópia

U_φ : adott klímafokozathoz tartozó egyensúlyi nedvességtartalom [%]

U_T : adott időponthoz tartozó nedvességtartalom [%]

S_{U-T} : a párafelvétel sebessége az adott vizsgálati szakaszban [% / h]

ENT: egyensúlyi nedvességtartalom [%]

S_{ENT} : ENT-hányados [%]

L^* : világossági tényező [%]

a^* : vörös színkoordináta

b^* : sárga színkoordináta

C^*_{ab} : színtelítettségi jellemző

ΔL^* : az L^* színkoordináta változása a kiindulási állapothoz képest

Δa^* : az a^* színkoordináta változása a kiindulási állapothoz képest

Δb^* : az a^* színkoordináta változása a kiindulási állapothoz képest

ΔC^*_{ab} : a színtelítettség változása a kiindulási állapothoz képest

ΔE^*_{ab} : színinger különbség

1. Bevezetés

A faanyag egy sejtesen felépülő porózus anyag, aminek a sejtfalai több rétegre strukturáltak úgy, hogy az élő fában minden rétegnek megvan a maga szerepe. Ebből a tökéletes sejt- és rétegszerkezetből adódnak a faanyag nagyszerű tulajdonságai a szilárdság és keménység tekintetében, a sűrűségéhez viszonyítva. A faanyag porózus könnyűszerkezeténél fogva meg van a lehetőségünk a lehető legkevesebb anyagfelhasználás mellett a legjobb mechanikai tulajdonságok elérésére.

Kémiailag nézve a faanyag egy rendezetlen polimer – láncmolekulák komplex kapcsolódása. Szálas cellulóz, hemicellulóz és lignin a fő alkotóelemei. A cellulóz és hemicellulóz molekuláknak meghatározott struktúrájú a felülete, hidroxil csoportok találhatóak rajta. Ezek a csoportok 'vonzzák' a vizet, anélkül, hogy erősen megkötnék. Ha tehát a faanyagban sok szabad hidroxil - csoport van, fellép a zsugorodás – dagadás jelensége, valamint a farontó gombák is a hidroxil - csoportokon keresztül támadnak.

A mérsékelt övi, európai fafajok közül nagyon kevés van, amelyik kültéri, nedves helyen történő felhasználásra alkalmas lenne. Említésre méltó lehet az akác, a tölgy, a vörösfenyő, esetleg a duglászfenyő. A kültéri felhasználásra alkalmas faanyagok iránti keresletet kielégítésére olyan természetes formájában nem ellenálló faanyagokat használnak fel, mint például a lucfenyő, amit az ellenálló képesség növelése érdekében különböző vegyszerekkel kezelnek, ami azonban környezetvédelmi szempontból jelentős hátrány. Egy másik alternatíva a természetes ellenálló képességgel rendelkező trópusi fafajok alkalmazása, ez azonban természetvédelmi szempontból szintén nem szerencsés megoldás. Ennek oka, hogy ezek az alapanyagok általában nem tervszerű erdőgazdálkodásból, hanem az egyébként is veszélyeztetett esőerdőkből származnak. Ezen okoknak is köszönhetően – természetesen a faanyag alapvető tulajdonságaitól eltérő technológiai és felhasználási igények mellett – egyre nagyobb mértékben jelentek meg a faanyagot helyettesítő anyagok, mint például műanyagok, fémek vagy a beton. Ezen anyagok hátránya a faanyaggal szemben, hogy az előállításuk jelentős környezetterhelést jelent. Ahhoz, hogy az arra természetes módon alkalmatlan fafajokat kültérben is használni lehessen, modifikálni kell őket.

A faanyagmodifikáció régóta tárgya a faanyagtudományoknak, kiemelt fontosságot azonban elsősorban az elmúlt évtizedben kapott. Meghatározására több definíció létezik, de legjobban talán az alábbi kettő foglalja össze a lényegét:

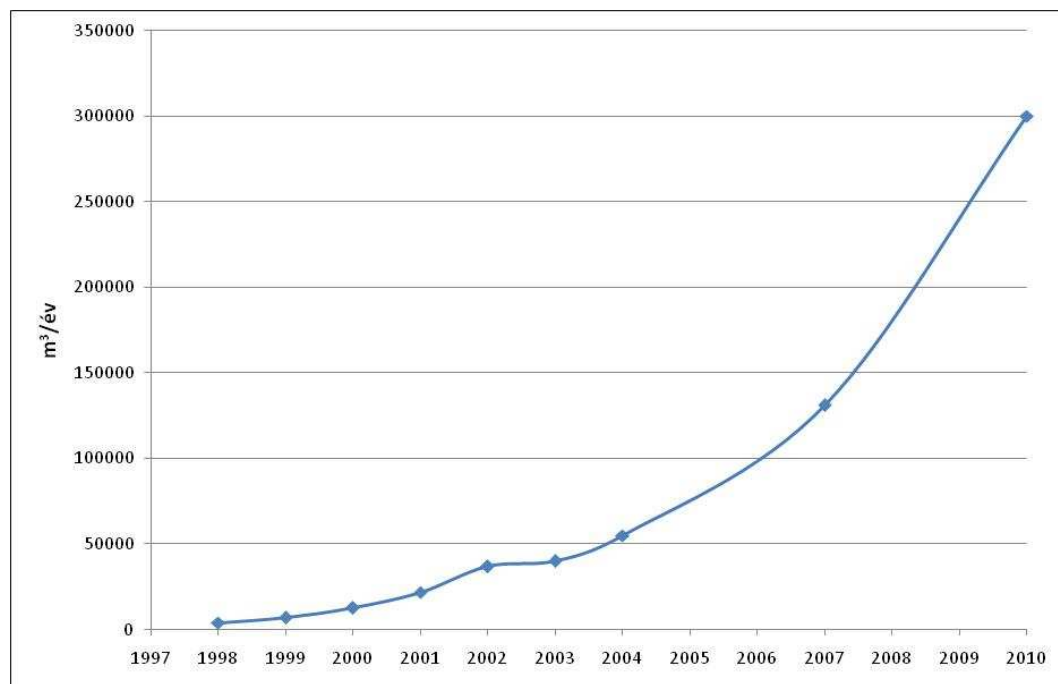
1: „A faanyag modifikációja magában foglalja a kémiai, biológiai és fizikai behatásokat az anyagon, amelyek a kémiai összetétel maradandó megváltozását okozzák, a kívánt tulajdonságok javulását eredményezve. A modifikált faanyag azonban a termék életciklusának végén a megsemmisítéskor nem okoz nagyobb környezetterhelést, mint a kezeletlen anyag.” (Hill 2006)

2: „Olyan módosító eljárás, mely megváltoztatja a faanyag konstitúcióját, azzal a céllal, hogy a felhasználás szempontjából a fa előnyös tulajdonságait növelje, és új termékeket állítson elő.” (Bosshard 1984)

A faanyagnál ez elsősorban a vízfelvétel mérséklését, és ehhez szorosan kapcsolódva a tartósság javítását jelenti. Ennek elérésére az alábbiak a fő irányzatok (Németh 2007):

- Kémiai módosítás: a fa polimerjeinek reakciói kémiai reagensekkel,
- Termikus módosítás: a faanyag irányított hődegradációja,
- Felületi módosítás: kémiai, fizikai, biológiai hatásra a fa felületi rétegei változnak,
- Impregnálás inert anyagokkal.

A különböző változtatások azonban minden esetben járnak negatív mellékhatásokkal is, tehát a felhasználásnak megfelelően kell kiválasztanunk az alkalmazandó eljárást. Napjainkban a leginkább alkalmazott módosító eljárás a faanyagok hőkezelése különböző módokon, így a tudományos kutatómunka is előtérbe helyezte a faanyag viselkedésének vizsgálatát hő hatására. A fokozott érdeklődést a hőkezelt faanyag iránt jól mutatja az 1. ábra. Eszerint az éves európai hőkezelt faanyag előállítás 1995-től 2004-ig, gyakorlatilag nulláról fokozatosan 55000 m³-re emelkedett. Az azóta eltelt időszakról csak a 2007-es illetve 2010-es adat áll rendelkezésre, azonban jól érzékelteti az ágazat fejlődését, hogy 2007-re 131000, majd 2010-re közel 300000 m³-re emelkedett az Európában előállított hőkezelt faanyag mennyisége (Boonstra, 2008; Négrié, 2012).



1. ábra A hőkezelt faanyag előállításának alakulása Európában

A hőkezelés a faanyag módosítására nem új keletű eljárás. Már Tiemann 1920-ban megmutatta, hogy a magas hőmérsékletű szárítás növeli a dimenzióstabilitást. Több próbálkozás is történt a hőkezelt faanyag piaci bevezetésére, ezek azonban nem jártak sikerrel, valószínűleg a nagy mennyiségben rendelkezésre álló jó minőségű faanyag miatt. Ezek voltak pl. a Lignostone – Kollmann, 1936; a Staypack – Seborg et al., 1945; Staybwood – Stamm et al., 1946. Azonban a hőkezelést a későbbiekben sem felejtették el, többen is foglalkoztak ezzel az eljárással, pl. Seborg et al. (1953), Kollmann és Schneider (1963), Kollmann és Fengel (1965), Noack (1969), Fengel (1966a, b), D’Jakonov és Konepleva (1967), Burmester (1973, 1975), Rusche (1973a, b), Giebeler (1983), Hillis (1984).

Az érdeklődés a különböző hőkezelések iránt azonban megnőtt az utóbbi egy-két évtizedben. Ennek oka nyilvánvalóan a nagy ellenálló képességű trópusi fafajok állományának jelentős csökkenése, valamint a növekvő elvárás és igény a vegyszermentes faanyagvédelem iránt, állami és fogyasztói részről egyaránt. Európában öt eljárás terjedt el leginkább. A finn Thermowood, a holland Plato Wood, a német OHT (Oil Heat Treatment) valamint a francia Perdure és Retification. Ezek az elnevezések gyakran egy terméket is jelölnek, a nemzetközi irodalomban azonban ezek az elnevezések terjedtek el az eljárással kapcsolatban is. Az alapvető technológiai

paraméterek minden hőkezelő eljárásnál azonosak (kezelési hőmérséklet és idő, felfűtés és lehűtés paraméterei), azonban az alkalmazott atmoszféra eltérő. Ez a jellemző alapvetően meghatározza a végeredményt, ezért az említett eljárások legfőbb eltéréseként is ez adható meg. A Thermowood eljárás során alkalmazott hőkezelő közeg magas nyomású gőz (telített), a Plato Wood-nál a faanyag magas hőmérsékletű főzését légköri nyomású gőzben történő kezelés követi, az OHT-nél növényi olaj, a Perdure-nél levegő, a Retification-nál pedig nitrogén. Mindezek mellett léteznek eljárások, melyek vákuumot alkalmaznak a kezelés során. Általában minden eljárásnál törekednek a levegő oxigénjének valamilyen módon történő kizárására, ennek is köszönhető a különböző hőkezelő közegek elterjedése. Az egyes közegek (levegő, nitrogén, telítetlen vagy telített gőz, növényi olajok) fajhője jelentősen eltér, aminek köszönhetően a faanyag sikeres hőkezeléséhez is eltérő időtartam szükséges. Ezt a tényezőt figyelembe véve a növényi olajokban végzett hőkezelés tekinthető a leggyorsabb eljárásnak, a kezelés ideje általában nem haladja meg a 8 órát, szemben a más hőátadó közeget alkalmazó technológiák 10-20 óra közötti hőntartási időivel (Esteves és Pereira 2009).

A különböző hőkezelő eljárások lehetőséget teremtenek olyan fafajok felhasználhatóságának növelésére, amelyeket a mai napig csak szűk felhasználási területen alkalmaznak. Magyarországon elsősorban a különböző ültetvényes fafajok sorolhatók ide, mint például az akác (*Robinia pseudoacacia*) és a különböző nemesnyár fajták (*Populus × euramericana*). Különösen ez utóbbiak érdemelnek nagyobb figyelmet, hiszen nagy mennyiségben állnak rendelkezésre, felhasználásuk azonban csak néhány területre korlátozódik (elsősorban láda- és raklapgyártás, rétegeltlemez gyártás, farost- és forgácslapgyártás, fatömegcikkek). Tulajdonságaik javításával azonban felhasználási területük bővíthet, ezáltal értékesebb faanyagok kiváltására is alkalmassá válhatnak. Dolgozatom témájául éppen ezért választottam a hazai nyártermesztésben talán legfontosabb Pannonia-nyár (*Populus × euramericana* cv. Pannonia) faanyagának nemesítését növényi olajokban végzett hőkezeléssel. A különböző olajok vizsgálatát az indokolja, hogy a faanyagban rendkívül változatos kémiai átalakulások mennek végbe az eljárás során. Ezekkel kapcsolatban felmerült, hogy a részben eltérő kémiai összetételű olajok eltérő módon befolyásolhatják őket.

A faanyagok hőkezelésével kapcsolatos szakirodalom részletes és átfogó képet nyújt az egyes hőkezelő eljárások faanyagra gyakorolt hatásáról, azonban több előnyös tulajdonsága ellenére feltűnően kevés információ áll rendelkezésre a faanyagok növényi olajban végzett hőkezelésével kapcsolatban. Ez azért is érdekes, mert az eljárás ipari alkalmazása is megvalósult már Németországban. A rendelkezésre álló kevés irodalmi adat és az alább részletezett előnyös tulajdonságok indokolták, hogy ezt az eljárást válasszam dolgozatom témájául. Az eljárás egyik fő előnye, hogy rendkívül intenzív, és ennek köszönhetően gyors eljárásról van szó. A különböző irodalmakban említett, és az iparban alkalmazott más eljárások egyaránt hosszú lefolyású felfűtési és hűtési ciklusokat alkalmaznak, az általam alkalmazott eljárás során azonban a faanyag közvetlenül a forró olajba kerül, majd onnan hűtés nélkül kerül ki szobahőmérsékletre. A hosszú felfűtési és hűtési ciklusokat a faanyag kímélése miatt alkalmazzák, hogy elkerüljék a repedések kialakulását, valamint a különböző deformációkat. Nyár faanyagnál, annak egyenletes szövetszerkezete, magas pórusterfogata miatt nem szükséges a fent említett ciklusok alkalmazása, mivel tapasztalataim alapján semmilyen károsodás nem jelentkezik. Előkísérletek alapján a faanyag kiinduló nedvességtartalmának jelentős csökkentése sem szükséges nyár esetében. Más fafajokon (pl. tölgy, akác) is elvégzett előkísérletek alapján a faanyag magasabb kiinduló nedvességtartalma (6-8% felett) belső repedések kialakulásához vezethet, mivel az intenzív kezelés hatására jelentősen megnő a belső gőznyomás. Nyár esetében azonban

nem lép fel hasonló jelenség, így a kezdeti nedvességtartalom jelentős csökkentése sem szükséges. Fent említett okoknak köszönhetően a hőkezelés teljes ideje jelentősen lerövidíthető. A választott eljárás további előnye, hogy folyamatos üzem alkalmazása esetén a fűtőközeg és annak hője újrahasznosítható, így nem szükséges a teljes felfűtés minden ciklus során, elegendő az olaj folyamatos hőntartása. Más eljárásoknál a fűtőközeg és hője minden ciklus végén elveszik.

A megfelelő felhasználási területek kiválaszthatóságának érdekében, a dolgozat keretein belül olyan tulajdonságok vizsgálatát helyeztem előtérbe, amelyek ezt a későbbiekben elősegítik. Természetesen szükséges a különböző szilárdsági jellemzőkre gyakorolt hatás feltárása, valamint a színjellemzők változásának leírása. Ezen információk ismeretében a műszaki illetve az esztétikai felhasználás alapjai biztosítottak. Faanyagról lévén szó mindenképpen szükséges a vízzel szembeni jellemzők részletes feltárása. A hőkezelő eljárások egyik alapvető célja minden esetben, hogy javítsa a gombakárosítókkal szembeni tartósságot, így érintőlegesen ennek vizsgálatát is elvégeztem. Mivel felhasználási területként elsősorban kültéri alkalmazások jöhetnek szóba, fontosnak tartottam kültéri kitettség vizsgálatok elvégzését. A dolgozat tehát egy átfogó képet nyújt a növényi olajokban hőkezelt nyár faanyag fontosabb tulajdonságairól. Ennek szükségességét az indokolja, hogy a hőkezelés megváltoztatja a faanyag kémiai felépítését, ezáltal egy teljesen új anyaggal állunk szemben. A növényi olajokban végzett hőkezelések, ezen belül is a nyárra vonatkozó eredmények meglehetősen ritkák. Ennek megfelelően, az általam feltárt eredmények hasznosak lehetnek a későbbiekben, a gyakorlati felhasználás elősegítésében. Konkrét felhasználási példák kidolgozására, termékek tervezésére nem kerül sor, de a bemutatott eredmények ezt már lehetővé teszik a későbbiekben.

2. A kutatás tudományos előzményei

2.1 A faanyag kémiai összetételének változása hő hatására

2.1.1 A hő hatása a faanyagra

A különböző ipari alkalmazások során használt hőkezelő eljárások sok tényezőben eltérnek egymástól, ami természetesen a kapott végeredményt befolyásolja. Ahhoz, hogy megértsük a végbemenő folyamatokat, minden tényezőt figyelembe kell vennünk, hiszen a faanyag, mint komplex makromolekulás rendszer, hő hatására rendkívül bonyolult, összetett kémiai és fizikai-kémiai változásokon megy keresztül. A lejátszódó változások elsősorban az összetett rendszer kémiai, fizikai, anatómiai felépítésétől - mint belső tényezőktől -, valamint az alkalmazott hőmérséklettől és nyomástól, a hőhatás idejétől, a rendszert körülvevő atmoszférától, mint külső tényezőktől függnék (Németh 1998).

A belső tényezők közül talán a legfontosabb, hogy a faanyag szerves anyag, így a fő komponensek jellege, egymással való kapcsolata határozza meg a hő okozta változásokat. Jelentősen befolyásolhatják a lejátszódó folyamatokat a kis mennyiségben jelenlévő járulékos anyagok is, így iniciálhatnak vagy inhibeálhatnak egyes folyamatokat. Hasonló hatásúak lehetnek a faanyagban eredetileg jelenlévő vagy kezelés során bevitt szerves anyagok is. Fontos szerepet játszik a hő okozta átalakulásokban, a faanyagban jelenlévő víz, nedvességtartalom is. Befolyásolja a folyamatokat a faanyag anatómiai felépítettsége, fajlagos felülete és szemcsemérete is (Németh 1998).

A külső tényezők közül a faanyagot körülvevő atmoszféra határozza meg a lejátszódó folyamatokat. Az inert gázatmoszféra vagy vákuum, a termikus bomlásfolyamatokat segíti, oxigén jelenlétében pedig oxidációs folyamatok játszódnak le főként. A vízgőz jelenléte mindkét atmoszférában a hidrolitikus folyamatokat segíti elő. Fontos szerepe van továbbá az alkalmazott hőmérsékletnek, a hőhatás idejének, illetve a hőmérséklet-emelkedés sebességének (Németh 1998).

A degradációs folyamatokat csak akkor értelmezhetjük helyesen, ha ismerjük az egyes komponensekre jellemző, és az egész rendszerrel lejátszódó folyamatokat. Ezáltal tudjuk őket a kívánt irányba vinni, vagy éppen meggátolni (Csonkáné 2005). A növényi eredetű anyagok három fő alkotórésze a cellulóz, a poliózok és a lignin. E természetes polimerek hő hatására igen eltérően viselkednek. A poliszacharidok viszonylag szűk hőmérséklettartományban bomlanak, a cellulóz termikusan stabilabb, mint a poliózok. A lignin egy aromás gyűrűket tartalmazó térhálós polimer, bomlása szélesebb hőmérséklettartományban megy végbe, mint a poliszacharidoké. A lignocellulózok termikus sajátságainak vizsgálatakor figyelembe kell vennünk, hogy a növényi mintákban jelenlévő egyéb komponensek (szerves ionok, extrahálható vegyületek) befolyásolják a természetes polimerek hőbomlását. A szerves alkotók katalizátorként hatnak, jelenlétükben a növényi anyagok bomlása alacsonyabb hőmérsékleten megy végbe, és a folyamat során keletkező szerves maradék mennyisége megnő. Az extrahálható komponensek illékonyságuknak köszönhetően a növényi anyag gyúlékonyságát befolyásolják (Mészáros 2005).

2.1.2. A poliózok hőbomlása

A poliózok részaránya ugyan kisebb a fában, mint a cellulózé, a termikus bomlás során mégis jelentős a szerepük. Termikus bomlásuk követése, kémiai szerkezetük összetettsége és sokfélesége miatt nehéz feladat. A polióz frakció bomlása két szakaszra bontható. Az összetételtől függően 190-227°C-ig tartó, kismérvű bomlással járó első, és az afeletti, nagymérvű hőbomlással járó második szakaszra. A polióz frakció intenzív endoterm bomlása inert atmoszférában 210-220°C-on indul, majd ezt követi egy exoterm szakasz 290°C körül jelentkező maximummal. Oxidatív atmoszférában a bomlásfolyamatok alacsonyabb hőmérsékleten indulnak (Németh 1998).

A fában hő hatására növekszik a teljes polióz mennyisége (a cellulóz bomlása miatt), a polióz frakciók közül a polióz-B mennyisége nő, a többié csökken. Az egyes polióz komponensek hővel szembeni viselkedése eltérő. A legstabilabb a xilán, a legkevésbé stabilak a galaktánok és a poligalakturonsavak. A hőmérséklet emelésével egyre inkább előtérbe kerül a depolimerizáció (Németh 1998). A poliózok jellemző bomlástermékei a furfurool, illetve további furánszármazékok. A furánszármazékok mind dehidratációs, mind gyökös mechanizmusú depolimerizációs folyamatban keletkezhetnek. A furfurool és az átmeneti származékok levulinsavvá, illetve valeriansavszármazékokká bomolhatnak. A hexozánok jellegzetes bomlástermékei a mukonsav és származékai (Fengel és Wegener 1989). Faix et al. (1991) azonban lucfenyő faanyag 450°C-ig végzett pirolízise során a poliszacharidok 104 különböző bomlástermékét különítették el gázkromatográfiai és tömegspektrometriás módszerrel, amelyek közül több vegyület ismeretlen volt.

A faanyag fő alkotói közül a poliózoka legérzékenyebbek a hőre (Alén et al. (2002). A degradáció deacetilezéssel kezdődik, a 2-es illetve a 3-as helyen észterkötésben lévő acetilcsoport lehasadásával, ecetsav keletkezése közben. A felszabaduló ecetsav pedig katalizátorként hat a depolimerizációra, így tovább növeli a poliszacharidok leépülését (Tjeerdsma et al. 1998b; Sivonen et al. 2002; Nuopponen et al. 2004a). Dehidratációs folyamatok játszódnak le, ezáltal a hozzáférhető hidroxilcsoportok száma is csökken, valamint észterifikációs reakciók is előfordulnak magasabb hőmérsékleten, a kialakult észterek pedig főleg a ligninhez kapcsolódnak.

A szénhidrátok aránya csökken a hőkezelés intenzitásával és függ a fafajtól (Zaman et al. 2000; Kocaefe et al. 2008). A fafajok közti eltérés minden esetben az eltérő hemicellulóz tartalommal magyarázható, amely érthető is, figyelembe véve, hogy ez az összetevő roncsolódik legnagyobb mértékben a hőkezelések hőmérséklettartományában (Esteves et al. 2008b; Jämsä és Viitaniemi 2001; Esteves et al. 2007b) (2. ábra).

Treatment level*	Chemical composition (%)									
	Extractives	Klason residue	Soluble lignin	Total lignin	Gluc.	Xyl.	Man.	Gal.	Arab.	Total
Untreated	8.9	20.8	3.9	24.7	44.0	11.2	2.1	1.3	0.6	92.8
4.8	17.4	21.8	1.9	23.7	45.5	7.2	1.7	1.1	0.5	97.1
8.5	18.9	25.5	0.9	26.4	46.9	5.0	1.9	0.6	0.2	99.9
11.9	17.5	31.0	0.7	31.8	46.4	3.3	1.7	0.6	0.2	101.5

2. ábra Kezeletlen és 230°C-on különböző ideig kezelt faanyag kémiai összetétele (Esteves et al. 2008b)

A faanyag hőkezelése során folyékony és gáznemű anyagok is keletkeznek. A folyékony anyagok 200-300°C között szinte kizárólag víz és ecetsav, kis mennyiségű hangyasav, furfurool és metanol. A savak katalizálják a poliszacharidok bomlását és csökkentik azok polimerizációs fokát (Militz 2002). Ez a degradáció formaldehid, furfurool és egyéb aldehidek kialakulását okozza (Tjeerdsma et al. 1998b).

A folyékony és gáznemű anyagok keletkezéséért egyaránt a hemicellulózok felelősek elsősorban (Tjeerdsma et al. 1998b). Az ecetsav a xilózok acetyl gyökeinek termolízise során jön létre; a hangyasav glükózláncok karboxil-csoportjaiból alakul ki, a furfurool pedig xilózok dehidratációja során (Sivonen et al. 2002). Dirol és Guyonnet (1993) kísérletei szerint a 200-260°C közötti hőkezeléssel nyert folyékony fázis 21,5% vizet, 7,5% ecetsavat és kis mennyiségű hangyasavat (5%), metanolt (3,5%) és némi furfuroolt tartalmazott. Alén et al. (2002) megállapította, hogy a hőkezelés során keletkezett folyékony anyagok 90%-át a karboxilsavak tették ki, többnyire ecetsav, hangyasav, néhány fenolos összetevő, zsírok, gyantasavak, valamint kis mennyiségben furánokat is kimutattak.

2.1.3. A cellulóz hőbomlása

A cellulóz hőbomlása több párhuzamos és versenyző reakcióból áll, kémiai homogenitása ellenére. Fontos szerepe van a belső tényezőknek, azaz a cellulóz jellegének, kristályossága mértékének, polimerizációs fokának, tisztaságának. A cellulóz hőbomlását egy inicializáló lépés, az „aktív cellulóz” keletkezése vezeti be. Ez bomlik el két elsőrendű reakció során. Az egyikben illékony anyagok, cukoranhidridek képződnek, a másokban szén és gáz alakú termékek.

300°C alatt lejátsszódik a cellulóz depolimerizációja, melynek során viszonylag gyorsan 200-400-as DP értékig csökken. Ezután a polimerizációs fok viszonylag stabil marad. A kötésahasadás vízlehasadással, karbonil-, karboxil- és hidroperoxid- csoportok képződésével jár, melyek bomlása viszont széndioxidot és szénmonoxidot eredményez.

A cellulóz bomlása inert atmoszférában 300°C-ig lassú, felette azonban gyors, és 390°C-ig lejátsszódik. A bomlás endoterm, a végén azonban megfigyelhető egy exoterm lépés is, amit a bomlástermékek polimerizációja, illetve polikondenzációja okoz. Oxidatív atmoszférában a folyamat korábban indul, és a fő bomlásfolyamat exoterm. Az oxidáció a maradék teljes oxidációjával fejeződik be 410-500°C között (Németh 1998).

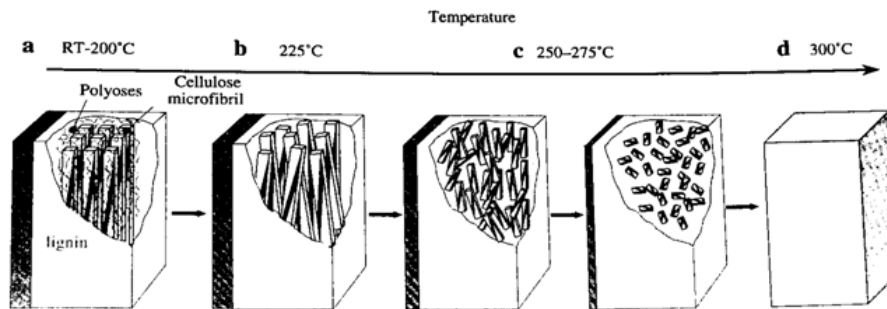
A cellulóz hőbomlása lejátsszódhat homolitikus és heterolitikus reakcióban is, az első iniciálási reakció azonban mindkét esetben a C-1 és az oxigénatom közti glikozidos kötés szakadása. Általános feltételek mellett mindkét reakció lejátsszódhat. A dehidratálást diszproporcionálási, dekarboxilezési, dekarbonilezési folyamatok követik.

A heterolitikus lépésben nukleofil folyamatban a glikozidos kötés mozdul el a gyűrű valamelyik hidroxilcsoportjára, cukoranhidridek képződése közben, ami leggyakrabban levoglükozán (1,6-anhidrid). A keletkező cukoranhidridek viszonylag stabil vegyületek, magas hőmérsékleten azonban elbomlanak a cukoregységek, faszén és kismolekulájú illékony termékek keletkezése közben. Dehidratáció lejátsszódása esetén a kezdeti termékek 5 és 6 szénatomos vegyületekké dehidratálódnak, furán- és piránszármazékok keletkeznek. A cellulóz bomlása homolitikus hasadással, gyökös mechanizmuson keresztül is indulhat. A keletkező gyökök stabilabbak, mint a glikozidos bomlásból származók, de dehidratálási és degradációs lépések során kátrányos termékekké alakulnak (Németh 1998).

A cellulóz kevésbé érzékeny a hőre, mint a hemicellulózok, feltehetően kristályos természetének köszönhetően. A cellulóz kristályos jellegének változásával kapcsolatban nagyon eltérő adatok állnak rendelkezésre. Több szerző szerint a cellulózra a 260°C-os hőkezelés sem volt hatással (Bourgois és Guyonnet 1988; Yildiz et al. 2006). Mások szerint azonban a cellulóz kristályos jellege erősödik az amorf cellulózzrészek degradációja által, ami a vízmolekulák csökkent hozzáférését eredményezi a hidroxil csoportokhoz (Wikberg és Maunu 2004; Bhuiyan és Hirai 2005; Boonstra és Tjeerdsma 2006).

A cellulóz kristályos jellege a hőmérséklet hatására változik. 200°C-ig a kristályos jelleg erősödik az amorf részek degradációjának köszönhetően (Fengel és Wegener 1989; Sivonen et al. 2002). Roffael és Schaller (1971) munkája szerint a cellulóz kristályos jellege erősödött 120-160°C között, e felett azonban csökkenés következett. Bhuiyan és Hirai (2000) szerint a cellulóz kristályos jellegének erősödését nagymértékben befolyásolja a páratartalom. Vizsgálataik szerint magas páratartalom mellett kétszeresen nőtt a kristályos jelleg a száraz körülmények között végrehajtott hőkezeléshez képest. Kubojima et al. (1998) szerint a 120-200°C között levegő és nitrogénatmoszférában kezelt lucfenyő Cr-indexe (kezelt faanyag kristályos jellege/kezeletlen) növekvő tendenciát mutatott, de néhány kivétel is volt. Akgül et al. (2007) levegőatmoszférán 120-180°C között kezelt fenyő faanyagok cellulózájának kristályosságát vizsgálták. A különböző paraméterek között kezelt faanyagok

kristályossága növekedett a kezelés hatására, az eredmények pedig egyértelműen azt mutatják, hogy a változások mértékét nem csak a hőmérséklet, hanem a kezelési idő is befolyásolja. A monoklinikus struktúra részben triklinikussá alakult át hő hatására, de a monoklinikus dominált. A fentebb említett munkák eredményeiből is látszik, hogy a cellulóz kristályosságának változása összetett folyamat, melyet sok tényező befolyásol. A kristályos jelleg változásának mértékében legfontosabb szerepe az alkalmazott közegnek, hőmérsékletnek és időnek van.



3. ábra A sejtfa cellulóztartalmának feltételezett szerkezeti átalakulása hő hatására (Zollfrank és Fromm 2009)

A kristályosság mértékének változása nem függ össze a kristályméret változásával, azaz a degradáció heterogén módon zajlik le (3. ábra). Egyes cellulózkristályok bomlása teljesen végbemehet addigra, mire másoké még éppen csak kezdődik, vagy meg sem kezdődött. 200°C-ig a sejtfa magas fokú anizotrópiát mutat, azonban a poliózok bomlása miatt a cellulóz mikrofibrillák átrendeződnek 225°C-környékén. 250-275°C között megkezdődik a cellulóz mikrofibrilláinak leépülése. Csökken, majd meg is szűnik a cellulóztöredékek rendezettsége, és megkezdődik a ligninben gazdag részek fokozott leépülése is. 340°C környékén a cellulóz kristályos jellege inert atmoszférában megszűnik, a kristályos szerkezetek eddig a hőmérsékletig felbomlanak, aminek teljes izotrópia a következménye (Kim et al. 2001; Zollfrank és Fromm 2009).

2.1.4. A lignin hőbomlása

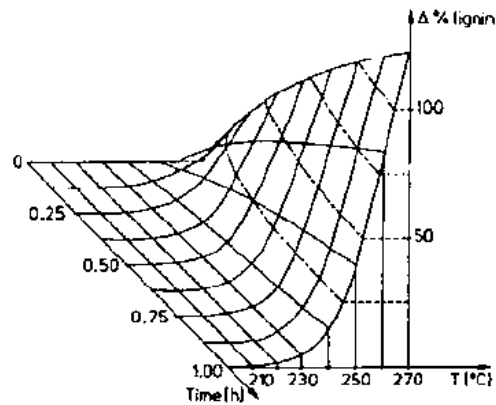
A hővel szemben legellenállóbb komponensnek a lignint nevezhetjük a fában, annak ellenére, hogy már relatív alacsony hőmérsékleten is végbemegy néhány degradációs folyamat, különböző fenolos végtermék keletkezése mellett (Sandermann és Augustin 1964). A nagyobb lignintartalom növeli a fa hővel szembeni ellenálló képességét, mivel viszonylag nagyobb hőstabilitása mellett a homolitikus bomlásakor keletkező stabil gyökök gyökakceptor jellege is befolyással van a termikus hatásra lejátszódó folyamatokra, elsősorban az oxidatív atmoszférában végbemenő reakciókra (Nassar és McKay 1984; Schmidt et al. 1995).

A lignin termikus hatásra bekövetkező degradációja a lignin molekuláris és molekulás felépítettségének bonyolultsága mellett jelentős mértékben a lignin izolálási módjától is függ. Egy kíméletes izolálási eljárással nyert lignin bomlása már 150-160°C-on elindul, míg egy kondenzáltabb állapotú lignin csak 200°C felett kezd el degradálódni. A ligninben lejátszódó kémiai folyamatok a ligninmonomerek közti nagyszámú kapcsolódási forma miatt igen sokrétűek. A homolitikus és heterolitikus bomlásfolyamatokat polimerizációs folyamatok is kísérik. Legkönnyebben az éterkötések hasadnak, 150-270°C között. Alacsony hőmérsékleten megy végbe továbbá az alkoholos hidroxilcsoportok dehidratációja. A C-C kötések nagyobb aktiválási energiaigényűek, a legnehezebben pedig az aromás gyűrű hasad (Németh 1998).

A faanyag lignintartalmának aránya nő a hőkezelés során (Bourgois és Guyonnet 1988; Zaman et al. 2000). Azonban meg kell jegyezni, hogy a hagyományos módszerekkel meghatározott lignintartalom hőkezelt faanyag esetén feltehetőleg nem tiszta lignin, mivel néhány kutató szerint végbemennek polikondenzációs reakciók a sejtfal többi alkotójával, ami további keresztkötések kialakulásához vezet, ez pedig látszólag növeli a lignintartalmat (Tjeerdsma és Militz 2005; Boonstra és Tjeerdsma 2006; Esteves et al. 2008b).

Annak ellenére, hogy a lignin százalékos aránya nő a hőkezelés során, a lignin bomlása megkezdődik már a folyamat elején (200°C alatt), bár a poliszacharidokénál jóval kisebb mértékben (Windeisen et al. 2007; Esteves et al. 2008b). Úgy vélik, hogy a bomlás során keletkező savak járulnak hozzá a lignin hidrolitikus bomlásához alacsonyabb hőmérsékleten. További hevítés a bezolgyűrű oldalláncainak lehasadásához majd a reaktív benzolgyűrűk és a szabad aldehidek reakciójához, kondenzációs reakciókhoz (Tjeerdsma et al. 1998b) és a hidrofil tulajdonság csökkenéséhez vezet (Fengel és Wegener 1989). A gvajacil egységek 165°C alatt degradálódnak, a sziringil részek azonban kevésbé érintettek ezen a hőfokon. Ebből arra lehet következtetni, hogy az aromás gyűrűhöz kapcsolódó metoxil-csoport termikus stabilitást eredményez. A sziringil/gvajacil arány növekedése is megfigyelhető a hőmérséklet emelkedésével a lignin hevítése során. 175-195°C között a lignin monomeres bomlástermékeinek szignifikáns mennyisége mutatható ki vízben és alkoholban oldható extraktfrakcióban egyaránt. Ezek mennyisége azonban gyorsan csökken 195°C felett, ami feltételezhetően a térhálósodási reakciók dominanciájának kezdete miatt következik be (Sarni et al. 1990).

A hőmérséklet és a hőtartási idő komplex hatására ligninnél Kürschner és Melcerová (1965) mutattak rá. Bükk hevítésénél már 100°C felett észlelték a lignintartalom csökkenését, és 160°C-os, 14 napos kezelés után a savoldhatatlan lignintartalom már 1% alatti volt. Bourgois et al. (1989) a 4. ábra szerint határozták meg a lignin esetében a hőmérséklet és kezelési idő összefüggéseit. A hőmérséklet és idő paraméterek együttes hatása a folyamatokra markánsan jelentkezik, a domináló faktor azonban a hőmérséklet (Kraus 2003).



4. ábra A hőmérséklet és kezelési idő hatása a lignin hőbomlására
(Bourgois et al. 1989)

A metoxiltartalom csökken a hőkezelés hatására, és az új reakcióképes felületek az aromás gyűrűn újabb kondenzációs reakciókhoz vezethetnek (Kotilainen et al. 2000; Tjeerdsma és Militz 2005; Nuopponen et al. 2004a; Tjeerdsma et al. 1998b; Wikberg és Maunu 2004; Sivonen et al. 2002). 200°C felett a szabad gyökök mennyiségének jelentős növekedését is kimutatták. Ezeket a változásokat az aromás gyűrűk összekapcsolódási reakcióinak lehetőségével magyarázták, ami a lignin hálózatos szerkezetének alaposabb térhálósodásához vezet (Sandermann és Augustin 1964; Sivonen et al. 2002).

A fa plaszticitásának változása a magasabb hőmérsékleten, hidrolízis által végbemenő lignin és szénhidrát kötések bomlásával magyarázható, mely folyamatok párhuzamosan futnak a nem szénhidrátokhoz kötött ligninrészek depolimerizációjával. Ezek a kapcsolatok egyrészt lehetnek éteres jellegűek, amikor vagy a fenolos, vagy az alifás hidroxil-csoportok reagálnak a szénhidrátok hidroxil-csoportjaival. Másrészt lehetnek acetál, illetve félacetál jellegűek, amikor a fenil-propán maradékok karbonilcsoportjai reagálnak a szénhidrátok hidroxil-csoportjaival. Ezért hőkezeléskor a víz jelenléte a lignin bomlásánál fontos szerepet játszik (Runkel 1951)

2.1.5 A járulékos anyagok hőbomlása

A makromolekulás anyagok mellett a faanyag kis molekulatömegű, rendszerint vízben vagy szerves oldószerben könnyen oldódó vegyületeket is tartalmaz, a főkomponensekhez képest viszonylag kis mennyiségben (száraz fára vonatkoztatva általában 2-10 tömegszázalék). Ezen anyagok nem a mechanikai tulajdonságokat befolyásolják, hanem a színt, szagot és tartósságot (Németh 1997). A járulékos alkotórészek kémiai felépítésük alapján csoportosíthatóak (Molnár 1999):

- fenolos gesztanyagok (fenolok, lignánok, flavonoidok, tanninok, sztilbénék),
- gyanták és terpének,
- egyéb járulékos anyagok (cukrok, zsírok, viaszok, ciklitek, alkaloidok, szuberin).

A járulékos alkotórészek közül az aromás szerkezetűek, elsősorban a tanninok mérsékelt hőmérsékleten (140-190°C) stabilizálják a fát a hőhatás ellen mind oxidatív, mind inert atmoszférában. E komponensek is a stabil gyökképződésen keresztül hatnak, mint antioxidánsok, illetve mint a depolimerizációs folyamatok inhibitorai. A terpének, gyanták és olajok az előző vegyületcsoporttal ellentétesen viselkednek. Különösen oxidatív atmoszférában a belőlük keletkező gyökök iniciátorai az oxidatív bomlásfolyamatoknak. A fa gyulladáspontját 30-40%-kal is lecsökkenthetik (Németh 1998).

Melcerová et al. (1993) különféle oldószerekkel akácból extrahált cserzőanyagokat vizsgáltak és hidrotermikus kezelések kapcsán megállapították, hogy a fellépő kondenzációs reakciókban aktívan részt vesznek és részint katalizáló hatásúak. Az extraktanyagok a faanyag oxidatív reakciójában folyamatot gyorsító szerepet töltenek be. Hőkezelés hatására az extraktanyagok közül elsősorban az aromás szerkezetűek homolitikus bomlásakor keletkező stabil gyökökön keresztül hatnak, mint antioxidánsok. White (1987) az extraktanyagok két csoportját, a terpéneket és gyantákat nevezte meg, melyek szignifikánsan befolyásolják a fa égési tulajdonságait. A zsírok és olajok a parenchimasejteken keresztül távoznak a faanyagból, és 180°C felett távoznak a faanyag felszínéről is. A gyantasavak 180°C-ig vannak jelen a faanyagban, 180-200°C között már csak a felületen kimutathatók, 200°C felett onnan is eltűnnek (Nuopponen et al. 2003).

A legtöbb extraktív anyag eltűnik, vagy degradálódik a hőkezelés során, különösen a legillékonyabbak, de új anyagok is megjelennek, amik a sejtfalalkotó anyagok bomlása során keletkeznek. Az eredeti extraktív anyagok gyors távozása ellenére az extraktív tartalom egyértelműen nő, majd a hőkezelés továbbhaladtával csökkenni kezd. A növekedés okaként a poliszacharidok bomlástermékei nevezhetők meg (Esteves et al. 2008b).

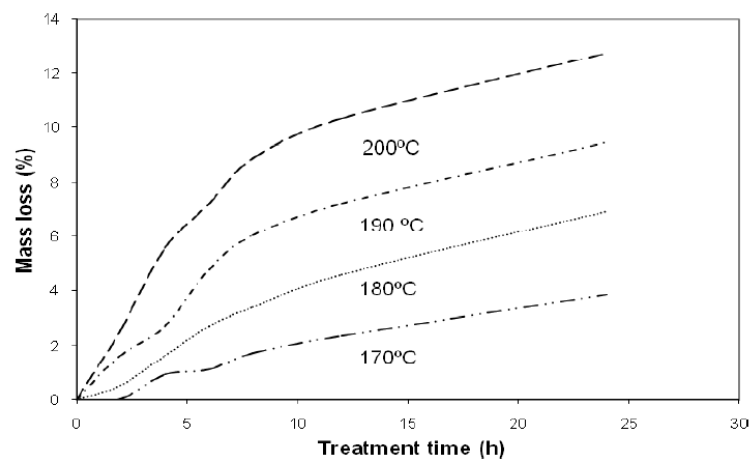
Az illékony extraktív anyagok vesztesége hőkezelés során az illékony szerves összetevők (Volatile Organic Compound - VOC) emissziós profiljának felvételével állapítható meg. 230°C-on 24 órán keresztül kezelt faanyag esetén csak nagyon kis terpenoid emisszió mérhető, de furán-karboxaldehid, ecetsav és 2-propanon jelenléte is megállapítható, amik a faanyag fő alkotóinak termikus bomlástermékei (Manninen et al. 2002). A hőkezelt faanyag jelentősen alacsonyabb terpénemissziót mutat a kezeletlen faanyaghoz képest, az ecetsavemisszió viszont jóval magasabb (Mayes és Oksanen 2002).

2.2. A faanyag jellemzőinek változása hő hatására

2.2.1 Tömegcsökkenés

Több kutató vizsgálta a tömegcsökkenést a hőkezelés hatására, és arra a következtetésre jutottak, hogy az függ a fafajtól, a hőátadó közegtől, hőmérséklettől és a kezelési időtől. A legtöbb eredmény nehezen összehasonlítható, mivel különböző kezelési eljárásokról, időkről és hőmérsékletekről, valamint különböző fafajokról és kezdeti nedvességtartalmakról van szó. Néhány alap összefüggés azonban ezek alapján is megállapítható, az alábbiak szerint:

- Lombos fák tömege nagyobb mértékben csökken hőkezelés hatására, mint a fenyőké (Zaman et al. 2000; Esteves et al. 2007a).
- A kezelési idő és hőmérséklet növelése a tömeg fokozott csökkenését okozza (5. ábra) (Alén et al. 2002; Bourgois és Guyonnet 1988; Metsa-Kortelainen et al. 2006; Esteves et al. 2008a).
- Vízgőz jelenlétében alacsonyabb tömegcsökkenés érhető el, mint száraz levegős hőkezelés esetén (Mazela et al. 2003; Esteves et al. 2007a).
- Az oxigén jelenléte nagyobb tömegcsökkenést eredményez (Stamm 1956; Sailer et al. 2000)



5. ábra Tömegcsökkenés (y) a kezelési idő (x) függvényében különböző hőmérsékleteken (Esteves et al. 2008a)

2.2.2 A higroszkóposság változása

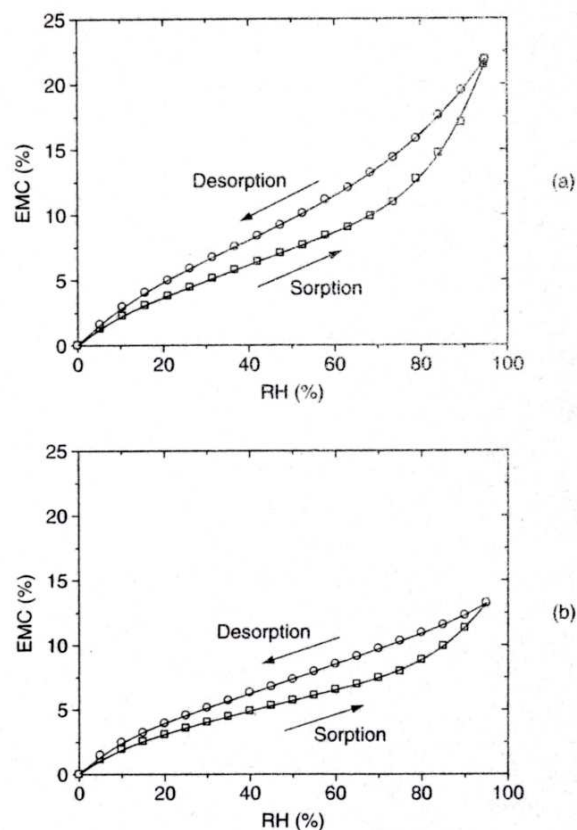
A hőkezelés legfőbb hatása a faanyagra, az egyensúlyi fanedvesség csökkenése. Erről a jelenségről már 1920-ban beszámolt Tiemann, aki magas hőfokú szárítással kapcsolatban állapította meg az egyensúlyi nedvesség, és ezzel együtt a zsugorodás-dagadás csökkenését. Tulajdonképpen ezek az eredmények tekinthetők a hőkezelő eljárások alapjának. Éppúgy, mint a tömegcsökkenés, az egyensúlyi nedvesség változása is függ a fafajtól, az alkalmazott eljárástól, a hőmérséklettől és a kezelési időtől.

A higroszkóposság csökkenéséhez szükséges minimális hőmérséklet több kutató szerint 100°C, a hőmérséklet és kezelési idő növelésével pedig arányosan csökken a nedvességfelvétel (Kollmann és Schneider 1963; Nikolov és Encev 1967; D'Jakonov és Konepleva 1967). Néhány kutató munkája alapján azonban inkább az a nézet elfogadható, mely szerint ezt nagyban befolyásolja a fafaj is. Kollmann és Fengel (1965) munkája alapján például erdeifenyőre alkalmazható a 100°C-os határ, tölgy esetén azonban 130-150°C között kezdődik a változás. Azonban Kamdem et al. (2002) munkája alapján az is látszik, hogy nem választhatóak szét egyértelműen a lombos és fenyő faanyagok, mivel az ő vizsgálataik szerint a bükk faanyag egyensúlyi nedvessége csökkent nagyobb mértékben a lucfenyőhöz képest. Különbséget lehet tenni továbbá az egyes fafajok gesztje és szijácsa között is, a hőkezelt geszt faanyag ugyanis kevesebb vizet képes felvenni, mint a hőkezelt szijács (Metsa-Kortelainen et al. 2006, Németh 2002).

Az egyes eljárások közti különbségeket jól mutatják a különböző kutatók eredményei. Tjeerdsma et al. (1998a) 185°C-on végzett hőkezelő eljárás (Thermowood) eredményeképpen jelentős csökkenést tapasztalt az egyensúlyi nedvességtartalmakban (30%-ról 10-18%-ra, 96% relatív páratartalom mellett). Kamdem et al. (2002) ezzel szemben a francia Rectification eljárást alkalmazva 200 és 260°C-on, jóval kisebb mértékű csökkenést tapasztalt (26%-ról 20%-ra 100% relatív páratartalom mellett). Epmeier et al. (2001) hasonlóan kis csökkenésről számoltak be a német OHT eljárást alkalmazva. Az egyensúlyi nedvesség egy minimum érték eléréséig csökken, aztán állandó marad. Ezt a minimumot 4-6% tömegcsökkenés körül éri el a faanyag, a további tömegvesztés már nem változtat az egyensúlyi nedvességen (Esteves et al. 2007a, b). Borrega és Karenlampi (2010) száraz és nedves atmoszférában hőkezelt lucfenyő egyensúlyi nedvességtartalmát összehasonlítva megállapították, hogy a nedves körülmények között kezelt faanyag egyensúlyi nedvességtartalma alacsonyabb, mint a száraz körülmények között kezelté. Awoyemi et al. (2009) OHT eljárást alkalmazott fenyő faanyagok kezelésére, és a kezelő olajban hűtötte le a próbatesteket. Az olajban hűtés időtartamának növelésével arányosan csökkent az egyensúlyi nedvesség és a zsugorodás mértéke.

Egyes eljárásoknál nedves, másoknál száraz faanyagot alkalmaznak a hőkezelés kiinduló anyagaként, azonban nincs összefüggés a kezelt faanyag egyensúlyi nedvességtartalmának csökkenése és a kezdeti kondíciók között (Bekhta és Niemz 2003, Tolvaj et al. 2000). A hiszterézis jelensége megmarad a hőkezelés után is a faanyagban, az adszorpciós és deszorpciós görbék közti különbség azonban nem változik (Militz 2002). A hőkezelt faanyag szorpciós tulajdonságainak jellemzője az is, hogy lassabban reagál a környezete nedvességtartalom-változásaira, mint a kezeletlen faanyag, tehát nem csak kevesebb vizet képes felvenni, hanem mindezt lassabban is teszi. Ez a tulajdonság előnyös lehet olyan alkalmazásoknál, ahol a páratartalom gyakran változik, és fontos a méretstabilitás (Pfriem et al. 2007).

Kevésbé dokumentált a deszorpciós izoterma változása a hőkezelés hatására, bár néhány utalás található korábbi munkákban, ahol megállapították, hogy a hőkezelés hatására kialakuló különbségek a kezeletlen faanyaghoz képest a higroszkóposágban nagyobbak az abszorpció esetében, mint a deszorpciónál (Keith és Chang, 1978). A legtöbb tanulmányban a szorpciós-deszorpciós viselkedést korlátozott számú relatív páratartalom érték mellett határozták meg, és a változás a deszorpciós izoterma alakjában nem nyilvánvaló. Ez sokkal jobban látható, ha a szorpciós-deszorpciós egyensúlyi fanedvesség értékeket több relatív páratartalom mellett vizsgálják. A hőkezelt faanyag deszorpciós izotermájának alakja közelít a lineárishoz, szemben a kezeletlen faanyag kettős görbületű izotermájával, és a hiszterézis mértéke is csökkent (6. ábra).



6. ábra Kezeletlen (a) és 250°C-on 2 órán át N₂ atmoszférában hőkezelt (b) faanyag szorpciós-deszorpciós izotermái (Keith és Chang, 1978)

A kezelési atmoszféra szintén befolyásolja a hőkezelt faanyag szorpciós tulajdonságait. Schneider és Rusche (1973) levegő jelenlétében és a nélkül hőkezelt faanyag szorpciós viselkedését vizsgálta. Arra a megállapításra jutottak, hogy a kezelt faanyag higroszkóposága csökken a kezelési idő és hőmérséklet növekedésével. Azonban ha 200°C-on levegő jelenlétében történt a hőkezelés, a szorpciós kapacitás újra nőni kezdett a hosszabb kezelési időknél (bükknél 24 óra, lucfenyőnél 48 óra). Ha a relatív hőkezelés okozta tömegvesztéshez viszonyítjuk, a szorpciós kapacitás jobban csökkent levegő jelenlétében. Mitchell et al. (1953) duglászfenyő fűrészport hőkezelték 300°C-on 15 órán át, nitrogén és levegő atmoszférában, és megállapították az egyensúlyi fanedvességet 30% és 90% relatív páratartalom mellett. Ezt 10 alkalommal végezték el minden vizsgált faanyagon. Bár az egyensúlyi fanedvességek

alacsonyabbak voltak az első ciklus után a kezeletlen mintákhoz képest, ezek az értékek minden további ciklus után nőttek, és a levegőatmoszférában kezelt faanyag egyensúlyi nedvességtartalma az ötödik ciklus után már magasabb volt a kezeletlen mintáénál. Ennek teljesen ellentmondanak Edvardsen és Sandland (1999) eredményei, melyek szerint a levegőtől elzárt rendszerben hőkezelt és kezeletlen faanyagok közti különbség abban az esetben sem változik, ha ciklikusan változtatjuk a relatív páratartalmat. Az eredmények közti eltérés egyértelműen a különböző kezelési atmoszférával magyarázható.

A faanyag nedvesíthetősége is változik hőkezelés hatására. Az érintkezési szög jelentősen nő a kezelési hőmérséklet emelkedésével (65° a kezeletlen faanyagnál és 145° 200°C-os kezelés után). A nedvesíthetőség változása alacsonyabb hőmérsékleteknél lipofil extraktív anyagok felszínre törésének tulajdonítható, míg magasabb hőmérsékleteknél a sejtfal makromolekuláris átalakulásának, elsősorban a hidroxil-csoportok számbeli csökkenésének (Podgorski et al. 2000).

Az egyensúlyi nedvesség csökkenésének oka a faanyag kémiai változásában keresendő. Hőkezelés hatására a hidroxil-csoportok száma csökken, ezáltal kevesebb vizet tud megkötni a sejtfal (Jamsa és Viitaniemi 2001). Más kutatók szerint azonban a vízmolekulák hidroxil-csoportokhoz való csökkent hozzáféréseben, szintén fontos szerepe van a cellulóz kristályosságában tapasztalható növekedésének, azaz az amorf cellulózzrészek degradációjának (Wikberg és Maunu 2004; Bhuiyan és Hirai 2005; Boonstra és Tjeerdsma 2006; Popper et al. 2005). A lignin polikondenzációs reakciói újabb keresztkötések kialakulásához vezetnek, amik szintén csökkenthetik az egyensúlyi nedvességtartalmat (Tjeerdsma és Militz 2005; Boonstra és Tjeerdsma 2006; Esteves et al. 2008b, Hakkou et al. 2005). Repellin és Guyonnet (2005) eredményei is azt támasztják alá, hogy a vízfelvétel csökkenése nem magyarázható egyedül a hemicellulózok adszorpció helyeinek eltűnésével a hődegradáció által. Hőkezelt bükk faanyag zsugorodásának és kémiai összetételének összefüggéseit vizsgálták DSC eljárással, és arra az eredményre jutottak, hogy a lignin szerkezeti és kémiai változásai is szerepet játszanak a vízfelvétel csökkenésében. A Hailwood-Horrobin elmélet matematikai modelljét alkalmazva megállapítható, hogy a pórusszerkezet változása is a vízfelvételi képesség csökkenésének okai közé tartozik (Popper et al. 2005).

2.2.3 A dimenzióstabilitás (ASE) változása

Az egyensúlyi fanedvesség csökkenése a faanyag méretstabilitásának növekedését eredményezi. A méretstabilitás növekedését a külföldi irodalmakban az ún. zsugorodáscsökkentő hatékonysággal (Anti Swelling Efficiency – ASE) jellemzik, amely a faanyag zsugorodás-dagadásának hőkezelés hatására történő mérséklődését fejezi ki százalékosan. Az egyik első, ilyen irányú kutatást Burmester (1973) végezte, aki szerint a megfelelő nyomás és hőmérséklet megválasztásával fafajtól függően 55-75%-kal csökkenthető a zsugorodás mértéke.

Az egyensúlyi nedvességtartalomhoz hasonlóan, a dimenzióstabilitás javulásának mértéke is függ a fafajtól (Keith és Chang 1978; Militz 2002). A dimenzióstabilitás javulása függ az anatómiai iránytól is. Több kutatás szerint tangenciális irányban nagyobb mértékű csökkenés érhető el (Militz 2002; Sailer et al. 2000; Tjeerdsma et al. 1998a; Esteves et al. 2007a, b, 2008a). Ezek az eredmények arra is rámutatnak, hogy bár tangenciális irányban nagyobb mértékben csökken a zsugorodás, a zsugorodási anizotrópia nem szűnik meg a hőkezelt faanyagnál sem (Popper et al. 2005).

A dimenzióstabilitás növekedése a faanyag hőkezelésekor függ az eljárás paramétereitől. A dimenzióstabilitás (ASE) nő a kezelés hőmérsékletének és a kezelés időtartamának növekedésével is (Yun et al. 1999), azonban a hőmérséklet a fontosabb tényező (Rezayati Charani et al. 2007, Akyildiz et al. 2009). Például ugyanakkora próbatesteken elérhető 20% javulás a méretstabilitásban 150°C-on 6 óra, vagy 250°C-on 30 perc kezelési idővel. Ha a méretstabilitás növekedését a tömegveszteséggel összefüggésben nézzük, aszimptotikus összefüggést kapunk, amely azt mutatja, hogy a zsugorodás 20% tömegveszteség környékén csökken legnagyobb mértékben. Mindemellett levegő jelenlétében kisebb mértékben javult a dimenzióstabilitás azonos tömegveszteség mellett, mint levegő jelenléte nélkül (Stamm et al. 1946). A víz jelenléte elnyomja azokat a termikus reakciókat, amelyek magukkal vonják a víz távozását a szerkezetből (Stamm és Hansen 1937). Tehát a méretstabilitás kisebb mértékben javul levegőatmoszférában történő hőkezeléskor, mint redukáló atmoszférában (Seborg et al. 1953) OHT eljárást alkalmazva nem befolyásolja a méretstabilitás változásának mértékét, hogy a fűtőközegként alkalmazott olaj mennyi ideje van használatban (az olaj öregedése) (Dubey et al. 2010a). OHT eljárásnál eltéréseket okozhat az alkalmazott fűtőközeg típusa is, mivel paraffinban kedvezőbb eredmények érhetők el szója- vagy pálmaolajhoz képest (Wang és Cooper, 2005).

A dimenzióstabilitás növekedése elsősorban a magas hőmérsékleten végbemenő kémiai változások hatására bekövetkező higroszkóposág csökkenésnek köszönhető. A hőkezelés során létrejövő új polimerek kevésbé higroszkóposak, mint a poliózok, amelyekből kialakultak, ez pedig a vízfelvétel csökkenése által a méretstabilitás növekedéseként jelentkezik (Dírol és Guyonnet 1993). Emellett azonban lehetséges okként számba vehető a lignin gvajacil és sziringil egységein található metil gyökök degradációja, ami a fenolos csoportok, és a szabad orto-pozícióval rendelkező egységek arányának növekedését okozza. Ezek a kémiai változások a lignin reakciókészségének növekedését okozzák, ezáltal új keresztkötések alakulnak ki. A keresztkötések kialakulása által a sejtfal molekulái veszítenek rugalmasságukból, így a cellulóz mikrofibrilláknak kevesebb lehetőségük van a tágulásra és vízfelvétele. A folyamat következménye a vízfelvételi helyek további csökkenése, ami a méretstabilitás növekedésében is jelentkezik (Tjeerdsma et al. 1998b). A javulás mindezek mellett nagymértékben köszönhető a hidroxil-csoportok leépülésének is, ami által a faanyag affinitása jelentősen lecsökken a vízzel szemben (Weiland és Guyonnet 2003; Kamdem et al. 2002).

2.2.4 Színváltozás

A szín azon a jelenségen alapul, hogy a fény egyes hullámhosszokon abszorbeálódik bizonyos molekulák vagy molekularészek által, melyeket kromofóroknak hívnak (tartalmaznak kromofór csoportokat). Ezek a molekulák kettős kötéseket tartalmaznak az alapegységeikben, valamint ehhez kapcsolódó kromofór csoportokat, például karbonil-csoportokat (pl. sztilbének, para-kinonok, orto-kinonok, fenolok, konferilaldehid). A kettős kötések lehetővé teszik delokalizált elektronok, azaz leszakíthatóan kötött elektronok jelenlétét, ami a megfelelő energiájú fotonok által lehetséges. A kromofórok másik csoportja a fenolos összetevők, amik komplex kötésben állnak fémionokkal, az így kialakult komplexek pedig erősen abszorbeálják a fényt. Erre jó példa a vasionok és a tölgy tanninjai által képzett komplexek, amelyek sötét elszíneződést okoznak. A cellulóz és a hemicellulózok csak szétszórják a rájuk eső látható fényt, vagyis nincs karakterisztikus abszorbancia a látható régióban, ezért önmagukban valószínűleg szürkés színűek lennének. Ezt tapasztalhatjuk a hosszú időre kültérbe kihelyezett faanyagok szürkés elszíneződésekor is. A faanyag természetes sárgás színe elsősorban a lignin és az extraktívok kromofórjainak köszönhető, valamint kis részben az extraktívok fémes komplexeinek. Lignin esetében a kinonoid és sztilbén szerkezeteknek tulajdonítják a sárgás színezetet (Falkehag et al. 1966; Hon és Shiraishi 1991). A faanyagok gesztjében a legtöbb szín (barna, piros, zöld, fekete, vörös, stb.) megtalálható, amit főként a változatos fenolos összetevőknek tulajdonítanak (tanninok, lignánok, flavonoidok, kinonok, stb.) (Charrier et al. 1995; Dellus és Janin 1997; Chang et al. 1999; Johansson et al. 2000).

A faanyag színe nagyon fontos jellemző a végfelhasználók számára, olyan mértékben, hogy gyakran ez határozza meg a termékek gyártásához felhasználandó fafajt. A legtöbb esetben a CIELab színrendszer szerint határozzák meg a színjellemzőket. A színjellemzők változását több tényező is befolyásolja. Jó korreláció fedezhető fel a kezelt faanyag világossága, és az alkalmazott kezelési idő között. A kezelt faanyag a kezelési idő növelésével egyre sötétebb lesz. A kezelési idő mellett a kezelési hőmérséklet is közvetlenül meghatározza a faanyag színét. Az időhöz hasonlóan a hőmérséklet növelése is a faanyag sötétedését okozza, és a két tényező közül a hőmérséklet szerepe a nagyobb, de 220°C felett a hőmérséklet emelése már nem okoz további színváltozást. (Mitsui et al. 2001, 2003, 2004; Militz 2002; Bekhta és Niemz 2003, Tolvaj et al. 2004). Már alacsony tömegveszteségeknél (2-4%) is megfigyelhető színváltozás a hőkezelés során, de a jelenség a hőkezelés mértékétől függ, és jelentősen befolyásolja az alkalmazott fafaj, és annak kémiai felépítése. Például Tolvaj et al. (2000) a magas extraktanyag tartalmú akác gőzölése során már 90°C-on nagy színváltozást tapasztaltak, mely a kezelési idővel nőtt. Az alkalmazott közeg is hatással van a színváltozás mértékére, levegő jelenléte mellett nagyobb változás következik be (sötétebb lesz a faanyag), mint inert atmoszférákban (pl. gőz, nitrogén) (Esteves et al. 2008c; Ahajji et al. 2009, Joscák et al. 2007). OHT eljárást alkalmazva az olajfelvétel mértéke is befolyásolja a színváltozást, mégpedig a magasabb olajfelvétel sötétebb színt okoz. Mivel az olajfelvétel nagymértékben függ a fafajtól, ezért fafajon belül ez a jelenség nem okoz problémát, legfeljebb különböző fafajok összehasonlításánál okozhat kisebb eltéréseket (Dubey et al. 2010a, Tjeerdsma et al. 2005). 80-130°C közötti gőzölést alkalmazva csökkenthetőek a nagy színeltérések pl. csertölgy, akác, álgesztes bükk esetén (Molnár et al. 2006; Németh et al. 2004.; Tolvaj et al. 2006). Feltehetően ez jellemző a hőkezelő eljárások esetén is.

A faanyag hőkezelése során barnás, vöröses árnyalatot kap, ennek háttere azonban nem teljesen tisztázott. A lignin és a hidrolizált szénhidrátok egyaránt szerepet játszanak a barna szín kialakulásában (McDonald et al. 1997). A hőkezelt faanyag

sötétebb tónusait gyakran a hemicellulózok színező hatású degradációs termékeinek (Sehlstedt-Persson 2003; Sundqvist 2004), és az extraktív anyagoknak tulajdonítják, amelyek részt vesznek a faanyag színének kialakításában (McDonald et al. 1997; Sundqvist és Morén 2002). Az extraktív anyagok hőkezelés során kioldódnak, oxidálódnak, vagy degradálódnak. Ezen anyagok fontos szerepét mutatja, hogy egyes kutatások szerint a magas, vízben oldható extraktttal rendelkező fafajok színe változik legmarkánsabban hőkezelés, gőzölés során (Varga és Van der Zee 2008).

Az oxidációs termékek keletkezése, mint például a kinonok, kinonmetidek, szintén részt vesznek a faanyag színváltozásában, erőteljes színező hatásuk révén (Mitsui et al. 2001; Bekhta és Niemz 2003). Ezek a vegyületek elsősorban a lignin átmeneti degradációs termékeiként jönnek létre, az α - és β -aril-éter kötések hasadása során (Sundqvist et al. 2006). Sehlstedt-Persson (2003) feltételezi, hogy a hemicellulózok hidrolitikus reakciói által bekövetkező színváltozás hasonló a Maillard-reakcióhoz, ami jól ismert eljárás az élelmiszeriparban, és amely karamellizációs folyamatokat foglal magában.

2.2.5 Mechanikai tulajdonságok változása

A hőkezelt faanyag egyik legnagyobb korlátja a mechanikai tulajdonságok csökkenése, mivel így alkalmatlanná válik a legtöbb szerkezeti célú alkalmazásra. A mechanikai tulajdonságok vizsgálhatók statikus és dinamikus igénybevételek mellett, azonban leggyakrabban statikus jellemzőket vizsgálnak a faanyag leírásához. A különböző mechanikai jellemzők közül a két leggyakrabban vizsgált tulajdonság a statikus és dinamikus hajlító igénybevétellel szembeni ellenálló képesség, vagyis a hajlító- és az ütő-hajlító szilárdság. A hőkezelés hatására bekövetkező változás nagymértékben függ a fafajtól és az alkalmazott kezelési paraméterektől. A hajlító rugalmassági modulusz általában növekszik az enyhébb kezeléseknél, és csökken az intenzívebb kezeléseknél hatására (Esteves et al. 2007a).

Inoue et al. (1993) *Cryptomeria japonica* faanyagot kezeltek 8 órán át 220, 200 és 180°C-on, és sorrendben 80%, 45% és 20% csökkenést tapasztaltak a hajlítószilárdságban. A rugalmassági modulusz kismértékben nőtt 180 és 200°C-on, efelett csökkent. 220°C-on már 7 óra után drasztikus, 60%-os csökkenés következett be. Bengtsson et al. (2002) szerint a hajlítószilárdság csökkenése átlagosan 47% lucfenyő, és 50% erdeifenyő esetén, 220°C-os hőkezelés után. A rugalmassági modulusz ezzel szemben mindössze 3,5%-kal csökkent.

A hajlító tulajdonságok (szilárdság, rugalmassági modulusz és törőerő) csökkenése és a kezelési paraméterek (idő és hőmérséklet) között jó összefüggés mutatható ki. A legjobb összefüggés a kezelési idő és a szilárdságváltozás százalékos értéke között mutatható ki, ahol R^2 értéke 0,78-0,95 közötti. Az összefüggés azonban csak a kezelési idő kisebb intervallumára érvényes (Kim et al. 1998). Poncsák et al. (2006) hőkezelt nyír tulajdonságait vizsgálták, és a hajlítószilárdság csökkenését tapasztalták a hőmérséklet növelésével, különösen 200°C felett. Ezen kívül említést tesznek kismértékű keménységnövekedésről is. Mburu et al. (2008) *Grevillea robusta* faanyag hajlítószilárdságának 65%-os, rugalmassági moduluszának 28%-os csökkenését tapasztalta hőkezelés hatására. Boonstra et al. (2007a) a Plato-eljárás hatására kismértékű csökkenést tapasztalt erdeifenyő hajlítószilárdságában (3%), lucfenyőben viszont jelentős csökkenés következett be (31%). Ezek az összehasonlító eredmények jól mutatják a fafaj jelentős szerepét a hőkezelés során.

Rusche (1973a, b) oxigén jelenlétében és azt kizárva végzett hőkezelést erdeifenyőn és bükkön. Megállapította, hogy a rugalmassági modulusz egyértelműen csökkent 8-10% körüli tömegvesztés mellett. Hasonló eredményre jutottak Vital et al. (1983) is. Mitchell (1988) fenyőt hőkezelt 150°C-on 1, 2, 4, 8 és 16 óra kezelési idő mellett, 0%, 12% és félnedves kiindulási nedvességtartalommal. A hőkezelést elvégezte oxigén, nitrogén és levegőatmoszférában is. A rugalmassági modulusz rendszertelenül csökkent a kezelés idejéhez viszonyítva, és nagyobb mértékben a félnedves faanyag esetén. Levegőatmoszférában végzett hőkezelés esetén a rugalmassági modulusz 14-szer nagyobb mértékben csökkent a félnedves faanyagnál, mint a szárítottnál. Nitrogénatmoszférában nem csökkent a modulusz, levegőatmoszférában pedig kisebb volt a csökkenés mértéke, mint oxigénben, ami jól érzékelteti az oxigén hatására lejátszódó nagyobb fokú degradációt.

Korkut et al. (2008a) hőkezelt erdeifenyő mechanikai tulajdonságait vizsgálva megállapították, hogy a rostokkal párhuzamos nyomószilárdság, a hajlítószilárdság, a hajlító szilárdsági modulusz, az ütő-hajlító szilárdság, a rostokra merőleges húzószilárdság és a Janka-féle keménység egyaránt csökkent a hőkezelés hatására. Ezzel egyező eredményeket kaptak Korkut et al. (2008b), *Acer trautvetteri* faanyag hőkezelése során is. Ezeketől némileg eltérő eredményre jutottak Boonstra et al. (2007a). Ők a rostokkal párhuzamos nyomószilárdság 28%-os növekedését, és a tangenciális

irányú nyomószilárdság kismértékű, 8%-os növekedését tapasztalták erdeifenyő hőkezelése során (Plato eljárással). A radiális nyomószilárdság ezzel szemben 43%-kal csökkent, tehát a három anatómiai irányban teljesen másként változott a nyomószilárdság. A húzószilárdság jelentős csökkenését is tapasztalták (39%), valamint a hajlítószilárdság kismértékű csökkenését (3%).

Phuong et al. (2007) a hőkezelés merevségre gyakorolt hatását vizsgálta *Styrax tonkinensis* faanyagban. A legfőbb, ridegséget okozó tényezőként a poliszacharidok amorf részeinek hődegradáció hatására bekövetkező leépülését nevezték meg. Ennek magyarázata, hogy rugalmasságért felelős amorf részek hővel szemben instabilabbak, mint a kristályos részek, ezért nagyobb mértékben bomlanak le, ezáltal a faanyag ridegebbé válik.

A mechanikai tulajdonságok romlásának okait Boonstra et al. (2007a) vizsgálta alaposan. Elsősorban a hemicellulózok degradációját tartják felelősnek a mechanikai tulajdonságok romlásáért, különösen a hajlító- és húzószilárdságért. Ezt támasztja alá több más kutató munkája is, melyek szerint szoros összefüggés van a hemicellulóz tartalom és a hajlítószilárdság között (Winandy és Lebow 2001; Esteves et al. 2008a). Azonban az amorf cellulózzrészek bomlása szintén fontos szerepet játszhat, elsősorban a ridegségre gyakorolt hatásán keresztül. A lignin keresztkötéseket kialakító polikondenzációs reakcióit pozitív hatásúnak tartják, főleg longitudinális irányban. Az eltérések a nyomószilárdsági értékek változásában rostokkal párhuzamosan (növekedés) és radiális irányban (csökkenés) a kristályos cellulóz szerkezetének anizotrópiájával magyarázhatók. Az alacsonyabb egyensúlyi nedvességtartalom előnyösen befolyásolhatja a hőkezelt faanyagok szilárdsági jellemzőit, de ezt az előnyt többnyire ellensúlyozza a faalkotók degradációjából fakadó csökkenés.

A szilárdsági értékekre hatással vannak a kezelési paraméterek is. Thermowood eljárást alkalmazva megállapították, hogy a felmelegítés során alacsonyabb relatív nedvességtartalmat alkalmazva a hőtadó közegben, kisebb mértékben csökken a faanyag hajlítószilárdsága. A felmelegítés idejét csökkentve azonban romlanak a szilárdsági értékek. A hőközlés intenzitása tehát szintén kimutatható hatással van a szilárdság változására (Poncsak et al. 2009).

Tjeerdsma et al. (2005) három különböző olajban végzett hőkezelést luc- és erdeifenyőn. Az alkalmazott olajok repce, len és módosított lenolaj voltak. A hajlítószilárdság repceolaj esetén (25%) jóval nagyobb mértékben csökkent, mint lenolajnál és a módosított lenolajnál (11-12%). A repceolaj nem oxidálódó (nem beszáradó) olaj, míg a lenolaj és a módosított lenolaj oxidálódó (beszáradó) jellegű, feltételezések szerint ez okozza az eltérést, ennek bizonyítására azonban nem tértek ki.

A kezelési közeg jelentőségét emelik ki Sailer et al. (2000) munkájukban, melyben levegőatmoszférában és növényi olajban hőkezelt erdei- és lucfenyő faanyag tulajdonságait hasonlítják össze. A hajlító rugalmassági modulusz levegőatmoszférában végzett kezelés esetén csökken, vagy változatlan marad, míg olajban végzett kezelés hatására minden esetben nő. Az ütő-hajlító szilárdság mindkét kezelési közegben csökken, olajban végzett hőkezelés során azonban jóval kisebb mértékű a szilárdságvesztés, a faanyag szívóssága kisebb mértékben csökken. Ez jellemző a nitrogénatmoszférában végzett kezelések esetén is (Kubojima et al. (2000a, b).

2.2.6 Kültéri kitettséggel szembeni ellenállóképesség változása

Mivel a hőkezelt faanyagok felhasználási területeként elsősorban a kültéri alkalmazásokat jelölik meg, fontos az ilyen irányú vizsgálatok elvégzése. Az egyik kültérben fontos jellemző a repedezettség. Hőkezelt faanyag 5 év kitettség után hasonló repedezettséget mutat, mint a kezeletlen faanyag, de akril alapú bevonatokat alkalmazva rajtuk, a bevonat kevésbé repedezik meg a hőkezelt faanyagon (Jamsa et al. 2000). A legjobb bevonatnak hőkezelt faanyagra kültéri felhasználás esetén egy olajos alapozóra felvitt akril alapú vizes diszperzió, vagy oldószeres alkidgyanta alapú fedőréteg bizonyul. Az említett szerzők szerint a hőkezelt faanyag által nyújtott jobb eredmények a hosszú kitettségi idő alatt a megnövekedett dimenzióstabilitásnak köszönhetőek. Nuopponen et al. (2004a) szerint a hőkezelt faanyag ellenállóbb az időjárással szemben, köszönhetően annak, hogy a ligninjének degradációs termékei közül néhány összetevő ellenállóbb a kimosódással szemben, mint a természetes faanyag ligninjének degradációs termékei.

A hőkezelt faanyag felületén több repedés jelenik meg mesterséges kitettség vizsgálat során, mint a kezeletlen faanyagon. A felület kezelése különböző olajokkal azonban jelentősen csökkenti a repedések számát a hőkezelt faanyagon, és növeli a színtartósságot. Az olajokkal kezelt felületű hőkezelt faanyagok színe 2-5-ször kisebb mértékben változik az olajbevonat nélküli próbatetekhez képest (Miklečić et al. 2010).

Ayadi et al. (2003) a színváltozás mértékét vizsgálta mesterséges UV-sugárzás hatására hőkezelt faanyagon (240°C, 2 óra, nitrogén atmoszféra). 835 óra besugárzás után a kezeletlen faanyagok színe jóval nagyobb mértékben változott meg, mint a hőkezelté. A színíngér különbség (ΔE) értéke bükknél 18 ill. 7, nyárnál 28 ill. 11, kőrisnél 25 ill. 5, fenyőnél 26 ill. 8 volt a kezeletlen és a hőkezelt fa tekintetében. A javulást a fenolos csoportok arányának növekedésével és a lignin hőkezelés általi stabilizálódásával magyarázzák.

A faanyag kültéri színváltozásában fontos szerepet játszik a kimosódás is (Tolvaj et al. 2001, 2008). Nuopponen et al. (2004b) erdeifenyő faanyagot hőkezelték 225°C-on, gőz atmoszférában, majd a kültérben helyezték el őket 7 évre, és FTIR, UV-rezonancia és mágneses rezonancia vizsgálat alapján hasonlították össze a változásokat a kezeletlen faanyaghoz képest. A lignintartalom a hőkezelt és a kontroll faanyagoknál egyaránt csökkent, azonban a kontroll faanyagé jelentősebb mértékben. A kitettség után a hőkezelt faanyagok felszíne gazdag volt aromás és konjugált karbonil szerkezetekben, míg a kontroll faanyag felszínén cellulóz volt nagy mennyiségben. Ezek az eredmények arra engednek következtetni, hogy a kezeletlen faanyag ligninjének kitettség során keletkezett degradációs termékei könnyen kimosódtak a felületről, a hőkezelt faanyag ligninjének degradációs termékei azonban nehezen mosódnak ki. A hőkezelt faanyag szerkezete módosult, ezáltal a degradációs termékek nehezebben mosódnak ki. A kitettség során a kontroll faanyag poliszacharid tartalma is jelentősen csökkent, míg a hőkezelt faanyagé ebben a tekintetben is kisebb változást mutatott, köszönhetően annak, hogy az amorf szerkezetű szénhidrátok már a hőkezelés során degradálódtak. Ezek az eredmények is azt támasztják tehát alá, hogy a hőkezelés javítja a faanyag kültéri kitettséggel szembeni ellenállóképességét.

Dubey et al. (2010b) radiátárfenyő hőkezelését végezték lenolajban, 160, 180 és 210°C-on. A próbateteket mesterséges öregítésnek kitéve (UV-sugárzás és vízpermet) arra a megállapításra jutottak, hogy a hőkezelt faanyag színe kevésbé változott a kitettség során, mint a kezeletlen faanyagoké. A hőkezelés hőmérsékletének emelkedésével a szín tartóssága is növekedett. A felületen kialakult repedések tekintetében szintén jobb eredményeket mutattak a hőkezelt faanyagok a kontrollnál.

Kémiai reakció kiváltására csak olyan hullámhosszúságú fény alkalmas, amelyik fotonja képes felhasítani az adott kötést. A faanyag, illetve komponenseinek UV abszorbanciaspektrumából látszik, hogy a szénhidrát komponensekben csak a napfény rövidebb hullámhosszúságú komponensei tudnak kémiai kötéseket felbontani (Fengel és Wegener 1989). A fény behatoló képessége a fába csekély, ezért a fény hatására tipikusan felületi reakciók játszódnak le. Kleinert (1970) szerint a lignin jelenléte a faanyagban gátolja a cellulóz fotodegradációját, ami a lignin erős UV-abszorpciójával és jó autooxidációs képességével magyarázható. A legtöbb koromofór vegyület a ligninben található, melyekből fény hatására szabad gyökök keletkeznek, így védve a cellulózt a fényenergia tárolása által. A ligninnek 280 nm-nél van abszorpciós csúcsa, amely 400 nm fölé is elnyúlik, ezért az abszorbanciáért a ligninben lévő éterkötések, primer és szekunder alkoholos, valamint fenolos hidroxil-csoportok, a karboxil- és karbonilcsoportok és az aromás szerkezetek felelősek. A cellulóz napfény hatására csak kismértékben degradálódik. Jelentős hatása van a degradációra a morfológia, kristályossági fok. A kristályos szerkezet kevésbé degradálódik, mint az amorf (Varga, 2008).

2.2.7 Gombakárosítókkal szembeni ellenállóképesség változása

A legtöbb faanyag hajlamos a korhadásra bizonyos körülmények teljesülése mellett (megfelelő hőmérséklet, nedvességtartalom, stb.), a hőkezelés azonban növeli az ellenállóképességet bizonyos biodegradációs folyamatokkal szemben.

Több szerző jegyzett fel eredményeket a hőkezelés gombaállóságra gyakorolt kedvező hatásáról különböző fafajok és gombakárosítók esetében. Például Dirol és Guyonnet (1993) 200-260°C között hőkezelték kevésbé tartós fafajokat (lucfenyő, erdei fenyő és nyár), amelyeknek ezután több gombafajjal szembeni ellenállóképességét vizsgálták (*Coriolus versicolor* – fehér korhadás; *Gloeophyllum trabeum* és *Coniophora puteana* – barna korhadás). A hőkezelt faanyag tömegvesztesége minden esetben 1% alatt volt, míg a kezeletlen próbatestek tömege több mint 40%-kal csökkent. Mazela et al. (2003) 160, 190 és 220°C-on 6-24 órán át hőkezelt erdei fenyőt. 3%-nál kisebb tömegveszteséget csak a 220°C-os, 24 órán át tartó kezelés eredményezett. *Coniophora puteana* esetén ez 1,3% volt (kontroll:39,8%), *Gloeophyllum trabeum* esetén 1,6% (kontroll: 22%), *Poria placenta* esetén 2,2% (kontroll: 48,5%), *Coriolus versicolor* esetén pedig 3% (kontroll: 11,6%).

A Plato-eljárással kezelt faanyagok (erdei fenyő, lucfenyő, radiátafenyő és duglászfenyő) ellenállóképességét vizsgálták Tjeerdsma et al. (2000) lágykorhadás, fehér- (*Coriolus versicolor*) és barna korhadással (*Coniophora puteana*) szemben, melynek során a legjobb eredményt a barna korhadással szemben kapták. Ugyanezen eljárással kezelt radiátafenyőt vizsgálva Boonstra et al. (2007b) szintén megállapították a barna korhasztó gombákkal szembeni ellenállóképesség javulását (*Coniophora puteana*, *Poria placenta*), a fehér korhasztóval szembeni (*Coriolus versicolor*) ellenállóképesség azonban nem változott kimutathatóan. Emellett megállapítják, hogy a hőkezelt radiátafenyő és lucfenyő felületén gyakran jelenik meg penész, amit a hemicellulózok degradációja során keletkező anyagok, például cukrok jelenlétével magyaráznak.

Welzbacher és Rapp (2002) néhány hőkezelő eljárás hatékonyságát hasonlította össze. Barna korhadással szemben (*Coniophora puteana*) a Thermowood-eljárás bizonyult a leg hatékonyabbnak, 1% alatti tömegveszteséggel. Ezt követték a Plato- és az OHT-eljárások, 3%-kal, végül a Rectified-wood 12%-kal. Minden eljárás csökkentette a gombakárosítás mértékét, amely kezeletlen lucfenyőnél 67%, erdei fenyőnél 60% volt. Fehér korhadással szemben (*Coriolus versicolor*) a kezeletlen lucfenyő és erdei fenyő 35% és 18%-os tömegcsökkenése 5%-ra (OHT), 6%-ra (Plato), 7%-ra (Retification) és 8%-ra (Thermowood) mérséklődött. *Oligoporus placenta*-val szemben a kezeletlen lucfenyő és erdei fenyő 27% és 31%-os tömegcsökkenése 6%-ra (OHT), 9%-ra (Plato), 13%-ra (Retification) és 15%-ra (Thermowood) mérséklődött. Az EN-350-1 (1994) szabványnak megfelelően az OHT-eljárás a 2. tartóssági osztályba sorolandó (tartós), a többi vizsgált eljárás pedig a 3. tartóssági osztályba (mérsékelt tartós).

A fenti eredményekből jól látszik, hogy igazán hatékony védelmet a gombakárosítókkal szemben csak a 200°C feletti kezelési hőmérsékletek nyújtanak, alacsonyabb hőmérsékleteken csak aránytalanul hosszú kezelési idővel érhető el az ellenállóképesség jelentős növelése

Kamdem et al. (2000, 2002) a hőkezelt erdei fenyő és nyár extraktanyagainak vizsgálva néhány toxikus aromás vegyületet azonosított (fenantrén és acenaftilén származékok). A megnövekedett gombatamadással szembeni ellenállóképesség azonban nem a hőkezelés során keletkezett új összetevőknek köszönhető, mivel az eredeti állapotú és az extrahált (vízben és acetonban) próbatestek ellenállóképessége között nincs kimutatható eltérés. Tjeerdsma et al. (2002) jó korrelációt mutattak ki a

higroszkóposság és a gombatámadással szembeni ellenállóképesség javulása között. Weiland és Guyonnet (2003) szerint a megnövekedett ellenállóképesség alapvetően két okkal magyarázható. Egyrészt néhány, a hőkezelés hatására létrejövő molekula, mint például a furfurool, képes térhálósodni a ligninnel, így a gombák lebontó enzimei számára hozzáférhetetlenné válik az anyag, így nem tud megindulni a károsítás. Az is lehetséges, hogy a cellulóz észterifikációja, ami a hemicellulózok degradációja során keletkező szerves savaknak köszönhető, szintén elősegíti ezt a folyamatot. Másrészt a hőkezelt faanyag jóval alacsonyabb rosttelítettségi ponttal és egyensúlyi nedvességtartalommal rendelkezik, mint a kezeletlen faanyag, ami már önmagában is a biológiai károsítókkal szembeni ellenállóképesség növekedéséhez vezet (Horváth 2008). Hakkou et al. (2005) a fentebb említett elméleteket vizsgálták meg bükk faanyagot hőkezelve 200-280°C között. A hőkezelés során keletkező fungicid anyagok jelenléte szerintük sem befolyásolja a gombaállóságot, aminek valószínűleg az az oka, hogy ezek túl kis mennyiségben keletkeznek ahhoz, hogy hatékonyak legyenek. A faanyag felületi nedvesíthetőségének változása nem függ össze a gombaállóság változásával, annak ellenére, hogy a higroszkóposság változása jó összefüggést mutat ezzel. Ennek magyarázata lehet, hogy a higroszkóposság változása szoros összefüggésben van a faanyagban hőkezelés hatására lejátszódó kémiai átalakulásokkal, amik végül az egyensúlyi nedvesség, ezzel együtt a higroszkóposság csökkenéséhez vezetnek. A kezelési hőmérséklet változásával szoros összefüggésben van a gombaállóság mértéke, ami ugyancsak a faanyagban lejátszódó kémiai átalakulások szerepét mutatja. Ezt támasztják alá azok az eredmények is, amelyek szerint a hőkezelt eljárások a barna korhadást előidéző gombakárosítókkal szemben hatékonyabbak, mint a fehér korhadást előidézőkkel szemben (Tjeerdsma et al. 2000; Boonstra et al. 2007b). A barna korhasztókkal szembeni nagyobb hatékonyság az általuk megtámadott cellulóz, és főleg a hemicellulóz molekulák hővel szembeni kisebb ellenállóképességének köszönhető, mivel a nagymértékű kémiai átalakulás révén ezek hozzáférhetősége a gombák számára nagymértékben csökken. Ezzel szemben a fehér korhadást előidéző gombakárosítók által megtámadott lignin jóval kisebb átalakuláson megy át a kezelési hőmérsékleteken, aminek köszönhetően ezekkel szemben kisebb lesz a hőkezelt eljárások hatékonysága.

2.3 Tudományos előzmények összefoglalása

A faanyag hőkezelésére kifejlesztett eljárások rendkívül sokfélék, az egyes technológiai paraméterek változtatossága miatt. A faanyag fő összetevőinek kémiai átalakulására minden egyes paraméter hatással van, változtatásuk a végtermék minőségét befolyásolja. Bár jelen dolgozat nem foglalkozik a faanyagban végbemenő kémiai változásokkal, az elméleti háttér megismerése mégis fontos, hogy értelmezni tudjuk az egyes fizikai-mechanikai, vagy kitétségi vizsgálatok eredményeit. A hőkezelés eredményét befolyásolhatják belső és külső tényezők. A belső tényezők közül legfontosabb a faanyag makromolekulás felépítése, az egyes alkotóelemek egymáshoz való viszonya, az egymás között lejátszódó reakciók. Fontos belső tényező még a víz jelenléte a faanyagban, valamint annak anatómiai felépítése is. A külső tényezők közül legfontosabb a hőkezelő közeg jelleg, amely lehet inert vagy oxidáló jellegű. Mindenképp az előbbi előnyös a hőkezelt faanyag minőségének szempontjából, mivel ebben az esetben csak termikus bomlás játszódik le, míg oxigén jelenlétében oxidációs folyamatok is végbemennek, amelyek rontják a faanyagminőséget.

A faanyagok három fő alkotórésze a cellulóz, a poliózok és a lignin. E természetes polimerek hő hatására igen eltérően viselkednek. A poliszacharidok viszonylag szűk hőmérséklettartományban bomlanak, a cellulóz termikusan stabilabb, mint a poliózok. A lignin egy aromás gyűrűket tartalmazó térhálós polimer, bomlása szélesebb hőmérséklettartományban megy végbe, mint a poliszacharidoké.

A poliózok részaránya ugyan kisebb a fában, mint a cellulózé, a termikus bomlás során mégis jelentős a szerepük. Termikus bomlásuk követése, kémiai szerkezetük összetettsége és sokfélesége miatt nehéz feladat. Az egyes polióz komponensek hővel szembeni viselkedése eltérő. A legstabilabb a xilán, a legkevésbé stabilak a galaktánok és a poligalakturonsavak. A hőmérséklet emelésével egyre inkább előtérbe kerül a depolimerizáció, valamint ecetsav keletkezik bomlástermékként, ami tovább segíti a molekulák degradációját. Emellett dehidratációs folyamatok játszódnak le, ezáltal a hozzáférhető hidroxil-csoportok száma is csökken, valamint észterifikációs reakciók is előfordulnak magasabb hőmérsékleten, a kialakult észterek pedig főleg a ligninhez kapcsolódnak. A poliózok tartalmazzák a legtöbb hidroxil csoportot a faanyagban, így jelentős szerepük van a faanyag vízfelvételében. Hőkezelés hatására a poliózok roncsolódnak a legnagyobb mértékben – hidroxil csoportok leszakadása mellett –, aminek köszönhetően a vízfelvétel jelentősen csökken. Bár részarányuk nem a legnagyobb a faanyag sejtfalalkotói közül, a vízfelvételben betöltött szerepük, és a többi sejtfalalkotóval szemben mérsékelt hőstabilitásuk miatt meghatározó szerepük van a hőkezelt faanyag jellemzőit tekintve.

A cellulóz hőbomlása több párhuzamos és versenyző reakcióból áll, kémiai homogenitása ellenére. Fontos szerepe van a belső tényezőknek, azaz a cellulóz jellegének, kristályossága mértékének, polimerizációs fokának, tisztaságának. A cellulóz kevésbé érzékeny a hőre, mint a hemicellulózok, feltehetően kristályos természetének köszönhetően. A cellulóz kristályos jellegének változásával kapcsolatban nagyon eltérő adatok állnak rendelkezésre, azonban a hőkezelő eljárások hőmérséklettartományában általában erősödik a kristályos jelleg, ami által a faanyag ridegebbé válik. A kristályos jelleg erősödése arra utal, hogy elsősorban a cellulóz amorf részei roncsolódnak a hőkezelő eljárások hőmérséklettartományában.

A hővel szemben legellenállóbb komponensnek a lignint nevezhetjük a fában, annak ellenére, hogy már relatív alacsony hőmérsékleten (140-160°C) is végbemegy néhány degradációs folyamat, különböző fenolos végtermék keletkezése mellett. A poliózokhoz képest azonban ezek a változások csekély mértékűek, valamint jellemző,

hogy a hődegradációval párhuzamosan új kötések is kialakulnak a lignin és környezete között.

A járulékos anyagok sokféleségük miatt eltérően viselkednek a hőhatással szemben, hőbomlásuk nagyon széles tartományban játszódik le. Emellett léteznek a hőbomlást segítő, illetve azt gátló extraktívok is. A dolgozat tárgyául szolgáló nyár faanyag nem tartalmaz jelentős mennyiségű járulékos anyagot (~2%) (Molnár és Bariska 2002), ezért ezek hatása minden bizonnyal elhanyagolható.

A faanyag jellemzőinek változása a kémiai összetevők módosulásának eredménye, amelyet legjobban a tömegvesztéssel lehet kifejezni, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a különböző hőkezelő eljárásoknál a tömegcsökkenés általában jó összefüggést mutat az egyéb tulajdonságok változásával (pl. szilárdságok, gombaállóság). A hőkezelés okozta tömegváltozás függ a fafajtól, a hőátadó közegtől, a hőmérséklettől és a kezelési időtől, a faanyag kezdeti nedvességtartalmától, stb.. A legtöbb eredmény nehezen összehasonlítható, mivel különböző kezelési eljárásokról, időkről és hőmérsékletekről, valamint különböző fafajokról és kezdeti nedvességtartalmakról van szó. Az általam vizsgált, hőkezelő közegként növényi olajokat alkalmazó eljárással kapcsolatban nem állnak rendelkezésre tömegcsökkenéssel kapcsolatos adatok, mivel a pontos olajfelvétel meghatározása csak különböző kémiai eljárásokkal lenne lehetséges (pl. extrahálással) annak köszönhetően, hogy a faanyag párhuzamosan vesz fel olajat, valamint távoznak belőle a bomlástermékek és a víz. Mivel az olajfelvétel a tapasztalatok szerint nem egyenletes a teljes keresztmetszetben, a kémiai úton történő meghatározás esetén is nagy pontatlanságok adódhatnak. Felvetődhetnek más módok is az olajfelvétel meghatározására, azonban ezek többszörös közelítés által szolgáltatnának eredményt, ami a mérési eredmények pontosságát, használhatóságát megkérdőjelezi (pl. hőkezelő berendezés tömegének mérése kezelés előtt és után). Ezen indokok alapján dolgozatomban nem kívánok részletesen foglalkozni az olajfelvétel, illetve a tömegvesztés pontos meghatározásával.

A hőkezelés legfőbb hatása a faanyagra, az egyensúlyi fanedvesség csökkenése. Éppúgy, mint a tömegcsökkenés, az egyensúlyi nedvesség változása is függ a fafajtól, az alkalmazott eljárástól, a hőmérséklettől és a kezelési időtől. A nedvességfelvétel csökkenése több okra vezethető vissza. Elsősorban a hidroxil csoportok száma, valamint hozzáférhetőségük mérséklődik a vízmolekulák számára. A lignin polikondenzációs reakciói újabb keresztkötések kialakulásához vezetnek, amik szintén csökkenthetik az egyensúlyi nedvességtartalmat, valamint a pórusszerkezet változása is ugyanezt eredményezi. A hőkezelt faanyag szorpciós tulajdonságainak jellemzője az is, hogy lassabban reagál a környezete nedvességtartalom-változásaira, mint a kezeletlen faanyag, tehát kevesebb vizet képes felvenni, ezért azonos idő alatt kisebb lesz a nedvességtartalom változás. Ez a tulajdonság előnyös lehet olyan alkalmazásoknál, ahol a páratartalom gyakran változik, és fontos a méretstabilitás. A faanyag nedvességtároló kapacitásának csökkenése miatt azonban nem jelenthető ki egyértelműen, hogy lassabban vagy gyorsabban veszi fel a nedvességet a faanyag, ennek megállapítására további vizsgálatok szükségesek, melyeket dolgozatomban ismertetni fogok. A csökkent vízfelvétel egyenes következménye, hogy a faanyag méretstabilitása javul. Ennek mértékére azonban nagyon eltérő eredmények állnak rendelkezésre, mivel minden technológiai paraméter változtatása hatással van a végeredményre, valamint a különböző fafajok méretstabilitása is eltérően javítható hőkezeléssel. Ennek megfelelően az alapvető fa-víz kapcsolatok feltárása mellett (ENT, szorpció) szükséges a dagadási jellemzők meghatározása is. Emellett további érdekes kérdés, hogy a maximális dagadás csökkenése mellett a dagadási együttható is mérséklődik-e, vagyis a víz megkötésére alkalmas felület csökkenésén kívül felmerül-e más jelentős tényező,

amely a vízfelvételt csökkenti. E kérdés tisztázására a dolgozat aktuális fejezetében térek ki.

A faanyag színe nagyon fontos jellemző a végfelhasználók számára, olyan mértékben, hogy gyakran ez határozza meg a termékek gyártásához felhasználandó fafajt. A legtöbb esetben a CIELab színrendszer szerint határozzák meg a színjellemzőket. A színjellemzők változását több tényező is befolyásolja. A kezelt faanyag a kezelési idő és hőmérsékletnövelésével egyre sötétebb lesz, a két tényező közül a hőmérséklet szerepe a nagyobb. Már kismértékű hődegradáció mellett is megfigyelhető színváltozás a hőkezelés során, de a jelenség a hőkezelés mértékétől függ, és jelentősen befolyásolja az alkalmazott fafaj, és annak kémiai felépítése. Az alkalmazott közeg is hatással van a színváltozás mértékére. Mindezek következtében szükséges a növényi olajokban hőkezelt nyár faanyag színváltozásának meghatározása, erre vonatkozó irodalmi adat hiányában.

A hőkezelt faanyag egyik legnagyobb korlátja a mechanikai tulajdonságok csökkenése, mivel így alkalmatlanná válik a legtöbb szerkezeti célú alkalmazásra. A hőkezelés hatására bekövetkező változás nagymértékben függ a fafajtól és az alkalmazott kezelési paraméterektől. A sejtfalalkotók roncsolódása miatt a szilárdsági jellemzők általában csökkenést mutatnak, néhány esetben azonban növekedés tapasztalható. Ennek oka, hogy a hőkezelt faanyagok szilárdsági jellemzői több tényező eredőjeként alakulnak. Szilárdságcsökkentő hatású a sejtfalalkotók hődegradációja, azonban az egyes molekulatípusok eltérő mértékben károsodnak. Ennek következtében ez a hatás eltérő mértékben jelentkezik, mivel egyes szilárdságoknál a cellulóz és a poliózok, míg másoknál a lignin minősége nagyobb jelentőségű. A szilárdságok szempontjából pozitív hatású a hőkezelt faanyagokban, hogy a lignin új kötéseket alakít ki környezetével. Emellett szintén szilárdságnövelő hatása van az egyensúlyi nedvességtartalom csökkenésének, hiszen a faanyag nedvességtartalmának 1%-os mérséklődése akár 4-5%-os szilárdságnövekedést eredményezhet. Általában azonban a szilárdság csökkenése jellemzi a hőkezelt faanyagot, mert a hődegradáció hatása többnyire erősebb. A rendelkezésre álló irodalmi adatok többnyire nehezen összehasonlíthatóak a változatos kezelési paraméterek, alkalmazott fafajok miatt, azonban megállapítható, hogy az általam vizsgált eljárás hatására elsősorban a rostirányú nyomószilárdságban várható növekedés, a hajlító-, ütő-hajlító és rostirányú húzószilárdságoknál csökkenés várható.

Mivel a hőkezelt faanyagok felhasználási területeként elsősorban a kültéri alkalmazásokat jelölik meg, fontos az ilyen irányú vizsgálatok elvégzése. A hőkezelt faanyagok kültéri színváltozásait elsősorban mesterséges kitétség vizsgálatokkal modellezik, mivel ez gyors, és pontosan reprodukálható eljárás. Emellett azonban szükséges természetes kitétség vizsgálatok elvégzése is, hiszen ez ad teljesen valós képet a kültéri felhasználás során bekövetkező változásokról. Ennek érdekében 3 év kitétségi időtartam során vizsgáltam az általam különböző módokon hőkezelt faanyag színváltozásait. A hőkezelt faanyagok kültéri színtartósságát általában jobbnak tartják a természetes faanyagénál a különböző irodalmakban, azonban jellemzően a teljes színváltozás (ΔE^*) alapján ítélik meg ezt a tulajdonságot. Ennek hátránya, hogy elsősorban kis színváltozás jellemzésére alkalmas. Nagyobb változások esetén félrevezető lehet, ugyanis nem tartalmaz információt a kezdeti állapotról, hiszen nem mindegy, hogy egymáshoz közeli színek változását jellemezzük, vagy nagyon eltérő kezdeti színek változását hasonlítjuk össze. A kültéri igénybevétel során jellemzően kiegyenlítődik a hőkezelt és kezeletlen faanyagok színe, vagyis hasonlóan szürkévé válik. A hőkezelt és kezeletlen faanyagok színe azonban nagy eltéréseket mutat, így

pusztán a színínger különbség (ΔE^*) alapján nem jelenthető ki teljes bizonyossággal, hogy javult-e a kültéri színtartósság a hőkezelés hatására, vagy romlott.

A legtöbb faanyag hajlamos a korhadásra bizonyos körülmények teljesülése mellett (megfelelő hőmérséklet, nedvességtartalom, stb.), a hőkezelés azonban növeli az ellenállóképességet bizonyos biodegradációs folyamatokkal szemben. A különböző hőkezelések általában csak 200°C felett javítják hatékonyan a gombaállóságot, ez alatt legfeljebb mérsékelt javulás érhető el. A rendelkezésre álló irodalmakban többféle farontó gombát alkalmaznak a vizsgálatokhoz, így nem mindenesetben összehasonlíthatóak az eredmények, azonban egyöntetű tapasztalat minden esetben, hogy a barnakorhasztó gombákkal szemben nagyobb ellenállást tanúsítanak a hőkezelt faanyagok, mint a fehérkorhasztókkal szemben. Ez egyértelműen annak a következménye, hogy a barnakorhasztók által bontott poliózok és cellulóz nagyobb mértékben érintett a hőkezelés által, mint a fehérkorhasztók által támadott lignin. A hőkezelt faanyagok esetében alapvető kérdés a gombaállóság, ezért dolgozatomban ezt a területet is érintem, alapvető gombaállósági vizsgálatok bemutatása által.

3. Vizsgálati anyagok és módszerek

3.1 Felhasznált anyagok

3.1.1 Vizsgált faanyag

A vizsgálatokhoz Pannonia nyár (*Populus × euramericana* cv. Pannonia) faanyagot használtam, amelyet a Kisalföldi Erdőgazdaság kapuvári fűrészüzeméből szereztem be. A nyarak elterjedése jelentős hazánkban, köszönhetően a jelentős ültetvényes hasznosításnak, elsősorban az Alföldön és a Kisalföld térségében. A nyarak által elfoglalt mintegy 180000 ha erdőterületről (az összes erdőterület 10,2%-a) évente 1,2-1,4 millió m³ (az összes fakitermelés 14-15%-a) faanyag kerül kitermelésre. Fája nem tartós, és fizikai mechanikai tulajdonságok terén is elmarad a hazánkban előforduló többi fafajától, így felhasználása sem olyan sokrétű. Bár a kültéri felhasználást kivéve számos célra lehet alkalmazni, a sok fahiba, és a megmunkálásnál jelentkező problémák miatt (szőrösödés, szálkiszakadások) kevésbé elterjedt a magasabb fokú feldolgozás területein. Elsősorban láda- és raklapgyártásra használják alacsony sűrűsége miatt. A rendelkezésre álló nagyszámú nemesnyár klón között azonban léteznek magasabb sűrűségű fajták is, melyek szilárdsági értékei nem sokkal maradnak el a közkedvelt lucfenyőétől. Ennek köszönhetően magasabb rendű felhasználásba is bevonhatók lennének. Ezen fajták közé tartozik az általam is vizsgált Pannonia elnevezésű klón, melynek átlagos légszáraz sűrűsége 410 kg/m³, rostirányú nyomószilárdsága 32,6 MPa, hajlítószilárdsága 67,4 MPa, Rostirányú húzószilárdsága pedig 56,2 MPa (Molnár és Bariska, 2002). A választás azért is esett erre a klónra, mert a hazai nyár ültetvényekben ez a legkedveltebb, ez áll rendelkezésre legnagyobb mennyiségben. 1991 és 2003 között a nyár szaporító-(ültetési) anyag termesztésből 39,7-48,1%-kal részesedett, ami a kedvező ültetési és felhasználási tapasztalatok következménye (Tóth, 2006).

A Pannonia nyár rövid jellemzése Tóth (2006) alapján:

A fa törzse jellemzően egyenes, hengeres, nem vagy alig sudarlós. Az ágak finomak, álgörvekben helyezkednek el, koronája ennek megfelelően keskeny. Levelei a korona felső részén nagyok, alul feltűnően kisebbek. Lombozata laza. A kéreg a törzs alsó (legfeljebb 3-4 m-es részén) durva, korán parásodó, sötétszürke. A kéregrepedések jellegzetesen sárgás-rozsdavörösek, hosszirányban futók. A törzs felső részén a kéreg sima, világosszürke. Betegségekre, fagykárosodásra kevésbé érzékeny. A kéreg korai, már a második évtől kezdődő parásodása miatt a vadkárosítás nem jellemző. Növekedése 12-15 éves korig kiváló, azonban 18 éves kor környékére jelentősen mérséklődik, ezért termesztésére a közepes időtartam javasolható (16-18 év). A kedvező termesztési tapasztalatok miatt a magyarországi nemesnyár-termesztés egyik legkedveltebb fajává tették. Jó termőhelyeken alkalmas az ú.n. minőségi (méretes) rönktermelésre is, az erőteljes növekedés viszonylag korai mérséklődése miatt azonban elsősorban az ú.n. tömegválasztékok termesztésére javasolható. Alkalmas lehet az energetikai rendeltetésű fatermesztésre is.

A hőkezelt próbatestek 50 mm vastag szélezetlen pallókból készültek. A pallókból előzetes szárítás után alakítottuk ki a próbatesteket, így a hőkezelés előtt a kezdeti nedvességtartalom 10±2% volt. A kiindulási próbatestek mérete a berendezés méretéhez igazodva 18×40×220 mm volt, amit a hőkezelés után daraboltam tovább a különböző vizsgálatoknak megfelelő méretekre. Minden menetrend során egyszerre 20 kiindulási próbatest kezelésére volt lehetőség. Az egyes menetrendekhez úgy válogattam össze a kiindulási próbatesteket, hogy több feldolgozott palló anyaga kerüljön minden menetrendbe, ezáltal az eredmények a törzsek közti változatosságot is magukban foglalják.

3.1.2 Felhasznált növényi olajok

A vizsgálatok során háromféle olajat alkalmaztam hőkezelő közegként. A különböző olajok alkalmazásának célja, hogy kiderüljön, befolyásolja-e az olaj fajtája a hőkezelés végeredményét. Éppen ezért három különböző típusú olajat választottam a vizsgálathoz. A lenolaj beszáradó (linolensav csoport), a napraforgó olaj félig beszáradó (linolsav csoport), míg a repceolaj nem- vagy gyengén beszáradó olajként (erukasav csoport) jellemezhető (Varga, 2012). Alkalmazásukat az is indokolja, hogy mindhárom könnyen beszerezhető, általánosan alkalmazott növényi olaj. A lenolajat már régóta alkalmazzák a faiparban felületkezelési célokra, a napraforgóolajnak elsősorban étkezési felhasználása ismert, a repceolajat pedig elsősorban bioüzemanyag (biodízel) előállítására használják.

„A növényi olajok összetétele nagyon hasonló, fő komponenseik a trigliceridek (> 95%), amelyek nagyrészt azonos egyedi zsírsavakból épülnek fel és csak az egyes zsírsavak részarányában, a zsírsavösszetételben térnek el egymástól (1. táblázat). Ez a zsírsavösszetétel azonban alapvetően meghatározza a növényolajok minőségi jellemzőit (2. táblázat). A nyers növényolajok a triglicerideken kívül tartalmaznak még szabad zsírsavakat és azok oxidációs termékeit, foszfatidokat (pl. lecitint), vitaminokat (pl. tokoferolok), vizet, mono- és diglicerideket, színezékeket, szabad cukrokat, glükolipideket, szénhidrogéneket, gyantákat, szterolokat, viaszokat, íz- és szaganyagokat, valamint oxidációt katalizáló hatású fémeket (pl. réz) stb.” (Hancsók et al, 2006).

1. Táblázat Alkalmazott olajok jellemző zsírsavösszetétele (Hancsók et al, 2006)

(A zsírsavak jelölésében az első szám a szénatomszámot, a második a telítetlen kötések számát jelöli)

Olaj	Zsírsav										
	C8:0 C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0 C22:0	C20:1 C22:1
	Kapriksav Kapriinsav	Laurinsav	Mirisztin- sav	Palmitin- sav		Sztearin- sav	Olajsav	Linolsav	Linolénsav	Arachinsav Behensav	
Napraforgó	-	-	-	4-9	-	3-6	14-98	0,5-25	0-0,3	0-1,4	-
Len	-	-	0,2	5-9	-	0-5	9-29	8-29	45-67	-	-
Repce	-	-	2-4	2-5	0,2	1-2	10-85	5-28	4-10	1-9	0-60

2. Táblázat Alkalmazott olajok fizikai-kémiai jellemzői (Hancsók et al, 2006)

Jellemző	Napraforgóolaj	Lenolaj	Repceolaj
Sűrűség, 15 °C-on [g/cm ³]	0,925	0,933	0,915
Forráspont [°C]	316	340	317
Zavarosodáspont [°C]	-16	-18	0
Dermedéspont [°C]	-18	-27	(-8)-(-18)
Kinematikai viszkozitás, 20 °C-on [mm ² /s]	65,9	51,4	97,7
Jódszám [g I ₂ /100 g]	132	186	113
Elszappanosítási szám [mg KOH/g]	190	192	175
Fűtőérték [MJ/kg]	39,8	39,5	40,5

3.2 Vizsgálati módszerek

3.2.1 Hőkezelés

A hőkezelő eljárásokat általában különböző inert gázatmoszférákban, 180-260°C között végzik azzal a céllal, hogy a levegő oxigénjét kizárják a folyamat során. Ennek szükségességét az indokolja, hogy oxigén jelenlétében olyan folyamatok is lejátszódnak a faanyagban, amelyek nemkívánatos minőségromlást okoznak. Az oxigén kizárásával azonban csak gyenge pirolízis játszódik le, amellyel a kívánt hatás elérhető, és jobban irányítható a folyamat. A legtöbb növényi olaj forráspontja a hőkezeléshez szükséges hőmérséklettartomány felett van, ezáltal lehetőség nyílik az alkalmazásukra a faanyagok termikus kezelésénél. A faanyagot az olajba mártva teljesül az oxigén kizárásának feltétele, valamint az olajok, különböző inert gázoknál (leggyakrabban nitrogén) jóval magasabb fajhője miatt a kezelési idők lerövidülnek. További előnye az olajoknak, hogy a gázokkal ellentétben többször felhasználhatóak, a folyamat végén nem veszik el a hőátadó közeg. Korábbi vizsgálatok azt is kimutatták (Sailer et al. 2000), hogy a gázatmoszférában történt hőkezeléshez képest jobb faanyag tulajdonságokat lehet elérni, ha növényi olajban végzik a hőkezelést.

Irodalmi adatok, valamint saját előkísérletek alapján, kétféle hőmérsékleten végeztem a kezelést. A 160°C-os hőmérsékletet az indokolja, hogy ez alatt nem hajtható végre hatékonyan a hőkezelés, vagyis ez tekinthető egyfajta alsó határnak. A 200°C-os hőmérsékletet jelölik meg általában a gombaállóság hatékony növelésére alkalmas alsó határként, a szilárdságok azonban efelett túlzott mértékben csökkenhetnek, ami a nyár faanyag amúgy is csekély szilárdsági értékeit figyelembe véve, nem lenne szerencsés. Három kezelési időt alkalmaztam, így ezek variációjaként, figyelembe véve a három különböző olajfajtát, 18 menetrend, illetve kezelési metódus alakult ki (3. táblázat).

3. Táblázat Alkalmazott hőkezelő menetrendek

Olaj	Napraforgó						Len						Repce					
	160			200			160			200			160			200		
T [°C]	160			200			160			200			160			200		
Idő [h]	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6

A hőkezelés Hendi Economic hőfokszabályozós olajsütő berendezésben történt (7. ábra). A berendezés kisméretű, azonban az általam elvégzett laboratóriumi vizsgálatokhoz megfelelő. Fűtőkapacitása 3,25 kW, melyet 1 db fűtőszál szolgáltat a berendezés olajtartályának alján. A hőszabályozás pontossága az elvégzett kontrollmérések alapján $\pm 2^\circ\text{C}$.



7. ábra Hőkezelő berendezés

A hőkezelés során az előzetesen klimatizált faanyagot ($T=20^{\circ}\text{C}$, $\varphi=65\%$) közvetlenül a felmelegített olajba helyeztem. A kezelési idő lejártával a faanyagot kivettem az olajból, és szobahőmérsékleten hagytam lecsepegni és kihűlni. Ennek köszönhetően az eljárás nagyon intenzív, hiszen felfűtés nélkül helyeztem a szobahőmérsékletű faanyagot a forró olajba. A nedvesség ennek megfelelően rövid idő alatt távozott a faanyagból, amit már a behelyezéskor fellépő habzás is jól mutatott. Ez a jelenség azonban rövid idő alatt megszűnt. A hirtelen nedvességvesztés nem okozott problémát, köszönhetően a nyár faanyag magas pórustérfogatának, nyitott szövetszerkezetének. Előbbi tulajdonságok lehetővé teszik a nedvesség gyors távozását a faanyagból, így nem alakultak ki egy esetben sem károsodások, repedések emiatt.

3.2.2 Mechanikai tulajdonságok vizsgálata

A mechanikai vizsgálatokhoz az előkészített anyagokat a mérések előtt állandó klímán tároltam (20°C ; 65% relatív páratartalom). A statikus mechanikai vizsgálatokhoz Instron 4208 típusú általános anyagvizsgáló gépet használtam.

3.2.2.1 A rostirányú nyomószilárdság vizsgálata

A vizsgálatokat az MSZ EN 6786-8:1977 szabvány alapján végeztem, azonban a próbatest keresztmetszeti méreteit csökkentettem. Erre azért volt szükség, mert a hőkezelő berendezés mérete meghatározta a benne elhelyezhető faanyagok méretét, amelyekből így nem volt elérhető az előírt 20×20 mm keresztmetszet.

A vizsgálatokhoz így $18 \times 18 \times 30$ (sugar-, húr-, rost irány) mm nagyságú próbatesteket használtam. A próbatestek száma minden menetrend esetén 20 db volt, valamint 20db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. A próbatestek keresztmetszeti méreteit 0,01 mm pontossággal határoztam meg a hosszúság felénél, majd a nyomószilárdság meghatározásához a próbatest tönkremeneteléhez szükséges erőt határoztam meg. A nyomószilárdság kiszámításához a következő összefüggést alkalmaztam:

$$\sigma_{ny} = \frac{F_{\max}}{A} [MPa]$$

ahol: σ_{ny} : rostirányú nyomószilárdság [MPa]
 F_{\max} : tönkremenetelhez szükséges erő [N]
 A: próbatest keresztmetszete [mm²]

3.2.2.2 A rostirányú húzószilárdság vizsgálata

A vizsgálatokat az MSZ EN 6786/8-71 szabvány alapján végeztem, azonban a próbatest méreteit csökkentettem. Erre azért volt szükség, mert a hőkezelő berendezés mérete meghatározta a benne elhelyezhető faanyagok méretét, amelyekből így nem volt elérhető az előírt 20×20 mm keresztmetszet.

A vizsgálatokhoz így 18×18×300 (sugár-, húr-, rost irány) mm nagyságú próbatesteket használtam. A próbatestek középső harmada 3×10 mm keresztmetszetre volt elvékonyítva, annak érdekében, hogy mindenképpen húzó igénybevétel hatására menjenek tönkre. A próbatestek száma minden menetrend esetén 20 db volt, valamint 20db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. A próbatestek keresztmetszeti méreteit 0,01 mm pontossággal határoztam meg a hosszúság felénél, majd a húzószilárdság meghatározásához a próbatest tönkremeneteléhez szükséges erőt határoztam meg. A húzószilárdság kiszámításához a következő összefüggést alkalmaztam:

$$\sigma_{húz} = \frac{F_{\max}}{A} [MPa]$$

ahol: $\sigma_{húz}$: rostirányú húzószilárdság [MPa]
 F_{\max} : tönkremenetelhez szükséges erő [N]
 A: próbatest keresztmetszete [mm²]

3.2.2.3 A hajlítószilárdság vizsgálata

A vizsgálatokat az MSZ EN 6786-5:1976 szabvány alapján végeztem, azonban a próbatest méreteit csökkentettem. Erre azért volt szükség, mert a hőkezelő berendezés mérete meghatározta a benne elhelyezhető faanyagok méretét, amelyekből így nem volt elérhető az előírt 20×20 mm keresztmetszet, és a 300 mm hosszúság.

A vizsgálatokhoz így 18×18×220 (sugár-, húr-, rost irány) mm-es próbatesteket használtam, az alátámasztási köz 200 mm volt. A próbatestek száma minden menetrendnél 40 db volt, valamint 40db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. A próbatestek keresztmetszeti méreteit 0,01 mm pontossággal határoztam meg a hosszúság felénél, majd a hajlítószilárdság meghatározásához a próbatest tönkremeneteléhez szükséges erőt határoztam meg. A hajlítószilárdság kiszámításához a következő összefüggést alkalmaztam:

$$\sigma_{haj} = \frac{3 \cdot F_{\max} \cdot l}{2 \cdot a \cdot b^2} [MPa]$$

ahol: σ_{haj} : hajlítószilárdság [MPa]
 F_{\max} : maximális törőerő [N]
 l: alátámasztási köz (mm)
 a: próbatest szélessége [mm]
 b: próbatest vastagsága [mm]

3.2.2.4 Az ütő-hajlító szilárdság vizsgálata

A vizsgálatokat az MSZ EN 6786-7:1977 szabvány alapján végeztem Charpy-féle ütőmű (100 Joules) segítségével, azonban a próbatest méreteit csökkentettem. Erre azért volt szükség, mert a hőkezelő berendezés mérete meghatározta a benne elhelyezhető faanyagok méretét, amelyekből így nem volt elérhető az előírt 20×20 mm keresztmetszet, és a 300 mm hosszúság.

A vizsgálatokhoz így 18×18×220 (sugár-, húr-, rost irány) mm-es próbatesteket használtam, az alátámasztási köz 200 mm volt. A próbatestek száma minden menetrendnél 20 db volt, valamint 20db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. Az ütő-hajlító szilárdság kiszámításához a következő összefüggést alkalmaztam:

$$w = \frac{W}{A} \left[\frac{J}{cm^2} \right]$$

ahol: w : ütő-hajlító szilárdság [J/cm^2]
 W : tönkrementelhez szükséges Energia [J]
 A : próbatest keresztmetszete [mm^2]

3.2.3 Fizikai tulajdonságok vizsgálata

3.2.3.1 A sűrűség meghatározása

A sűrűség meghatározásához a 18×40×220 (sugár-, húr-, rost irány) mm-es kiindulási próbatesteket használtam. Ehhez a kiindulási próbatestek sugár- és húrirányú méreteit 3-3 helyen határoztam meg, a rostirányút egy helyen, valamint meghatároztam a tömegeiket. Ezt elvégeztem a hőkezelés előtt és után is, így meghatározható volt a sűrűségváltozás is a hőkezelések hatására. Minden esetben normál klímán ($T= 20^\circ C$; $\varphi=65\%$) történő tárolás előzte meg a méréseket. A sűrűség meghatározása az alábbi összefüggéssel történt:

$$\rho_{e,u} = \frac{m_{e,u}}{V_{e,u}} \cdot 100[\%]$$

ahol: $\rho_{e,u}$: légszáraz sűrűség a hőkezelés előtt, illetve után [g/cm^3]
 $m_{e,u}$: a próbatest tömege a hőkezelés előtt, illetve után [g]
 $V_{e,u}$: a próbatest térfogata a hőkezelés előtt, illetve után [cm^3]

3.2.3.2 A dagadás és a dimenzióstabilitás (ASE) meghatározása

A vizsgálatokat az MSZ EN 6786-9:1989 szabvány alapján végeztem. Az alkalmazott próbatestek mérete 18×18×30 (sugár-, húr-, rost irány) mm volt. A próbatesteket $105^\circ C$ -on tömegállandóságig szárítottam, majd meghatároztam a sugár- és húrirányú méreteiket, valamint a tömegeiket. Második lépésként klímakamrában történő tárolás után ($T= 20^\circ C$; $\varphi=65\%$) határoztam meg a sugár- és húrirányú méreteiket, valamint tömegeiket, a tömegállandóság beállta után. A próbatestek száma minden menetrendnél 20 db volt, valamint 20db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. A dagadási értékek kiszámításához a következő összefüggést alkalmaztam:

$$D_{h,s} = \frac{l_u - l_0}{l_0} \cdot 100[\%]$$

ahol: $D_{h,s}$: vonalas dagadási érték (húr, sugár) [%]
 l_u : nedves méret [mm]
 l_0 : abszolút száraz méret [mm]

A dagadási értékek ismeretében meghatározható a hőkezelés dagadást csökkentő hatékonysága (angol elnevezés alapján: Anti Swelling Efficiency - ASE), amely a dagadás mértékének csökkenését fejezi ki a hőkezelés hatására. Ennek számításához a következő összefüggést alkalmaztam:

$$ASE_{h,s} = \frac{D_{0h,s} - D_{kh,s}}{D_{0h,s}} \cdot 100[\%]$$

ahol: $D_{0h,s}$: vonalas dagadási érték a kontroll próbatesteken (húr, sugár) [%]
 $D_{kh,s}$: vonalas dagadási érték a kezelt próbatesteken (húr, sugár) [%]
 $ASE_{h,s}$: vonalas dagadási érték csökkenése hőkezelés hatására [%]

A vonalas dagadási értékek és a hozzájuk tartozó nedvességtartalom változások ismeretében meghatározható a dagadási együttható, az alábbi összefüggéssel:

$$K_{dh,s} = \frac{D_{h,s}}{U}$$

ahol: $K_{dh,s}$: Dagadási együttható (húr, sugár)
 $D_{h,s}$: vonalas dagadási érték (húr, sugár) [%]
 U : egyensúlyi nedvességtartalom (T= 20°C; φ=65%) [%]

A húr- és sugárirányú dagadási értékek ismeretében meghatározható továbbá a dagadási anizotrópia, amely a faanyag vetemedési hajlamára ad felvilágosítást. Meghatározása az alábbi összefüggéssel lehetséges:

$$A_d = \frac{D_h}{D_s}$$

ahol: A_d : dagadási anizotrópia
 $D_{h,s}$: vonalas dagadási érték (húr, sugár) [%]

3.2.3.3 Egyensúlyi fanedvességek meghatározása szorpciós izotermák felvételéhez

Az egyensúlyi fanedvesség változásának meghatározásához 18×18×10 (sugár-, húr-, rost irány) mm-es próbatesteket használtam. A próbatestek száma minden menetrendnél 20 db volt, valamint 20db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. A próbatesteket először 105°C-on tömegállandóságig szárítottam. Ezután adott klímafokokozatokon tároltam őket, minden klímafokokozaton 7 napig. Alkalmazott klímafokokozatok:

- T=20°C; φ=20%
- T=20°C; φ=40%
- T=20°C; φ=65%
- T=20°C; φ=80%
- T=20°C; φ=95%

A próbatestek tömegét határoztam meg 0,01g pontossággal abszolút száraz állapotukban, valamint minden klímafokokozaton 7 nap tárolás után. Ez alapján számítható az egyes páratartalmi fokozatokhoz tartozó egyensúlyi nedvességtartalom az alábbi összefüggéssel:

$$U_{\varphi} = \frac{m_{\varphi} - m_0}{m_0} \cdot 100[\%]$$

ahol: U_{φ} : adott klímafokokozathoz tartozó egyensúlyi nedvességtartalom [%]
 m_{φ} : adott klímafokokozathoz tartozó tömeg [g]
 m_0 : abszolút száraz tömeg [g]

3.2.3.4 A párafelvétel sebességének meghatározása

A párafelvétel sebességének meghatározásához 40×18×15 (sugár-, húr-, rostirány) mm-es próbatesteket használtam, amiket a hőkezelés után alakítottam ki a kiindulási darabokból. Minden menetrend esetén 20db próbatestet alakítottam ki. 20db kezeletlen próbatest szolgált kontrollként. A próbatesteket 105°C-on tömegállandóságig szárítottam, majd meghatároztam a tömegeiket. Ezután klímaszekrénybe helyeztem őket, és állandó klímán tároltam (T=20°C, φ=65%). A próbatestek tömegét ezután meghatározott időpontokban újra megmértem (4, 8, 24, 48, 72 és 172 h), így az alábbi összefüggéssel megkaptam a nedvességtartalom alakulását az idő függvényében, az egyensúlyi nedvesség beálltáig:

$$U_T = \frac{m_T - m_0}{m_0} \cdot 100[\%]$$

ahol: U_T : adott időponthoz tartozó nedvességtartalom [%]
 m_T : adott időponthoz tartozó tömeg [g]
 m_0 : abszolút száraz tömeg [g]

Az egyes időpontokban meghatározott nedvességtartalmakból számítható a párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban, az alábbi összefüggéssel:

$$S_{U-T} = \frac{U_{T_2} - U_{T_1}}{T_2 - T_1} \cdot 100 [\% / h]$$

ahol: S_{U-T} : a párafelvétel sebessége az adott vizsgálati szakaszban [% / h]
 U_{T_2} : nedvességtartalom a vizsgált szakasz végén [%]
 U_{T_1} : nedvességtartalom a vizsgált szakasz kezdetén [%]
 T_2 : a vizsgált szakasz végéig eltelt idő a kiindulástól számítva [h]
 T_1 : a vizsgált szakasz kezdetéig eltelt idő a kiindulástól számítva [h]

A hőkezelt faanyagok párafelvételi jellemzőinek megismeréséhez ismernünk kell, hogy az egyensúlyi nedvességtartalom beálltáig eltelt időszakban hogy viszonyul a pillanatnyi nedvességtartalom az egyensúlyi nedvességtartalomhoz, amit az egyensúlyi nedvességtartalom (ENT)-hányadossal lehet jellemezni. Ez a hányados jól jellemzi a faanyag nedvességfelvételének intenzitását a teljes folyamat során, és lehetőséget ad a nedvességtároló kapacitás változásának figyelmen kívül hagyására, ami hőkezelt faanyagok esetében a kezelési paraméterektől függ. A vizsgálat normál klímán történt ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$). Az ENT-hányados meghatározása a következő összefüggéssel lehetséges:

$$S_{ENT} = \frac{U_T}{U_{ENT}} \cdot 100 [\%]$$

ahol: S_{ENT} : ENT-hányados [%]
 U_T : adott időponthoz tartozó nedvességtartalom [%]
 U_{ENT} : ENT normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$) [%]

3.2.3.5 A hőkezelés okozta színváltozás meghatározása

A színmerést a kiindulási próbatesteken végeztem a kezelés előtt és után Konica Minolta CM-2600d típusú színmérő berendezéssel a CIELab színkoordináta rendszer szerint. Mindig ugyanazokon a helyeken határoztam meg a színt. Minden próbatesten 5 helyen történt mérés. Ezt az 5 értéket átlagolva kaptam meg az egyes próbatestekre jellemző színkoordinátákat (L^* , a^* , b^*). Ezekből számoltam a CIELab telítettségi jellemzőjét, a színpontnak az L^* tengelytől való távolságát. Minél távolabb esik a színpont a tengelytől, a szín annál telítettebb:

$$C^*_{ab} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$$

A felsorolt színjellemezők különbségei a kezdeti és a kezelés utáni állapot között:

$$\begin{aligned} \Delta L^* &= L^*_k - L^*_n \\ \Delta a^* &= a^*_k - a^*_n \\ \Delta b^* &= b^*_k - b^*_n \\ \Delta C^*_{ab} &= (C^*_{ab})_k - (C^*_{ab})_n \end{aligned}$$

Ezek alapján számolható a színinger-különbség:

$$\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

ahol: L^*_n : világossági tényező a kezeletlen anyagnál
 L^*_k : világossági tényező a kezelt anyagnál
 a^*_n : vörös színkoordináta a kezeletlen anyagnál
 a^*_k : vörös színkoordináta a kezelt anyagnál
 b^*_n : sárga színkoordináta a kezeletlen anyagnál
 b^*_k : sárga színkoordináta a kezelt anyagnál
 $(C^*_{ab})_n$: színtelítettségi jellemző a kezeletlen anyagnál
 $(C^*_{ab})_k$: színtelítettségi jellemző a kezelt anyagnál
 ΔL^* : az L^* színkoordináta változása a kiindulási állapothoz képest
 Δa^* : az a^* színkoordináta változása a kiindulási állapothoz képest
 Δb^* : az a^* színkoordináta változása a kiindulási állapothoz képest
 ΔC^*_{ab} : a színtelítettség változása a kiindulási állapothoz képest
 ΔE^*_{ab} : színinger különbség

A színinger különbség jelentősége, hogy összefüggést biztosít a szubjektív, és az objektív (műszeres) színvizsgálat között. Értékének nagysága alapján meghatározható, hogy szabad szemmel milyen mértékűnek látjuk a színeltérést, melyet az alábbi felsorolás mutat be. Ha ΔE^*_{ab} értéke:

- 0 - 0,5 érték közé esik akkor a különbség szemmel nem érzékelhető
- 0,5 - 1,5 érték közé esik akkor alig érzékelhető
- 1,5 - 3,0 érték közé esik akkor érzékelhető
- 3,0 - 6,0 érték közé esik akkor jól látható
- 6,0 feletti értéknél nagy a színinger különbség.

3.2.4 Kitettségi vizsgálatok

3.2.4.1 A kültéri kitettség okozta színváltozás meghatározása

A vizsgálathoz 18×40×220 mm nagyságú próbatesteket használtam, melyeket nyárfából készült keretekre rögzítettem. A kereteket 45°-ban megdöntve déli irányba nézően helyeztem el egy egész nap árnyékmentes helyen (Krasznai Ferenc Sportcsarnok tetősíntje – Sopron) a DIN EN 927-3 (2007) szabványnak megfelelően (8. ábra).

A színmérést a próbatestek lapján végeztem Konica Minolta CM-2600d típusú színmérő berendezéssel, a CIELab színkoordináta rendszer szerint. A próbatestek ugyanazon pontjain végeztem a mérést, először a hőkezelés (OHT) után. Ezeket az adatokat tekintettem a későbbiekben kiinduló adatoknak. A vizsgálat 3 éven át tartott (2009. június – 2012. június). A vizsgálat első két évében lehetőség szerint minden hónapban újra elvégeztem a színmérést, majd a változások mérséklődésére való tekintettel a következő, és egyben utolsó mérésre a 3. év végén került sor. Minden próbatesten 5 helyen történt mérés, az öt adat átlaga szolgáltatta az egyes próbatestekre jellemző színadatokat. A kiinduló és hozzájuk tartozó későbbi értékek különbsége adta az egyes színkoordináták változását (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) minden mérés után. A

színkoordináták különbségeinek ismeretében számoltam a színinger különbséget (ΔE^*). Minden menetrend esetén 4db próbatestet helyeztem ki, kontrollként 4 db azonos módon kialakított, és azonos körülményeknek kitett kezeletlen próbatestet szolgált.



8. ábra A kihelyezett próbatestek a kereteken

3.2.4.2 A gombaállóság meghatározása

Vizsgálataim során az MSZ EN 113 szabványra támaszkodtam, azonban ettől némileg eltértem. Ennek oka, hogy az említett szabvány eredetileg faanyagvédőszerek hatékonyságát hivatott vizsgálni telítéssel eljárás esetén, bazídiumos gombákkal szemben. Vegyszert a faanyagba nem juttatunk be, de a szabvány alkalmazhatóságát alátámasztja, hogy a hőkezelés, a telítéshez hasonlóan a teljes keresztmetszetet érinti. Jelentősebb eltérés még a szabványhoz képest, hogy nem az előírt fafajokat (bükk, erdeifenyő) alkalmaztam a vizsgálat során, mivel ez a kritérium jelen esetben kivitelezhetetlen volt.

A vizsgálat során két gombafajt vizsgáltam, házi kéreggombát (*Poria placenta*) és kései laskagombát (*Pleurotus ostreatus*). A kéreggomba vörös korhadást okoz, beépített fenyő és lombos faanyagon egyaránt károsít. Épületekben, építményekben, talajszint közelében szabadon is károsít. A száraz faanyagot nem támadja meg. Falazatba is áttérjedhet, de ott sokáig nem képes megélni. A megtámadott faanyagot ujjal szétmorzsolható állapotig korrodálhatja. A megtámadott faanyag színe sötétebb lesz, majd a fában hossz- és haránt irányú repedések észlelhetők. A fa anyagában a gombásodás gyakran élesen elhatárolt részre korlátozódik. A kései laskagomba mind élő, mind a döntött faanyagon előfordul. Lombosfákon károsít, de előfordul a fenyőkön is. Fő gazdanövénye a fűz, nyár, tölgy, bükk. Mint sebsz parazita, az ágcsomkokon vagy rovarjáratokon keresztül fertőzi meg a fát. Álgesztesítő és gesztbontó, intenzív fehér korhasztó.

A gombatenyésztés előneveléséhez malátakivonat-agar (Scharlau Chemie – Malt Extract Agar 01-573) használtam, melyből 48g-ot oldottam 1 liter desztillált vízben. A malátakivonat-agar összetétele 1 liter vízre vonatkoztatva 30 g malátakivonat, 15g agar és 3g szójapepton. Az oldódást követően a táptalajt Kolle-lombikokba töltöttem, minden lombikba 100 millilitert. A lombikok lezárása papírvattából készült dugókkal történt. A sterilizálás autoklávban, 121°C-on történt, majd ezt követően a lombikokat megfelelő oldalukra fektetve hagytam kihűlni a táptalajt, amely így géles állagúvá vált. Ezután következett a gombafonalak táptalajra oltása, amelyek mintegy két hét alatt a táptalaj teljes felületét benőtték, lehetővé téve a próbatestek gombatenyésztésre helyezését. A próbatestek gombatenyésztésre helyezése során ügyelni kell a csíramentesség megőrzésére, ezért ezt a műveletet oltófülkében végeztem el, a

próbatesteket és az alátétként használt üvegpálcákat pedig a behelyezés előtt borszeszegő lángjában sterilizáltam. A lombikok visszazárásuk után termosztátba kerültek, amely állandó 23°C-ot biztosított a gombák fejlődéséhez. A vizsgálat ideje a próbatestek behelyezésétől számított 16 hét volt, a szabványnak megfelelően.

A próbatestek mérete 15×25×50 (húr×sugár×rost) mm volt. 8 db próbatestet vizsgáltam minden menetrend esetén (4-4db mindkét gombára), és ugyanennyi kezeletlen minta szolgált kontrollként. Minden lombikba 2 próbatest került.

A gombabontás mértéke a próbatestek behelyezés előtti, és a 16 hét utáni abszolút száraz tömegei alapján számítható. Ehhez a próbatesteket a gombatenyésztésre helyezést megelőzően, majd a 16 hetes inkubációs ciklust követően (a gombafonalak óvatos eltávolítása után) 105°C-on tömegállandóságig kell szárítani, és a tömegeket meghatározni. Ez alapján a gombabontás mértéke a következő összefüggéssel számítható:

$$m_g = \frac{m_0 - m_{0,g}}{m_0} \cdot 100[\%]$$

ahol:

- m_g : a gombabontás mértéke [%]
- m_0 : a próbatest kezdeti abszolút száraz tömege [g]
- $m_{0,g}$: a próbatest gombabontás utáni abszolút száraz tömege [g]

3.2.5 A vizsgálati eredmények értékelési módszere

A mért és számított eredmények kiértékeléséhez meghatároztam az alapstatisztikai jellemzők közül a minimum, a maximum, az átlag, a szórás és a relatív szórás (variációs koefficiens) értékeit. A különböző hőkezelési paraméterek (hőmérséklet, idő, olaj fajtája), adott jellemzőkre gyakorolt hatásának megállapításához azonban ez nem elegendő. Ennek megállapítására varianciaanalízist végeztem (ANOVA), a STATISTICA nevű statisztikai szoftver 9-es verziójának segítségével. Az eljárás során 95%-os megbízhatósági szinten vizsgáltam a rendelkezésre álló adatokat, amely a faanyaggal kapcsolatos kutatásoknál általánosan elfogadott érték.

A varianciaanalízis során nullhipotézisek felállításával állapítható meg, hogy a vizsgált függő és független változó között az összefüggés fennáll-e. Amennyiben a vizsgálat egymástól szignifikánsan eltérő csoportok jelenlétét mutatja ki, vagyis valamely független változó hatása kimutatható a vizsgált jellemzőre, egy ún. post-hoc teszt elvégzése szükséges. A létező tesztek közül én az LSD-tesztet (Least Significant Difference - Legkisebb Szignifikáns Differencia) hajtottam végre. A teszt egy összesített eredménymátrix formájában ábrázolja, mely mintaátlagok azonosak (feketével jelölve) és melyek között mutatkozik szignifikáns eltérés (pirossal jelölve). Ez alapján már eldönthető, hogy az egyes paraméterek hatással vannak-e a végeredményre.

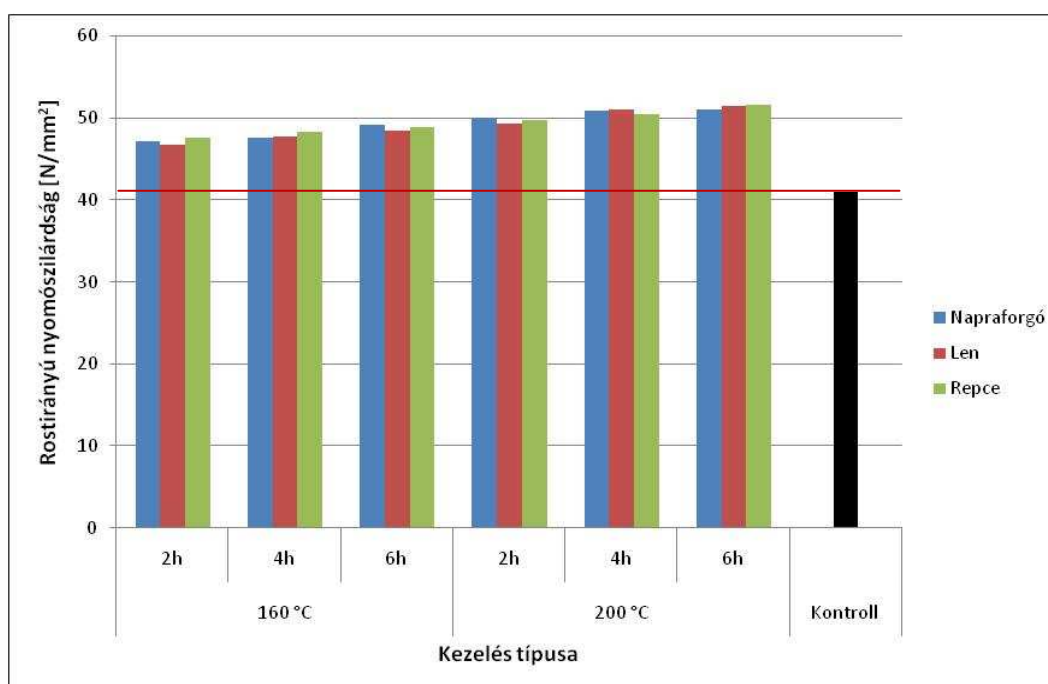
A különböző statisztikai elemzéseket a gombaállóság meghatározásának kivételével minden vizsgálatnál elvégeztem. Ennek oka, hogy az említett vizsgálat során az alkalmazott EN113 szabvány által előírt, kezelés típusonként vizsgálandó 4 darab próbatest nem szolgáltat kellő alapot a statisztikai értékelés elvégzésére. A vizsgálat biológiai jellege különösképp nem teszi lehetővé ilyen alacsony mintaszám esetén a statisztikai értékelést, hiszen az eredmény bizonytalansága fokozott ebben az esetben. A vizsgálat inkább összehasonlító jellegű annak szemléltetésére, hogy a farontó gombákkal szemben csekély ellenállást mutató nyár faanyag ezen tulajdonsága javítható az általam alkalmazott hőkezelő eljárással.

4. Az eredmények értékelése

4.1 Mechanikai tulajdonságok

4.1.1 Rostirányú nyomószilárdság

A nyomószilárdsággal kapcsolatos részletes eredményeket az I. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XVIII. mellékletben mutatom be. A vizsgálati eredmények alapján megállapítható, hogy az alkalmazott hőkezelések mindegyike szignifikánsan növeli a nyár faanyag rostirányú nyomószilárdságát (9. ábra). Már a legkisebb mértékű kezelések (160°C, 2 óra) is 14-16%-os növekedést okoznak. Mindkét kezelési hőmérsékleten jellemző, hogy a hőtartási idő növelésével együtt emelkedik a nyomószilárdság értéke is. Azonos kezelési időket alkalmazva azonban minden esetben a 200°C-os hőmérséklet eredményezett magasabb szilárdságokat. 200°C-on már 2 órás kezelési idő alkalmazásával magasabb érték érhető el, mint 160°C-on 6 órás kezelési idővel. Ez arra enged következtetni, hogy a kezelési idő és hőmérséklet egyaránt hatással van a nyomószilárdságra, azonban a kezelési hőmérséklet szerepe fontosabb. Mindazonáltal egyik tényező változtatása sem eredményez nagy eltérést a nyomószilárdság értékében.



9. ábra A rostirányú nyomószilárdság alakulása az egyes menetrendeknél

Az eredmények statisztikai elemzése alapján egyértelmű, hogy mindegyik kezelés szignifikáns növekedést eredményez a nyomószilárdságban. Egymáshoz viszonyítva a különböző kezelések hatását azonban nem mutatkoznak nagy eltérések. Általánosan jellemző, hogy a 160°C-on 2 és 4 órán át tartó kezelések hatása csak a 200°C-on 4 és 6 órán át tartó kezelések eredményétől tér el szignifikánsan. A köztes kezelések (160°C/6 óra és 200°C/2 óra) eredményei csak a kontrollal szemben mutatnak szignifikáns eltérést, a többi kezeléssel szemben nem mutatható ki eltérés. Ez az eredmény is azt támasztja alá, hogy az egyes kezelések hatása nem tér el jelentősen egymástól. A legenyhébb (160°C/2 óra) és legintenzívebb (200°C/6 óra) kezelés között átlagosan mindössze 10-11% eltérés mutatkozik, ami nem jelentős (4. táblázat).

Az alkalmazott olaj fajtája nincs hatással a nyomószilárdság változására, mindhárom olaj esetében megegyező eredményeket szolgáltatott az azonos menetredek. A nyomószilárdság egyértelmű növekedésére magyarázatot adhat, hogy azt elsősorban a lignin jellemzői határozzák meg, amely az alkalmazott kezelési hőmérsékleten ugyan különböző változásokon átmegy, a hővel szemben legstabilabb faalkotóként azonban ez a változás nem jelentős, ráadásul különböző új, másodlagos kötéseket is kialakít a környezetével. További szilárdságnövelő hatás, amely ellensúlyozza a hődegradációt, az egyensúlyi nedvességtartalom csökkenése.

4. Táblázat A nyomószilárdsági értékek fontosabb eredményei

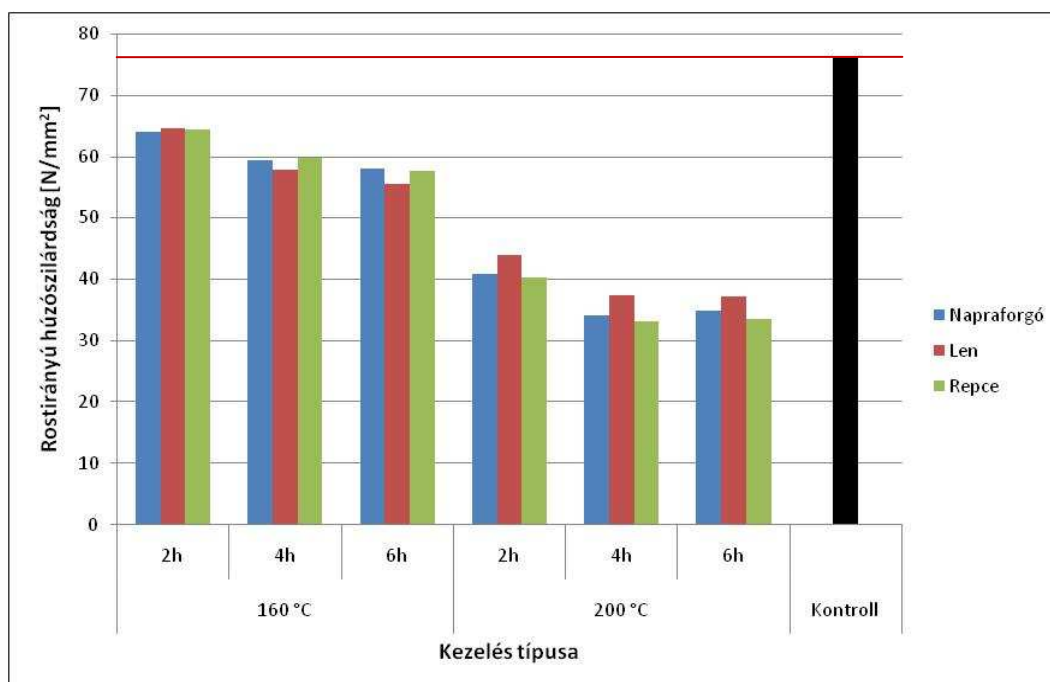
(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Nyomószilárdság [N/mm ²]		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	40,96	5,30	-
160/2/N	47,22	4,96	15,3%
160/4/N	47,64	5,68	16,3%
160/6/N	49,25	3,95	20,3%
200/2/N	50,13	5,64	22,4%
200/4/N	51,01	6,01	24,5%
200/6/N	51,14	4,53	24,8%
160/2/L	46,85	4,04	14,4%
160/4/L	47,77	5,63	16,6%
160/6/L	48,53	5,17	18,5%
200/2/L	49,38	5,41	20,6%
200/4/L	51,17	4,50	24,9%
200/6/L	51,55	5,11	25,8%
160/2/R	47,67	4,63	16,4%
160/4/R	48,37	5,95	18,1%
160/6/R	48,90	5,94	19,4%
200/2/R	49,75	7,72	21,5%
200/4/R	50,48	7,52	23,2%
200/6/R	51,65	7,17	26,1%

4.1.2 Rostirányú húzószilárdság

A húzószilárdsággal kapcsolatos részletes eredményeket a II. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XVII. mellékletben mutatom be. A rostirányú nyomószilárdsághoz hasonlóan a rostirányú húzószilárdságra is egyértelműen kimutatható hatással volt minden alkalmazott menetrend. Azzal ellentétben azonban a húzószilárdság jelentősen csökkent a hőkezelések hatására (10. ábra). A legenyhébb menetrend (160°C, 2 óra) is 14-16%-kal csökkentette a húzószilárdságot, a legintenzívebb menetrend (200°C, 6 óra) pedig már 51-56%-kal. Mindkét hőmérsékleten fordított arányosság tapasztalható a hőntartás ideje és a húzószilárdság értéke között, vagyis a kezelési idő növelésével fokozottan csökken a húzószilárdság. Ez alól kivétel a 200°C-on 6 órán át tartó kezelés, amely nem mutat további csökkenést a 4 órás kezeléshez képest. Egyértelmű az eltérés a két kezelési hőmérséklet között is, hiszen azonos kezelési idők mellett minden esetben a magasabb hőmérsékletű kezelések eredményeztek alacsonyabb szilárdságot. Az arányosság tehát a hőmérséklet és a húzószilárdság értéke között is fordított. Az eltérés a két hőmérséklet okozta változásban jóval nagyobb, mint a nyomószilárdság esetén, mivel 200°C-os hőkezelés hatására hozzávetőleg 15%-kal nagyobb mértékben csökkent a húzószilárdság, mint a 160°C-os hőkezelés hatására 6 óra alatt. Ebből is egyértelműen látszik, hogy a hőmérséklet nagyobb hatással van a húzószilárdság változására, mint a kezelési idő.



10. ábra A rostirányú húzószilárdság alakulása az egyes menetrendeknél

Az eredmények statisztikai értékelése is szignifikáns csökkenést mutat a húzószilárdságban, minden menetrend esetén. Általánosan jellemző, hogy – mindkét kezelési hőmérsékleten – mindössze 8-12% közötti az eltérés a 2 és 6 órás kezelési idők okozta szilárdságcsökkenésekben. Az enyhén csökkenő tendencia ellenére tehát a különböző időtartamú kezelések közti eltérés nem szignifikáns. Ez elmondható a 160°C-os és 200°C-os kezelésekre is, vagyis a hőkezelés időtartama valóban csak kismértékben határozza meg a húzószilárdság csökkenésének mértékét. A két hőmérséklet hatása között azonban jelentős az eltérés. Ezt jelzi, hogy a 160°C/6 órás és

a 200°C/2 órás kezelések hatása között is egyértelmű az eltérés, vagyis 200°C-on már a legrövidebb kezelési idő is erőteljesebb csökkenést eredményezett, mint a 160°C-on végzett kezelés 6 óra alatt. A hőmérsékletek hatását azonos kezelési idők mellett vizsgálva minden esetben nagy az eltérés. Ez 25-35%-kal nagyobb szilárdságcsökkenésekben mutatkozik meg a magasabb hőmérséklet esetén, azonos kezelési idők mellett (5. táblázat).

Az alkalmazott olaj fajtája nincs hatással a húzószilárdság változására, mindhárom olaj esetében megegyező eredményeket szolgáltatott az azonos menetrendek. A húzószilárdság, a nyomószilárdsággal szemben, jelentősen függ a poliózok és a cellulóz tulajdonságaitól. A hőkezelés során legnagyobb mértékben a poliózok degradálódnak, de a hőmérséklet emelésével a cellulózláncok is károsodnak. E faalkotók jelentős roncsolódását támasztja alá a húzószilárdság értékének mérséklődése. A polióz láncok rövidülése, valamint a cellulóz amorf részeinek roncsolódása egyben a faanyag szívósságát is csökkenti.

5. Táblázat A húzószilárdsági értékek fontosabb eredményei

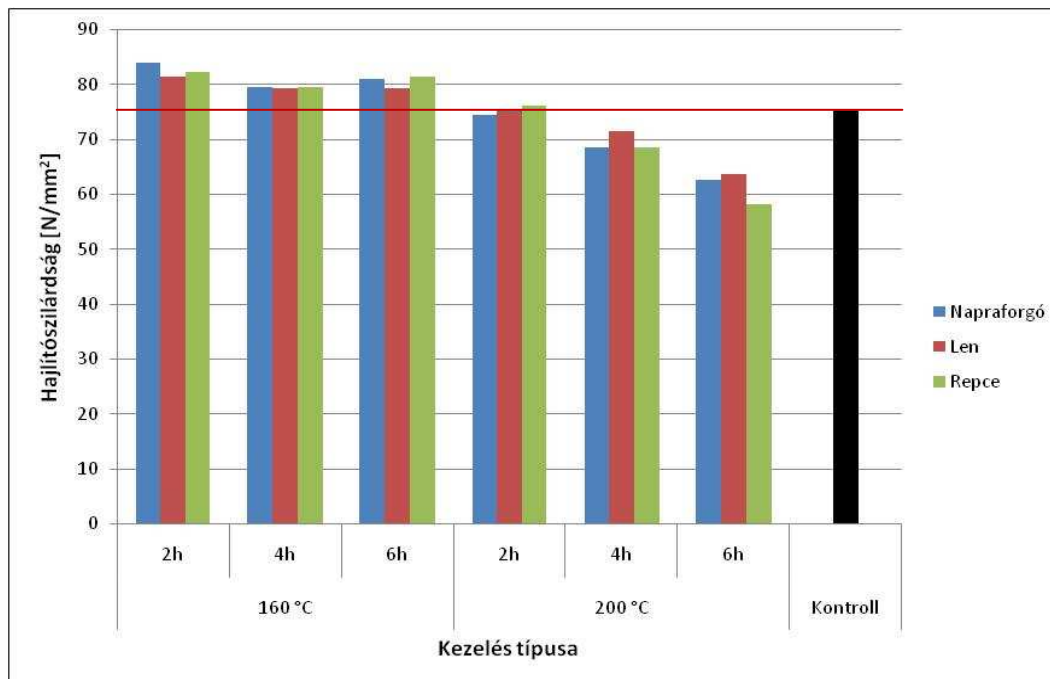
(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Húzószilárdság [N/mm ²]		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	76,23	20,14	-
160/2/N	64,07	17,19	-16,0%
160/4/N	59,37	21,84	-22,1%
160/6/N	57,92	13,32	-24,0%
200/2/N	40,93	11,99	-46,3%
200/4/N	34,10	19,15	-55,3%
200/6/N	34,93	13,86	-54,2%
160/2/L	64,49	20,76	-15,4%
160/4/L	57,85	11,60	-24,1%
160/6/L	55,40	15,66	-27,3%
200/2/L	43,86	15,30	-42,5%
200/4/L	37,32	17,26	-51,0%
200/6/L	37,07	12,28	-51,4%
160/2/R	64,47	17,22	-15,4%
160/4/R	59,80	25,55	-21,6%
160/6/R	57,61	21,17	-24,4%
200/2/R	40,18	13,17	-47,3%
200/4/R	33,17	12,44	-56,5%
200/6/R	33,55	8,17	-56,0%

4.1.3 Hajlítószilárdság

A hajlítószilárdsággal kapcsolatos részletes eredményeket az III. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XX. mellékletben mutatom be. A nyomó- és húzószilárdsággal ellentétben, a hajlítószilárdság változása a hőkezelés hatására nem volt minden menetrend esetén szignifikáns. A 160°C-on végzett kezelések kismértékben növelték a hajlítószilárdságot, a 200°C-on végzettek pedig csökkentették azt (11. ábra).



11. ábra A hajlítószilárdság alakulása az egyes menetrendeknél

Magasabb kezelési időket alkalmazva alacsonyabb szilárdsági értékek adódtak. A legmagasabb értékeket a 160°C/2 órás kezelés eredményezte, amely 8-11%-kal növelte a hajlítószilárdságot. A legalacsonyabbakat pedig a 200°C/6 órás, amely 15-22%-kal csökkentette. A kezeletlen faanyaghoz a 200°C/2 órás kezelés értékei estek a legközelebb, ezeknél a menetrendeknél tulajdonképpen nem volt tapasztalható semmilyen eltérés. Ennél a menetrendnél a hődegradáció szilárdságcsökkentő, és az egyensúlyi nedvesség csökkenésének szilárdságnövelő hatása teljesen kiegyenlítette egymást. Az egyes kezelési időket vizsgálva az látható, hogy 160°C-os kezelés esetén nincs jelentősége a kezelési időnek, hiszen a különböző hőntartási időkhöz tartozó eredmények 4%-os eltéréseken belül vannak. 200°C-os kezeléseknél azonban már megnő a jelentősége a kezelés időtartamának, ezt jelzi, hogy a különböző hőntartási időkhöz tartozó eredmények között 15-20%-os eltérések vannak. A kezelés hőmérséklete meghatározó tényező, hiszen azonos kezelési idők mellett minden esetben a 200°C-os kezeléseknél alacsonyabb szilárdsági értékek adódtak.

Az eredmények statisztikai értékelése nem mutat szignifikáns eltérést a hajlítószilárdságban minden menetrend esetén, a kezeletlen faanyaghoz képest. Bár megfigyelhető a tendencia, miszerint az alacsonyabb hőfokú kezeléseknél növelik, a magasabbak pedig csökkentik a hajlítószilárdságot, valójában csak a két szélsőség esetén (160°C/2 óra és 200°C/6 óra) beszélhetünk statisztikailag is bizonyítható eltérésekről a kezeletlen faanyaghoz képest. A többi kezelés tehát hatástalannak tekinthető hajlítószilárdság szempontjából a nyár faanyagra. A 160°C-on, különböző időtartamokon végzett hőkezelések között nincs jelentős eltérés, a 2 órás kezelés

azonban egyedülként kimutathatóan hatásosnak bizonyult a hajlítoszilárdság növelésében. A 200°C-on, különböző időtartalmakon végzett hőkezelések között minimális eltérés statisztikailag is kimutatható, de nem jelentős. A hőmérsékletek hatását azonos kezelési idők mellett vizsgálva minden esetben jelentős az eltérés. Ez 8-30%-kal alacsonyabb szilárdsági értékekben mutatkozik meg a magasabb hőmérséklet esetén, azonos kezelési idők mellett (6. táblázat).

Az alkalmazott olaj fajtája nincs hatással a hajlítoszilárdság változására, mindhárom olaj esetében megegyező eredményeket szolgáltatnak az azonos menetrendek. A hajlítoszilárdság értékére jelentős hatással vannak mind a poliózok és a cellulóz (húzószilárdság), mind pedig a lignin (nyomószilárdság) tulajdonságai, mivel a hajlítás során húzott és nyomott öv alakul ki a faanyagban. A hajlítoszilárdság értékére e két szilárdság aránya is hatással van, amely változik a hőkezelés eredményeként (a húzószilárdság csökken, a nyomószilárdság nő). A hőkezelés során legnagyobb mértékben a poliózok degradálódnak, de a hőmérséklet emelésével a cellulózláncok is károsodnak, a lignin roncsolódása ellenben nem számottevő. A kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy 160°C-os kezelési hőmérsékleten a poliózok és a cellulóz degradációja még nem jelentős, mivel a szilárdság növekedést mutat, köszönhetően az egyensúlyi nedvességtartalom csökkenésének, amely növeli a szilárdságot. A hajlítoszilárdságot növelő hatása lehet továbbá a nyomószilárdság növekedésének is a nyomott övben. A 200°C-os kezelés hatására bekövetkező szilárdságvesztés viszont már azt mutatja, hogy a sejtfalalkotók degradációjából származó szilárdságcsökkenés meghaladja a hajlítoszilárdságot növelő hatásokat. A hajlítoszilárdságot csökkenti a sejtfalalkotók degradációja mellett a húzószilárdság csökkenése is a húzott övben. Ennek megfelelően a hajlítoszilárdság értékében döntő jelentőségű a poliózok minősége.

6. Táblázat A hajlítoszilárdsági értékek fontosabb eredményei

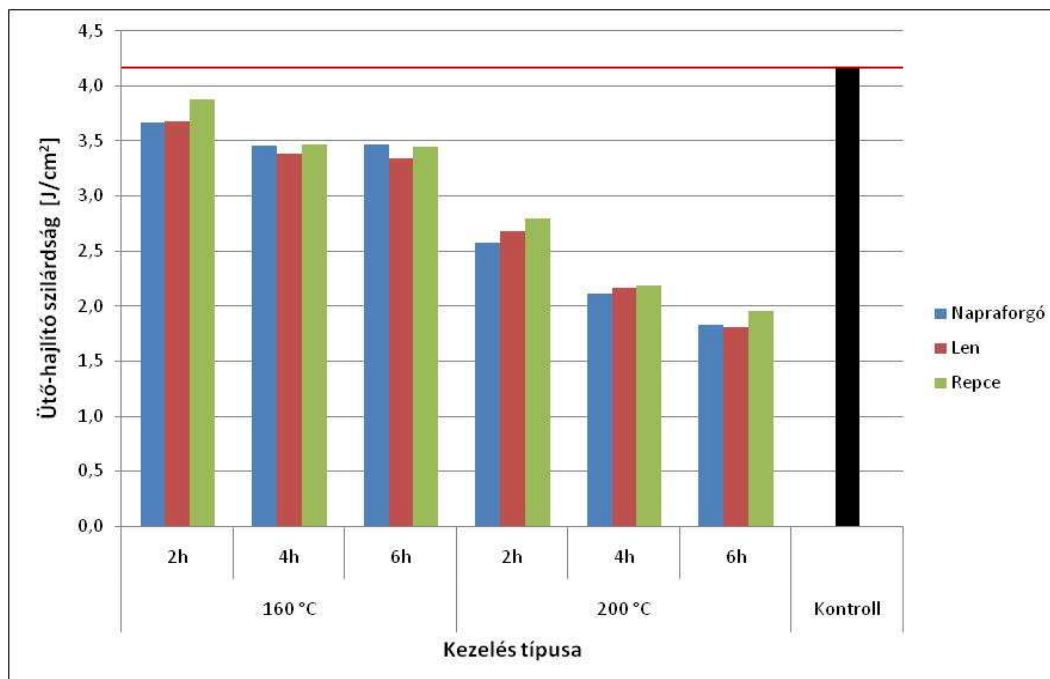
(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Hajlítoszilárdság [N/mm ²]		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	75,40	9,36	-
160/2/N	83,98	15,93	11,4%
160/4/N	79,69	12,19	5,7%
160/6/N	81,07	11,35	7,5%
200/2/N	74,63	16,77	-1,0%
200/4/N	68,54	17,84	-9,1%
200/6/N	62,61	18,96	-17,0%
160/2/L	81,43	11,86	8,0%
160/4/L	79,50	11,79	5,4%
160/6/L	79,52	12,06	5,5%
200/2/L	75,36	12,66	-0,1%
200/4/L	71,52	15,53	-5,1%
200/6/L	63,69	16,79	-15,5%
160/2/R	82,40	17,61	9,3%
160/4/R	79,58	18,20	5,5%
160/6/R	81,45	20,53	8,0%
200/2/R	76,26	17,16	1,1%
200/4/R	68,59	17,26	-9,0%
200/6/R	58,24	15,90	-22,8%

4.1.4 Ütő-hajlító szilárdság

Az ütő-hajlító szilárdsággal kapcsolatos részletes eredményeket az IV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXI. mellékletben mutatom be. A különböző menetrendek mindegyike csökkentette valamilyen mértékben az ütő-hajlító szilárdságot. A 160°C-os kezelések csak kismértékben, 200°C-os kezelés hatására azonban már jelentősen csökkentek az értékek (12. ábra). A kezelési hőmérséklet emelésével fordított arányban változott az ütő-hajlító szilárdság. Ennek megfelelően a legenyhébb (160°C/2 óra) menetrend eredményezte a legkisebb szilárdságcsökkenést, (7-11%-ot), a legnagyobb csökkenést pedig a legintenzívebb menetrend (200°C/6 óra) szolgáltatta (53-56%). 160°C-on a 4 és 6 órás kezelési idő között nincs semmilyen eltérés, 200°C-on azonban jelentősebb szerepe volt a kezelési időnek is. Mindezek mellett az is egyértelműen látszik, hogy az ütő-hajlító szilárdság esetében is nagyobb jelentősége van a hőmérsékletnek a kezelés időtartamánál. Ezt támasztja alá a következő eredmény is, miszerint a leghosszabb 160°C-os kezelés is csak jóval kisebb mértékű szilárdságcsökkenést eredményezett, mint a legrövidebb idejű 200°C-os kezelés.



12. ábra Az ütő-hajlító szilárdság alakulása az egyes menetrendeknél

Az eredmények statisztikai értékelése nem mutat szignifikáns eltérést az ütő-hajlító szilárdságban minden menetrend esetén, a kezeletlen faanyaghoz képest. Bár megfigyelhető a tendencia, miszerint már az alacsonyabb hőfokú kezelések is csökkentik a szilárdságot, valójában csak a magasabb hőfokú kezelések esetén beszélhetünk statisztikailag is bizonyítható eltérésről a kezeletlen faanyaghoz képest. Eszerint a 160°C-os kezelések valójában hatástalanok, vagy legalábbis csak kis hatással vannak erre a jellemzőre. A 200°C-on végzett kezelések ezzel szemben egyértelműen kimutatható csökkenést eredményeztek, ezen felül az egyes kezelési idők hatása közti különbség is jelentősebb, a 2 és 6 órás kezelések értékei egyértelműen elkülönülnek egymástól. Az azonos ideig, de különböző hőmérsékleten végzett kezelések hatása közötti különbség is jól mutatja a kezelési idő nagyobb jelentőségét magasabb hőmérsékleten. 2 órás kezeléseknél 15% körüli az eltérés a két hőmérsékletre tartozó szilárdságcsökkenések között, 200°C-on ugyanez azonban már 35% körüli értékre nő

(7. táblázat). A húzó- és hajlítószilárdsághoz hasonlóan a dinamikus hajlítószilárdság esetében is elsősorban a poliózok és a cellulóz minősége, degradációjának foka határozza meg a szilárdságot. Dinamikus igénybevételek esetén további fontos tényező, a polióz láncok rövidülése, valamint a cellulóz amorf részeinek roncsolódása, amely egyben a faanyag szívósságát is csökkenti.

7. Táblázat Az ütő-hajlító szilárdsági értékek fontosabb eredményei

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Hajlítószilárdság [N/mm ²]		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	4,17	2,50	-
160/2/N	3,67	1,20	-12,1%
160/4/N	3,46	1,07	-17,1%
160/6/N	3,47	1,37	-17,0%
200/2/N	2,58	0,79	-38,3%
200/4/N	2,11	0,62	-49,4%
200/6/N	1,83	0,81	-56,1%
160/2/L	3,68	1,60	-11,7%
160/4/L	3,38	1,08	-19,0%
160/6/L	3,35	1,52	-19,9%
200/2/L	2,68	1,08	-35,9%
200/4/L	2,16	0,95	-48,2%
200/6/L	1,81	0,99	-56,7%
160/2/R	3,88	1,41	-7,1%
160/4/R	3,47	1,04	-16,9%
160/6/R	3,44	1,61	-17,5%
200/2/R	2,79	1,38	-33,0%
200/4/R	2,18	0,68	-47,7%
200/6/R	1,95	1,10	-53,3%

4.2 Fizikai tulajdonságok

4.2.1 Tömeg és sűrűség

A sűrűséggel kapcsolatos részletes eredményeket az V. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXII. mellékletben mutatom be. A sűrűség változását több tényező is befolyásolja a hőkezelés során. A kezelés hatására a faanyagban hőbomlás játszódik le, mely során folyékony és gáznemű alkotók távoznak a faanyagból. A hőmérséklet és a kezelési idő növelésével a faanyag alkotóinak hőbomlása is fokozódik, ezáltal a tömeg is csökken bizonyos mértékben, ami a sűrűség csökkenését eredményezi. A tömegvesztés hatására azonban a faanyag méretcsökkenést is szenved, ami a sűrűség növekedését eredményezi (Horváth, 2008). Mindezek mellett a faanyag olajat vesz fel a hőkezelő eljárás során, ami nyárnál néhány esetben jelentősnek mondható volt, akár 30% feletti tömegnövekedést eredményezett az alacsonyabb kezelési hőmérsékleten (8. táblázat). Ez ugyancsak a sűrűség növekedésével jár. Mivel a felhasználás során a légszáraz sűrűségnek ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$) van jelentősége, ezért ennek változását követtem nyomon vizsgálataim során. Az egyensúlyi nedvességtartalom mérséklődése azonban a hőkezelt faanyag sűrűségét csökkenti a kezeletlenhez képest. Összességében tehát négy tényezőnek van alapvető hatása a sűrűség változására. Kettő tényező növeli a kezdeti sűrűséget (méretcsökkenés és olajfelvétel), kettő pedig csökkenti azt (tömegvesztés és a vízfelvétel mérséklődése). E négy hatás eredőjeként alakul ki a hőkezelt faanyag sűrűsége. Ezek a tényezők összefüggésben állnak egymással, meghatározásuk külön-külön azonban nem minden esetben lehetséges pontosan, csak együttes hatásuk mérhető.

A faanyag jellemzőinek változása a kémiai összetevők módosulásának eredménye, amelyet legjobban a tömegvesztéssel lehet kifejezni, különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a különböző hőkezelő eljárásoknál a tömegcsökkenés általában jó összefüggést mutat az egyéb tulajdonságok változásával (pl. szilárdságok, gombaállóság). Az általam vizsgált, hőkezelő közegként növényi olajokat alkalmazó eljárással kapcsolatban nem állnak rendelkezésre tömegcsökkenéssel kapcsolatos irodalmi adatok, mivel a pontos olajfelvétel meghatározása csak különböző kémiai eljárásokkal lenne lehetséges (pl. extrahálással) annak köszönhetően, hogy a faanyag párhuzamosan vesz fel olajat, valamint távoznak belőle a bomlástermékek és a víz. Az olajfelvétel a tapasztalatok szerint nem egyenletes a teljes keresztmetszetben (13. ábra). Ezért a kémiai úton történő meghatározás esetén is nagy pontatlanságok adódhatnak, mivel az így meghatározott olajtartalom nagy valószínűséggel nem az egész próbatestet jellemzi, hanem annak csak valamely szegmensét. Felvetődhetnek más módok is az olajfelvétel meghatározására, azonban ezek többszörös közelítés által szolgáltatnának eredményt, ami a mérési eredmények pontosságát, használhatóságát megkérdőjelezi. Ilyen például a hőkezelő berendezés tömegének mérése kezelés előtt és után. A módszer több szempontból is pontatlan. Egyrészt az olajból kivett próbatestekről lecsepegtető olaj mennyiségének meghatározása problémás, másrészt a hőkezelés során az olajból is távoznak illékony anyagok, degradációs termékek. Továbbá problémát jelent, hogy a faanyagból is lépnek ki folyékony és gáznemű anyagok a kezelés során, amelyek az olajban visszamaradhatnak, torzítva ezzel a mérési eredményt. A módszer legfőbb problémája azonban, hogy csak a berendezésben egyidejűleg bennlévő összes próbatest átlagos olajfelvételét kapjuk meg, a mérési eredmények szerint azonban az eltérés a minimális és maximális tömegváltozás között, valamint a relatív szórás nagyon nagy (8. táblázat). Eszerint nagy az eltérés az egyes próbatestek olajfelvételében (14. ábra), ezáltal egy átlagos érték felhasználása a hőkezelés okozta tömegvesztés meghatározására nagy pontatlanságot eredményezne. Ezen indokok alapján

dolgozatomban nem kívánok részletesen foglalkozni az olajfelvétel, illetve a faanyag tömegvesztésének pontos meghatározásával.



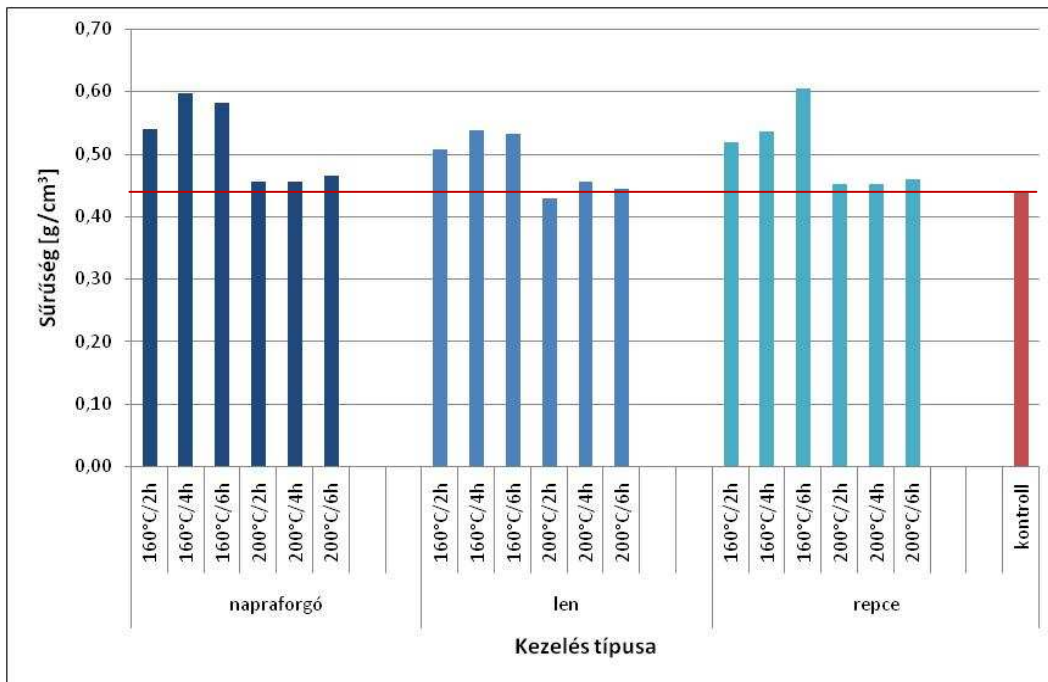
13. ábra A felvett olaj eltérő keresztmetszeti eloszlása és az eltérő olajfelvétel szemléltetése a faanyagban, azonos menetrend esetén (160°C/6 óra)

8. Táblázat A tömeg változása az egyes hőkezelő menetrendek esetén

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Tömegváltozás [%]				
	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum	Var. Koeff.
160/2/N	18,86	12,32	-2,58	46,49	65,30%
160/4/N	34,23	19,75	-0,15	79,42	57,69%
160/6/N	25,93	14,83	-0,15	79,42	57,19%
200/2/N	1,66	6,93	-0,39	66,03	416,86%
200/4/N	1,00	8,20	-9,60	18,40	817,84%
200/6/N	2,05	10,66	-12,58	26,16	520,57%
160/2/L	14,44	10,26	-2,83	45,13	71,08%
160/4/L	19,56	19,32	-7,90	77,70	98,78%
160/6/L	16,30	13,80	-1,85	47,78	84,67%
200/2/L	-2,89	4,16	-9,18	4,53	-143,96%
200/4/L	-3,65	4,95	-11,80	12,13	-135,63%
200/6/L	-2,87	7,42	-11,39	13,31	-258,63%
160/2/R	12,44	11,24	-7,13	41,58	90,41%
160/4/R	17,40	10,77	-2,73	37,11	61,86%
160/6/R	34,47	30,29	1,92	114,58	87,89%
200/2/R	0,86	6,86	-7,67	19,49	794,21%
200/4/R	-0,03	7,56	-9,25	20,06	-30050,96%
200/6/R	1,40	9,32	-12,29	23,15	667,69%



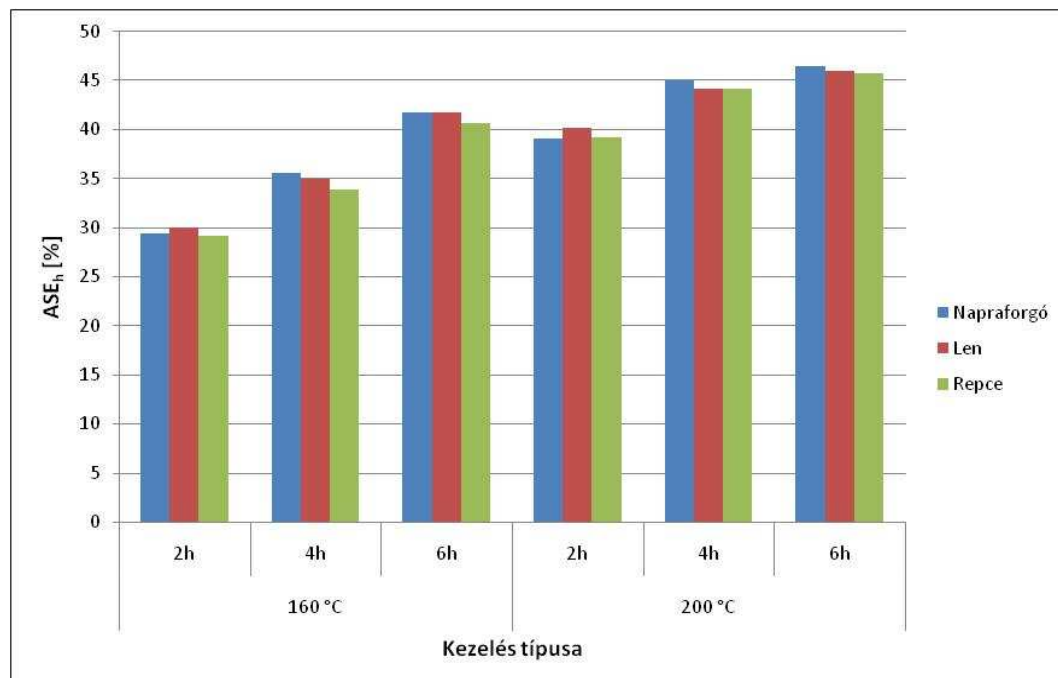
14. ábra A kontroll és a hőkezelt faanyagok légszáras sűrűségei

A nyár faanyag légszáras sűrűsége nem minden esetben változott az általam elvégzett hőkezelések hatására. 160°C-os kezelések hatására jelentős sűrűsénövekedés következett be. A próbatetek méretei nem változtak meg jelentősen, így ez a változás az olajfelvételnek köszönhető. Azonban a próbatetek tömegváltozásánál az tapasztalható, hogy alacsonyabb hőmérsékleten magas szórás jellemzi a tömegnövekedést, vagyis az olajfelvétel nagyon változó. Erre minden bizonnyal a szöveti szerkezetnek van leginkább hatása. 200°C-os kezelések hatására a sűrűség változatlan maradt, tehát a két-két sűrűséget csökkentő és növelő tényező hatása kioltotta egymást. Feltételezhető azonban, hogy a 160°C-on végzett kezelésekhez képest jóval kevesebb olajat vett fel a faanyag 200°C-on, mivel az eltérés a tömegváltozásban az azonos idejű, de különböző hőfokú kezelések között sok esetben 20% feletti, ami korábbi hőkezeléssel kapcsolatos eredmények alapján elképzelhetetlen (2.2.1 fejezet). Ennek magyarázata lehet a hőbomlás degradációs melléktermékeinek felszabadulása. Az illékony bomlástermékek folyamatosan távoznak a faanyagból, magasabb hőfokon azonban több keletkezik és feltehetően nagyobb intenzitással is távoznak. Így hatékonyabban gátolják az olaj bejutását a magasabb hőmérsékletű hőkezelés során.

4.2.2 Dagadás és dimenzióstabilitás (ASE)

4.2.2.1 Húrirányú dagadás

A húrirányú dagadással kapcsolatos részletes eredményeket a VI-VII. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXIII-XXIV. mellékletben mutatom be. Az általam hőkezelt nyár faanyag dagadása egyértelműen csökkent a kezeletlen faanyaghoz képest minden menetrend esetén, amit jól szemléltet a dimenzióstabilitás javulása (15. ábra). A 160°C-os hőkezelések mindhárom olaj esetén azonos eredményeket szolgáltattak azonos menetrendek esetén. Már a legenyhébb menetrend (160°C/2h) is javulást eredményezett, ami 30% csökkenést jelent a dagadásban. A kezelési idő kettőről négy órára történő növelése alig kimutatható javulást eredményezett. 160°C-on a leghosszabb kezelés 41%-kal csökkentette a dagadást húrirányban, ami már szignifikáns javulás a rövidebb kezelésekhez képest.



15. ábra A dimenzióstabilitás növekedése (ASE) a hőkezelés hatására húrirányban

A 200°C-on végrehajtott kezelések a várakozásoknak megfelelően kedvezőbb eredményeket hoztak. A 160°C-on végrehajtott kezelésekhez hasonlóan ezen a hőmérsékleten sem volt hatása az alkalmazott olaj típusának. Eszerint a napraforgó- len- és repceolajban végzett kezelések eredményei azonos menetrendeket alkalmazva azonosnak tekinthetők. A dagadást 200°C-on is minden esetben a 2 órás kezelés csökkentette legkisebb mértékben, mintegy 40%-kal, ami a 6 órás kezelésnek megfelelő érték 160°C-os hőmérsékletet alkalmazva (16. ábra). A kezelési idő 4 órára történő növelése csak kismértékű javulást eredményezett (45%), további növelése pedig már nem volt hatással a húrirányú dagadásra, vagyis a 4 és 6 órás kezelés hatékonysága azonosnak bizonyult (9. táblázat). Fenti eredményekből látszik, hogy a 160°C-on 6 órás kezelést alkalmazva elérhető a közel maximális dimenzióstabilitás, és ezt már a hőmérséklet emelésével sem lehet jelentősen növelni. Annak ellenére sem, hogy 200°C-on már 2 óra alatt elérhető az alacsonyabb hőfokú, de 6 órás kezelés hatékonysága, tehát alacsonyabb hőmérsékleten is elérhető ugyanaz az eredmény, a kezelési idő megfelelő megválasztásával. Kijelenthető, hogy 160°C-on nagyobb jelentősége van a kezelés időtartamának, mint 200°C-on. Az azonban ebben az esetben is megállapítható, hogy az

alkalmazott hőmérséklet szerepe nagyobb, mint a kezelés időtartamáé. Más fafajokon végzett kísérleteikben hasonló eredményre jutott Rezayati Charani et al. (2007), és Akyildiz et al. (2009).

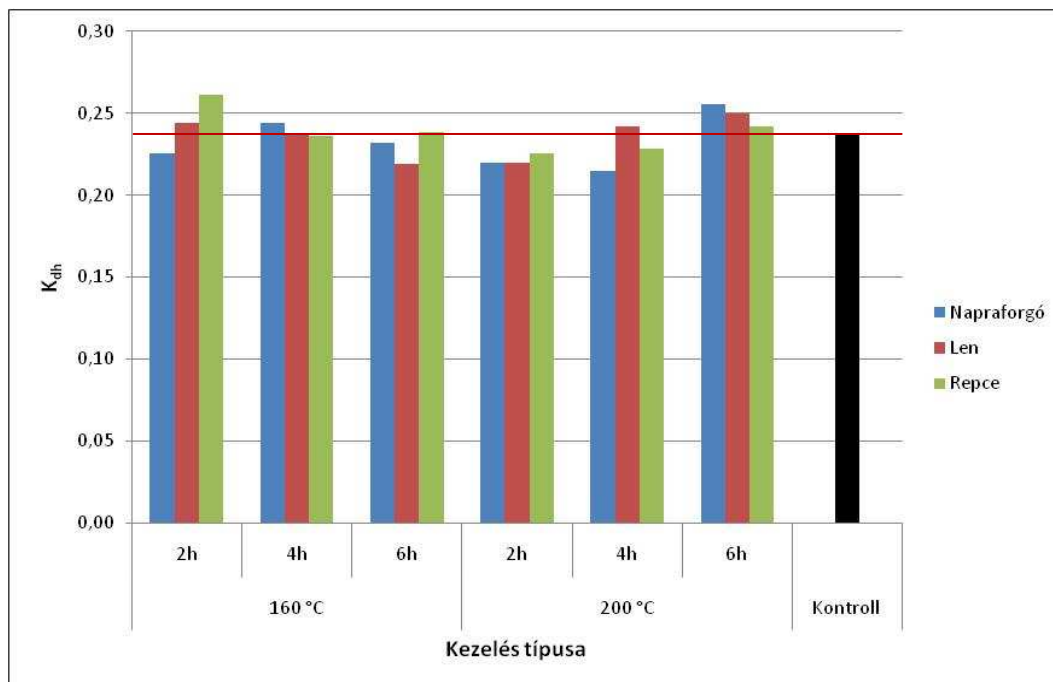
9. Táblázat A hűrirányú dagadás és ASE értékek fontosabb eredményei

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Hűrirányú dagadás [%]		ASE _h [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	2,29	0,18	-
160/2/N	1,62	0,18	29,37
160/4/N	1,47	0,13	35,60
160/6/N	1,33	0,16	41,74
200/2/N	1,39	0,25	39,14
200/4/N	1,26	0,15	45,00
200/6/N	1,22	0,24	46,50
160/2/L	1,60	0,27	30,07
160/4/L	1,49	0,21	35,02
160/6/L	1,33	0,19	41,74
200/2/L	1,37	0,16	40,14
200/4/L	1,28	0,25	44,23
200/6/L	1,23	0,16	46,00
160/2/R	1,62	0,10	29,18
160/4/R	1,51	0,21	33,96
160/6/R	1,36	0,06	40,63
200/2/R	1,39	0,12	39,26
200/4/R	1,28	0,22	44,16
200/6/R	1,24	0,15	45,73

A hűrirányú dagadási együtthatóra nem volt kimutatható hatása egyik alkalmazott hőkezelésnek sem, a kezeletlen faanyaghoz képest. Sem a kezelés hőmérséklete, sem a hőntartás ideje, sem az alkalmazott olaj fajtája nem eredményezett egyértelmű eltérést a kontrolltól (16. ábra). Ez az eredmény azt jelzi, hogy a fában található, víz megkötésére képes funkcionális csoportok (-OH) mennyisége egyenes arányban van a faanyag dagadási képességével. Ha lecsökken ezek száma, az a faanyag egyensúlyi nedvességtartalmának csökkenését vonja maga után, ami a dagadási értékek mérséklődését eredményezi. A hőkezelt faanyagok dagadási együtthatójának azonossága a kezeletlen faanyagéval pedig jól jelzi, hogy azonos nedvességtartalom változásra mindkét anyag azonos méretváltozással reagál. Fentiekből következően tehát, a dimenzióstabilitás javulása kizárólag az adott klímához tartozó egyensúlyi nedvesség csökkenésének köszönhető.

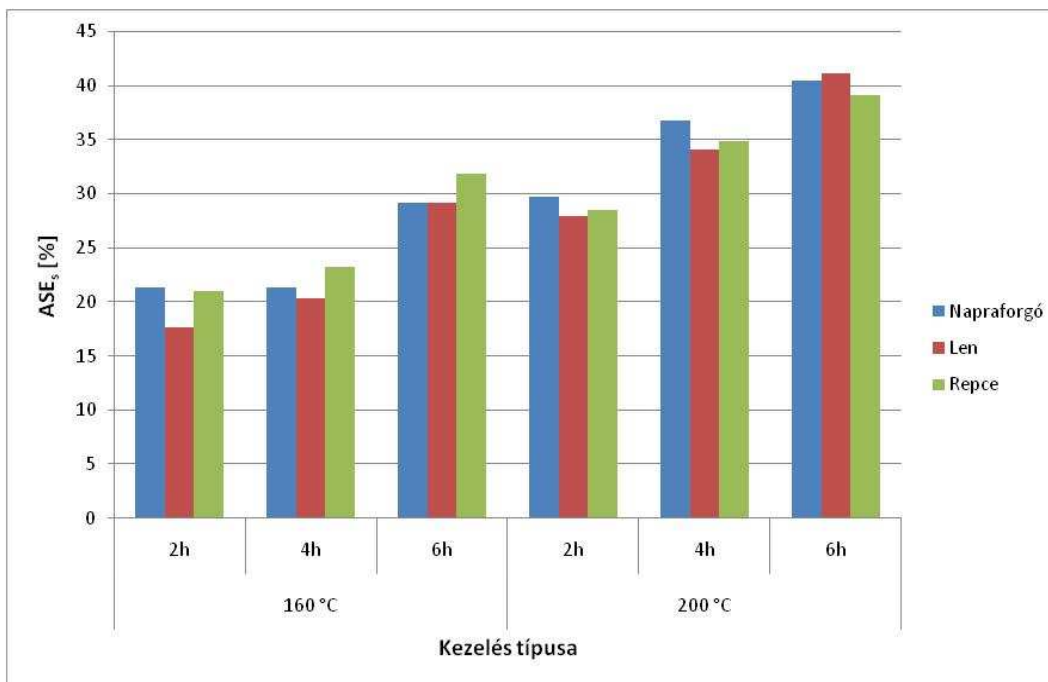


16. ábra A húrirányú dagadási együtthatók értékei a vizsgált faanyagoknál

4.2.2.2 Sugárirányú dagadás

A sugárirányú dagadással kapcsolatos részletes eredményeket a VIII-IX. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXV-XXVI. mellékletben mutatom be. Az általam hőkezelt nyár faanyag dagadása sugárirányban is egyértelműen csökkent a kezeletlen faanyaghoz képest, minden menetrend esetén, amit jól szemléltet a dimenzióstabilitás javulása (17. ábra). A 160°C-os hőkezelések mindhárom olaj esetén azonos eredményeket szolgáltatottak azonos menetrendek esetén. Már a legenyhébb menetrend (160°C/2h) is javulást eredményezett, ami 17-21% csökkenést jelent a dagadásban. A kezelési idő kettőről négy órára történő növelése nem eredményezett javulást. 160°C-on a leghosszabb kezelés 30%-kal csökkentette a dagadást sugárirányban, ami már szignifikáns javulás a rövidebb kezelésekhez képest.

A 200°C-on végrehajtott kezelések a várakozásoknak megfelelően kedvezőbb eredményeket hoztak. A húrirányú dagadáshoz hasonlóan a napraforgó-, len- és repceolajban végzett kezelések eredményei azonos menetrendeket alkalmazva azonosnak tekinthetők. A dagadást 200°C-on is minden esetben a 2 órás kezelés csökkentette legkisebb mértékben. Mintegy 30%-kal csökkent a dagadás mértéke 2 órás kezelési idő esetén, ami a 6 órás kezelésnek megfelelő érték 160°C-os hőmérsékletet alkalmazva (10. táblázat). A kezelési idő 4 illetve 6 órára történő növelése egyenként további kismértékű javulást eredményezett (~35 illetve ~40%), vagyis a kezelési idő növelése hatékonyan csökkentette a sugárirányú dagadást. Fenti eredményekből látszik, hogy a 160°C-on 6 órás kezelést alkalmazva nagymértékben javítható a dimenzióstabilitás, a hőmérséklet és kezelési idő növelésével azonban még kismértékben javítható (maximum 8-10%-kal). 200°C-on már 2 óra alatt elérhető az alacsonyabb hőfokú, de 6 órás kezelés hatékonysága, tehát alacsonyabb hőmérsékleten is elérhető ugyanaz az eredmény, a kezelési idő megfelelő megválasztásával. Kijelenthető, hogy mindkét hőmérsékleten van jelentősége a kezelés időtartamának. Összességében tehát három csoportra oszthatóak az alkalmazott menetrendek a sugárirányú dagadás csökkentésének szempontjából. Megegyező hatásúnak tekinthető a 160°C-on végzett 2 - 4 órás kezelés, a 160°C-on végzett 6 órás és a 200°C-on végzett 2 órás kezelés, valamint a 200°C-on 4 - 6 órán át tartó kezelések.



17. ábra A dimenzióstabilitás növekedése (ASE) a hőkezelés hatására sugárirányban

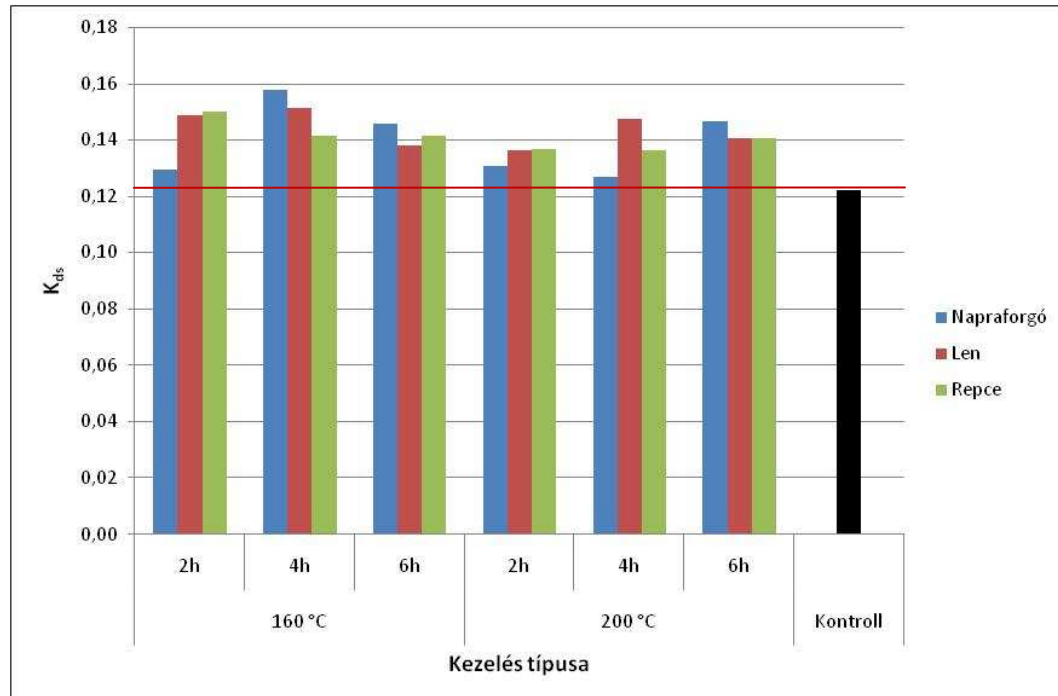
10. Táblázat A sugárirányú dagadás és ASE értékek fontosabb eredményei

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Sugárirányú dagadás [%]		ASE _s [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	1,18	0,06	-
160/2/N	0,93	0,14	21,43
160/4/N	0,95	0,15	21,43
160/6/N	0,84	0,07	29,20
200/2/N	0,83	0,05	29,78
200/4/N	0,75	0,11	36,86
200/6/N	0,70	0,09	40,51
160/2/L	0,97	0,15	17,72
160/4/L	0,94	0,16	20,37
160/6/L	0,84	0,13	29,27
200/2/L	0,85	0,09	28,02
200/4/L	0,78	0,07	34,14
200/6/L	0,70	0,05	41,14
160/2/R	0,93	0,05	21,00
160/4/R	0,91	0,10	23,23
160/6/R	0,80	0,02	31,89
200/2/R	0,84	0,05	28,59
200/4/R	0,77	0,05	34,95
200/6/R	0,72	0,15	39,15

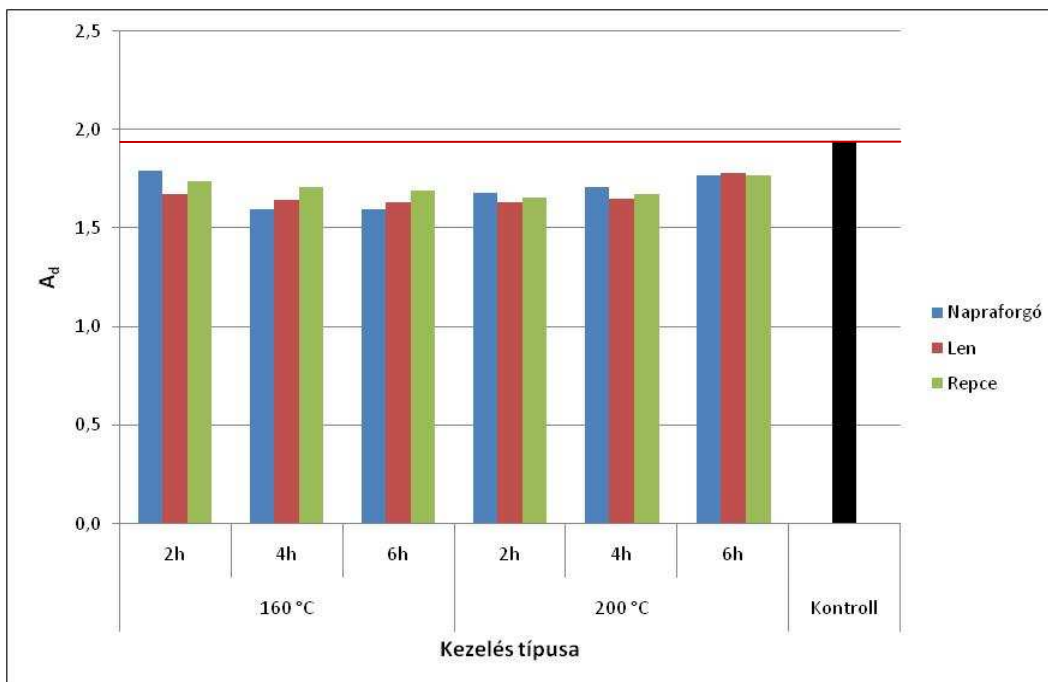
A sugárirányú dagadási együttható minden esetben növekedett, a kezeletlen faanyaghoz képest. A kezelési paraméterek hatása külön-külön azonban nem mutatható ki. Sem a kezelés hőmérséklete, sem a hőntartás ideje, sem az alkalmazott olaj fajtája nem hozható összefüggésbe a változás mértékével (18. ábra). A dagadási együttható növekedése a hőkezelések hatására kismértékű, és minden menetrendnél közel azonos.



18. ábra A sugárirányú dagadási együtthatók értékei a vizsgált faanyagoknál

4.2.2.3 Dagadási anizotrópia

A dagadási anizotrópiával kapcsolatos részletes eredményeket a X. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXVII. mellékletben mutatom be. Korábbi eredményeknek megfelelően (Militz 2002; Esteves et al. 2007, 2008), a dagadást csökkentő hatékonyság (ASE) mindkét kezelési hőmérsékleten hűrirányban volt magasabb. Ennek megfelelően a dagadási anizotrópia minden menetrend esetén csökkent a kezeletlen faanyagéhoz képest (19. ábra, 11. táblázat). Mindkét kezelési hőmérsékleten jellemző, hogy az eltérés a dagadást csökkentő hatékonyság (ASE) sugár- és hűrirányú értékei között, a kezelési idő növelésétől függetlenül, minden menetrend esetén 10% körüli. Ez az eredmény azt támasztja alá, hogy bár a dagadási anizotrópia csökken, közel sem szűnik meg teljesen, továbbá a hőkezelés ideje és hőfoka nincs hatással a dagadási anizotrópia csökkenésének mértékére. Ez arra enged következtetni, hogy azoknál a sejtfalalkotóknál, amelyek ennek a különbségnek a kialakulásáért felelősek, már 160°C-on 2 órás kezelés során végbemegy az ennél az eljárásnál lehetséges degradáció, a paraméterek változtatása így a továbbiakban nincs hatással a sugár- és hűrirányú dagadás mérséklődésére. Összességében elmondható, hogy minden menetrend segítségével jelentősen csökkenthető a nyár faanyag dagadási anizotrópiája, és ezzel együtt a vetemedési hajlama. Ez a tulajdonság a feldolgozás, felhasználás során kifejezetten előnyös.



19. ábra A dagadási anizotrópia alakulása az egyes kezelések esetén

11. Táblázat A dagadási anizotrópia értékek fontosabb eredményei

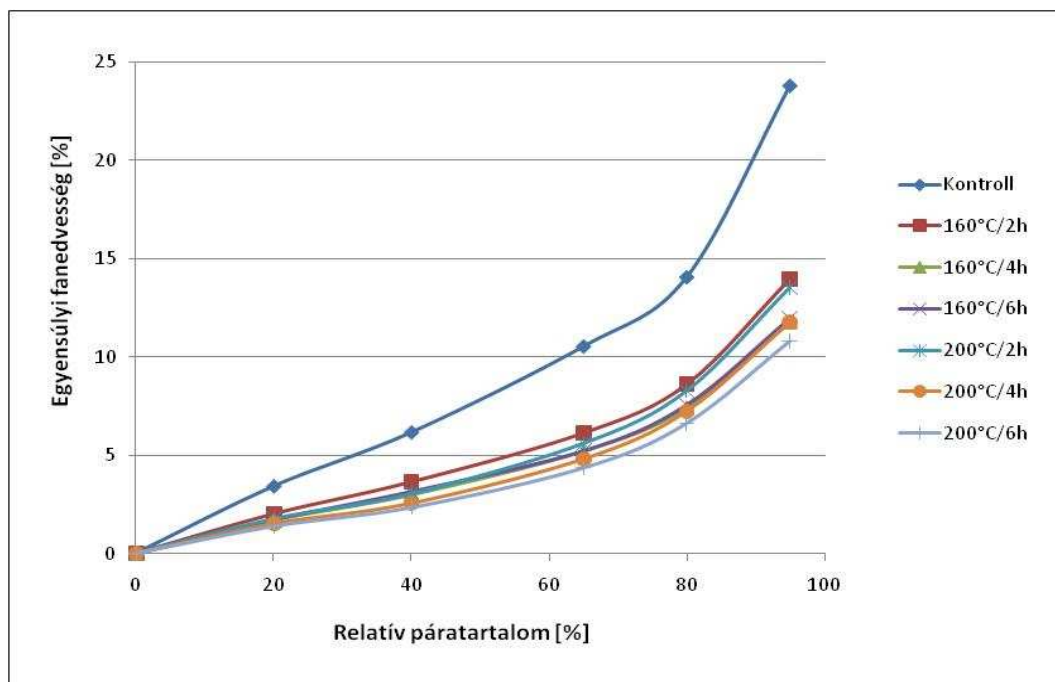
(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

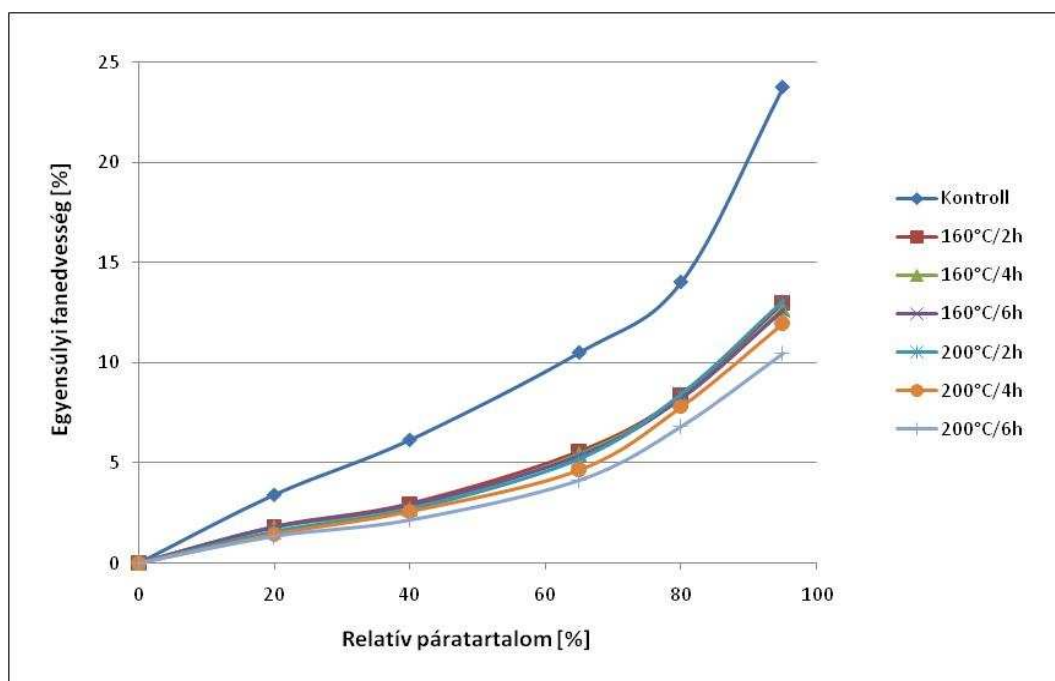
Kezelés	Dagadási anizotrópia [%]		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	1,94	0,17	-
160/2/N	1,79	0,43	-7,56
160/4/N	1,60	0,34	-17,67
160/6/N	1,60	0,20	-17,61
200/2/N	1,68	0,30	-13,32
200/4/N	1,71	0,25	-11,97
200/6/N	1,77	0,43	-8,85
160/2/L	1,67	0,33	-13,70
160/4/L	1,65	0,47	-15,18
160/6/L	1,63	0,34	-15,87
200/2/L	1,63	0,28	-15,96
200/4/L	1,65	0,36	-14,83
200/6/L	1,78	0,25	-8,14
160/2/R	1,74	0,14	-10,27
160/4/R	1,71	0,47	-11,76
160/6/R	1,69	0,09	-12,91
200/2/R	1,65	0,18	-14,77
200/4/R	1,68	0,36	-13,59
200/6/R	1,77	0,37	-8,79

4.2.3 Egyensúlyi fanedvesség, szorpciós izotermák

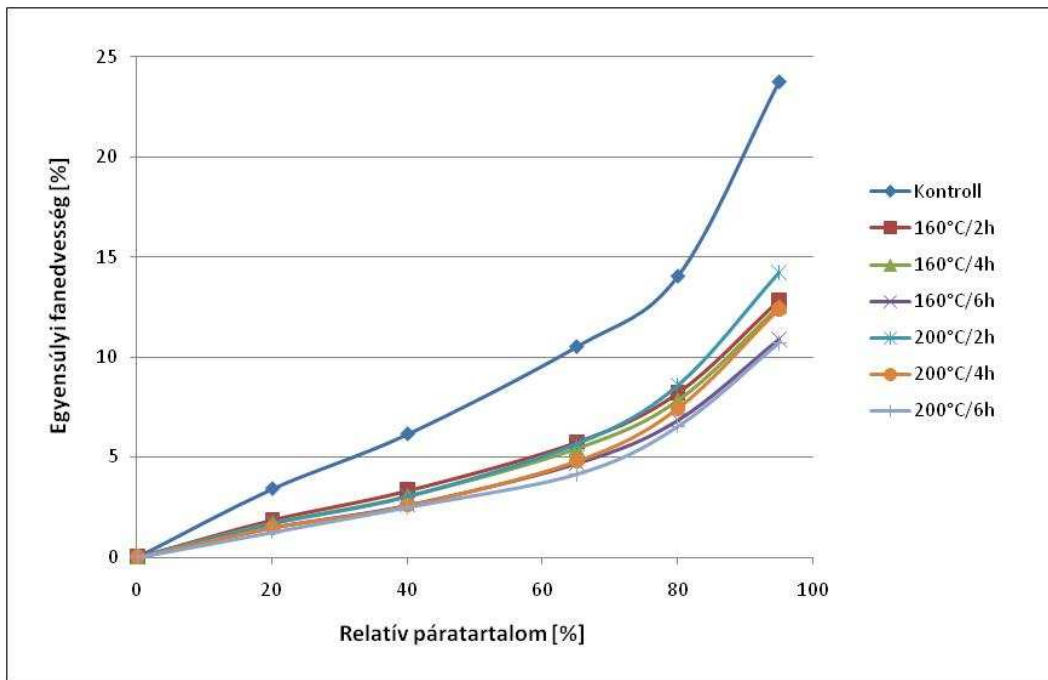
Az egyensúlyi nedvességgel kapcsolatos részletes eredményeket a XI. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXVIII-XXXII. mellékletben mutatom be. Az egyensúlyi fanedvesség változását a vizsgált faanyagok szorpciós izotermáinak segítségével mutatom be. Ezeken 5 különböző klímaállapothoz tartozó egyensúlyi nedvességtartalmak figyelhetők meg (20-22. ábra). A hőkezelés során alkalmazott minden menetrend csökkentette a nyárfa egyensúlyi nedvességtartalmát, minden relatív páratartalmi fokozat mellett, amit a statisztikai értékelés is alátámaszt.



20. ábra Napraforgóaljban hőkezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermái (T=20°C)



21. ábra Lenolajban hőkezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermái (T=20°C)



22. ábra Repceolajban hőkezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermái ($T=20^{\circ}\text{C}$)

Az egyes menetrendek hatása azonban korántsem ilyen egyértelmű. Nem mutatható ki egyértelműen a dagadási jellemzőknél megfigyelt tendencia, miszerint a hőkezelések, hatásuk szempontjából három csoportra oszthatók ($160^{\circ}\text{C}/2\text{-}4\text{h}$; $160^{\circ}\text{C}/6\text{h}$ - $200^{\circ}\text{C}/2\text{h}$; $200^{\circ}\text{C}/4\text{-}6\text{h}$). Ennek oka a faanyagok változó olajfelvétele a kezelés során. Ahogy az a sűrűség vizsgálatánál kiderült, a hőkezelés során a faanyag akár jelentős mennyiségű olajat is felvesz, annak ellenére, hogy a hőkezelés során túlnyomást nem alkalmaztunk, légköri nyomáson hajtottuk végre az eljárást. Az olajfelvétel jelentősen módosítja a sűrűség mellett a mért nedvességtartalmat is, azáltal, hogy a nedvességtartalom mérésénél az abszolút száraz tömeget nem tudjuk pontosan meghatározni, hiszen a leszárított próbatestek mérésekor nem a száraz faanyag tömegét kapjuk, hanem a száraz faanyag és a beleszáradt olaj együttes tömegét. A nedves tömeg mérésekor hasonló probléma merül fel, mivel ekkor a faanyag tömegéhez hozzáadódik az olaj száradás előtti tömege is. Vagyis a nedvességtartalom meghatározásakor nem csak az eltávozó víz tömegét kapjuk meg, hanem az eltávozó víz, és az olaj illékony alkotóinak együttes tömegét. Összességében tehát egy fa-víz-olaj rendszer tulajdonságait kapjuk, az olajfelvétel pontos ismerete nélkül azonban nem tudhatjuk, mely összetevő milyen mértékben van jelen, így a pontos nedvességtartalom sem meghatározható.

Az egyensúlyi nedvességtartalmakra ettől függetlenül általánosan jellemző, hogy a legkisebb mértékben a legenyhébb menetrend ($160^{\circ}\text{C}/2\text{h}$) hatására csökkentek minden relatív páratartalom mellett. A legalacsonyabb egyensúlyi nedvességtartalmak minden esetben a legintenzívebb kezelés ($200^{\circ}\text{C}/6\text{h}$) hatására alakultak ki. Ennek megfelelően a kezelési hőmérséklet vagy a hőtartási idő növelésével a szorpciós izotermák egyre inkább ellaposodnak. Megfigyelhető továbbá, hogy a természetes faanyagok szorpciós izotermájára általában jellemző „S” alak a hőkezelés hatására kissé kiegyenesedik, ami arra utal, hogy a nedvességet egyenletesebben veszi fel a környezetéből. A hőkezelés paramétereinek (hőmérséklet, idő, olajfajta) hatása az egyensúlyi nedvesség változására nem mutatható ki pontosan az említett mérési pontatlanságok miatt, azonban megfigyelhető az a tendencia, hogy a 160°C -os kezelések minden vizsgált páratartalmi fokozat mellett 40-50%-kal csökkentik az egyensúlyi nedvességet, a 200°C -os

kezelések pedig 50-60%-kal. Ennek megfelelően a magasabb kezelési hőmérsékletről nagy valószínűséggel kijelenthető, hogy nagyobb mértékben csökkenti a nyár faanyag egyensúlyi nedvességtartalmát a hőkezelés során. Ez normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$) a kezeletlen faanyag 10,5%-os átlagos értékével szemben a legenyhébb menetrend esetén 6%, a legintenzívebb menetrend esetén 4% körüli átlagos egyensúlyi nedvességtartalmat jelent (12. táblázat). A nedvességtartalom ilyen mértékű csökkenése például a különböző szilárdságok 10-30%-os növekedését eredményezi. Hőkezelésnél azonban természetesen csökkenti ezt a hatást a fő sejtfalalkotók degradációja, és a kettő aránya határozza meg az adott klímaállapoton elérhető szilárdsági értékeket. Az eredmények tükrében látható, hogy az alkalmazott olaj fajtája nem befolyásolta a hőkezelés hatékonyságát az egyensúlyi nedvességtartalom szempontjából. A felvett olaj azonban mindenképpen azt eredményezi, hogy az olajban hőkezelt nyár faanyag valós nedvességtartalma némileg magasabb a számított értéknél, mivel az olajfelvétel leginkább a mért száraz tömegre van hatással. Amennyiben a valóságosnál magasabb száraz tömeggel határozzuk meg a nedvességtartalmat, az a valóságosnál alacsonyabb lesz. Ennek következtében a különbségnek a 160 és 200°C-on kezelt faanyag számított egyensúlyi nedvességtartalmai között (azonos menetrendeket tekintve) valójában nagyobbak kell lennie. A jelentősebb olajfelvétel miatt elsősorban a 160°C-on kezelt anyagok egyensúlyi nedvessége magasabb valójában a számított értékeknél, így ez a jelenség magyarázza a csekély eltérést az alkalmazott kezelési hőmérsékletek hatása között.

12. Táblázat Egyensúlyi fanedvesség különböző relatív páratartalmak mellett, 20°C-on
(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;
N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Átlagos egyensúlyi nedvességek 20°C-on [%]				
	$\varphi=20\%$	$\varphi=40\%$	$\varphi=65\%$	$\varphi=80\%$	$\varphi=95\%$
Kontroll	3,42	6,16	10,52	14,04	23,76
160/2/N	2,01	3,63	6,12	8,59	13,94
160/4/N	1,68	2,98	5,19	7,40	11,76
160/6/N	1,72	3,15	5,22	7,56	11,97
200/2/N	1,77	3,04	5,61	8,29	13,56
200/4/N	1,52	2,55	4,81	7,24	11,78
200/6/N	1,38	2,33	4,35	6,62	10,80
160/2/L	1,83	2,97	5,59	8,36	12,99
160/4/L	1,79	2,74	5,45	8,24	12,68
160/6/L	1,81	2,90	5,37	8,24	12,62
200/2/L	1,59	2,68	5,21	8,45	13,09
200/4/L	1,44	2,58	4,65	7,80	11,96
200/6/L	1,34	2,16	4,16	6,84	10,49
160/2/R	1,87	3,34	5,75	8,21	12,84
160/4/R	1,72	3,06	5,44	7,84	12,53
160/6/R	1,49	2,61	4,69	6,84	10,88
200/2/R	1,69	3,06	5,67	8,60	14,23
200/4/R	1,49	2,58	4,80	7,44	12,41
200/6/R	1,26	2,51	4,16	6,55	10,72

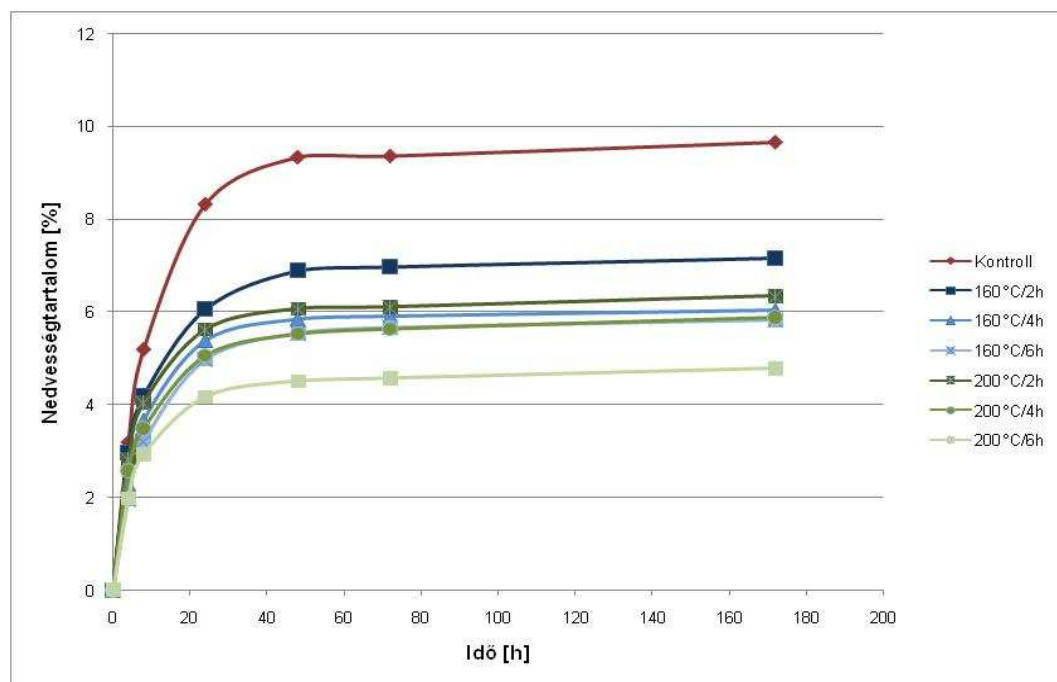
A hőkezelés egyensúlyi nedvességet csökkentő hatásának magyarázata a fő sejtfalalkotók degradációjában keresendő. Az általam vizsgált kezelések hőtartományában a sejtfalalkotók közül leginkább a hemicellulózok lehetnek érintettek, amelyek a faanyag nedvességfelvételének legnagyobb részéért – és egyben az ezzel járó dagadás jelenségének nagy részéért – felelősek (2.3 fejezet). A sejtfalalkotó makromolekulák közül a hemicellulózok a legérzékenyebbek a hőhatásra, ezek roncsolódása a legnagyobb az általam is alkalmazott 160-200°C közötti tartományban. Mivel ezek felületén található a legtöbb víz megkötésére alkalmas hidroxil-csoport, az egyensúlyi nedvesség csökkenésében is kulcsfontosságú szerepet játszanak.

Bár a rosttelítettségi határ meghatározására az általam elvégzett vizsgálat nem alkalmas, a kapott eredmények arra engednek következtetni, hogy a rosttelítettségi határ szintén jelentősen csökken az elvégzett hőkezelések hatására.

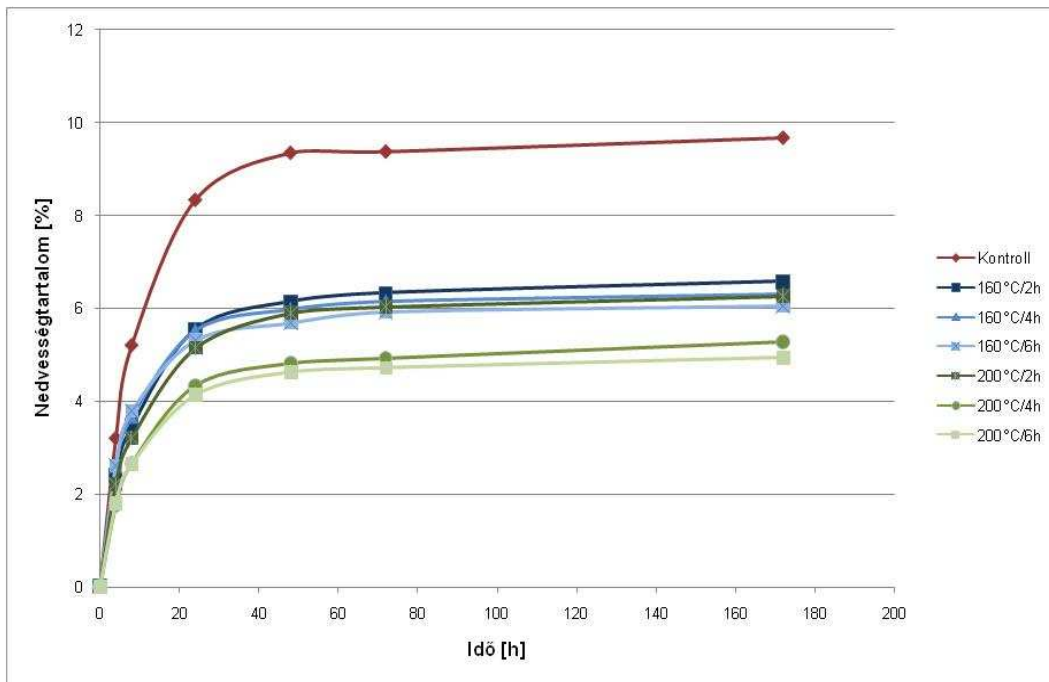
4.2.4 A párafelvétel sebessége

A párafelvétel sebességével kapcsolatos részletes eredményeket a XII-XIV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXXIII-XXXVIII. mellékletben mutatom be. A fa-víz kapcsolatok vizsgálata során a hangsúlyt a dagadási jellemzők és az egyensúlyi nedvességtartalom változásának meghatározása mellett a vízfelvétel sebességének alakulására helyeztem. Ennek oka, hogy az egyensúlyi fanedvesség csökkenése a hőkezelés hatására, csak az egyik jellemző, amely a gyakorlati felhasználás szempontjából fontos. Az elvégzett vizsgálatok kimutatták, hogy a hőkezelt faanyag egyensúlyi fanedvessége jelentősen csökken az alkalmazott kezeléstől függően, minden klímaállapot mellett. A felhasználás során azonban gyakran az is fontos, hogy a vízfelvétel, és az ezzel együtt járó méretváltozás milyen gyorsan megy végbe. Ugyanis kis időközönként változó klimatikus viszonyok között a zsugorodás teljes mértékének csökkenéséből származó előny elveszhet, amennyiben a vízfelvétel sebessége nő. Ebben az esetben az adott időintervallumon belül a zsugorodás-dagadás mértéke meg is haladhatja a kezeletlen faanyagét. Céлом tehát annak bebizonyítása volt, hogy a növényi olajokban hőkezelt faanyag szorpciós sebessége nem haladja meg a természetes faanyagét rövid időintervallumon belül sem. Bár az ismeretlen mértékű olajfelvétel miatt a valós nedvességtartalom meghatározása nem lehetséges, az elvégzett vizsgálatok alkalmasak a jellemző tendenciák megállapítására.

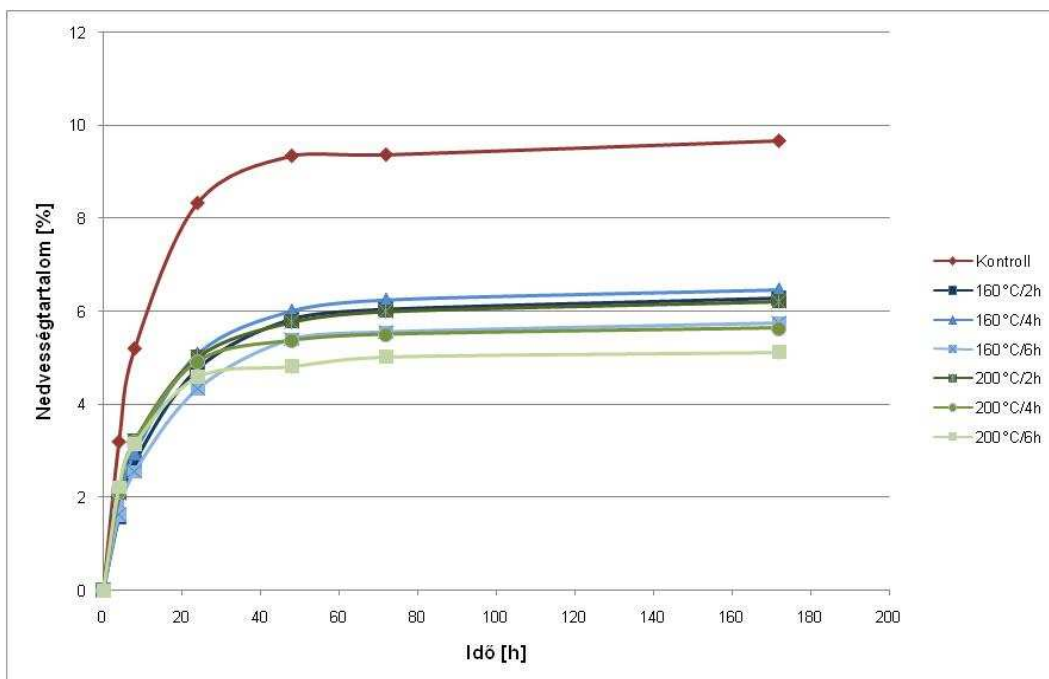
A hőkezelt próbatetek nedvességtartalma minden egyes vizsgált időpontban alacsonyabb volt a természetes faanyagénál. A legalacsonyabb nedvességtartalmak a 200°C-on kezelt faanyag esetén adódtak. A nedvességtartalom változása az egyensúlyi nedvesség beálltáig hasonlóan történt a hőkezelt és a kontroll próbatetek esetében. 48 óra elteltével már alig növekszik a nedvességtartalom, minden vizsgált faanyag az egyensúlyi nedvesség közelében van (23-25. ábra). Korábbi munkákhoz hasonlóan (Pfriem et al. 2007) ez esetünkben is azt jelenti, hogy a nedvességfelvétel sebessége csökken, hiszen adott idő alatt kevesebb vizet vesznek fel a hőkezelt faanyagok.



23. ábra A nedvességtartalom változása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; Hőkezelt közeg: napraforgóolaj)



24. ábra A nedvességtartalom változása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: lenolaj*)

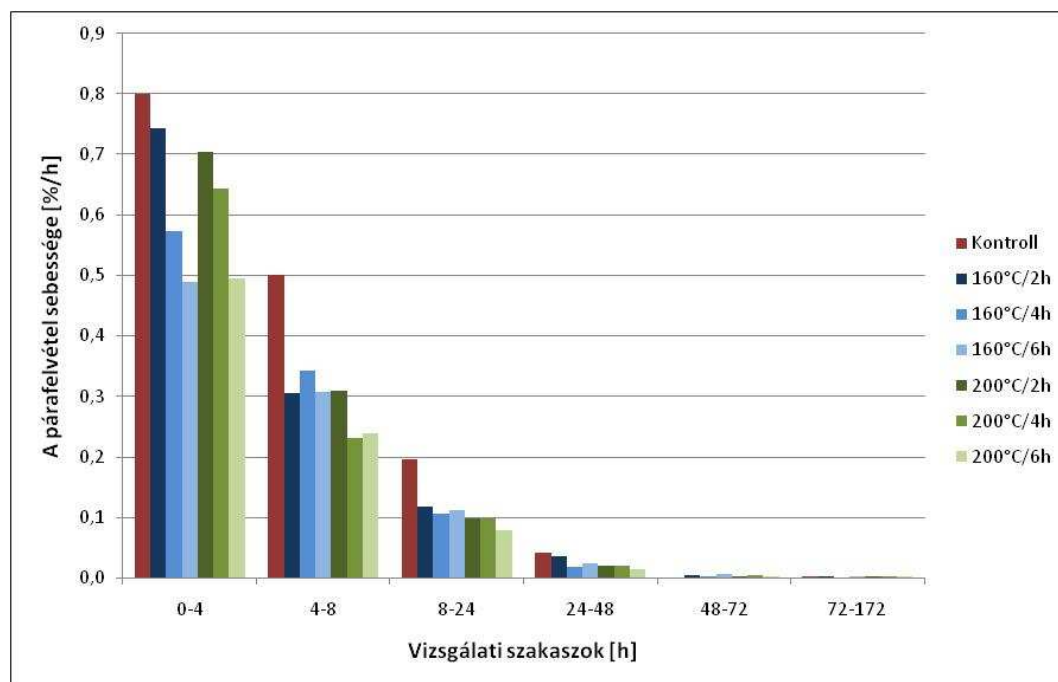


25. ábra A nedvességtartalom változása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: repceolaj*)

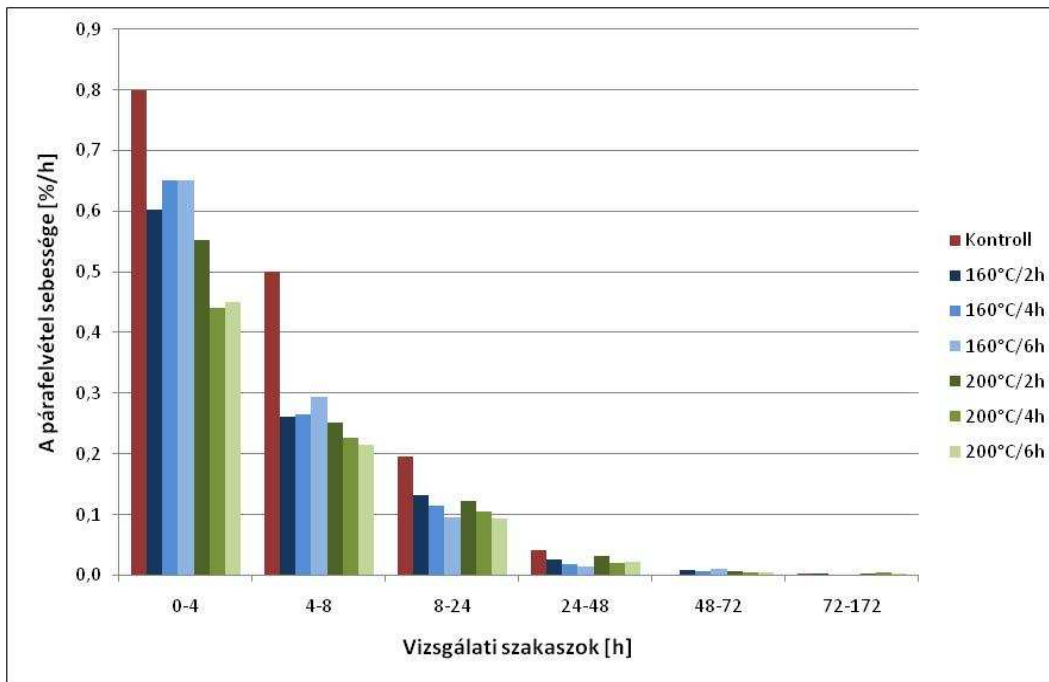
Ezt támasztja alá az is, ha megvizsgáljuk a nedvességfelvétel sebességét az egyes vizsgálati szakaszokban (26-28. ábra). Az első 4 órában a legnagyobb a vízfelvétel sebessége. Ebben a szakaszban a kezeletlen faanyag nedvességtartalma 0,8 %-kal nőtt óránként, míg a hőkezelték 0,4 - 0,7 %-kal. Ebben a szakaszban még elkülöníthető a két kezelési hőmérséklet eltérő hatása. Már a második 4 órás szakaszban jelentősen csökken a vízfelvétel sebessége. A természetes faanyag nedvességváltozása 0,5 %, a hőkezeltéké 0,2 – 0,30 % óránként. A különbség az előző szakaszhoz képest tovább nőtt a kezeletlen és a hőkezelt faanyagok között. Ennek oka, hogy a hőkezelt

faanyagok víztároló kapacitása alacsonyabb, így előbb kimerül, mint a természetes faanyagé. A kezelési hőmérsékletek közti eltérés is csökkent, de még mindig a magasabb hőmérsékletű hőkezelés eredményezett mérsékeltőbb nedvességfelvételt. Ezután a nedvességfelvétel sebessége tovább csökken, a következő 16 órás intervallumban megfeleződik a nedvességfelvétel sebessége. 0,19 %-kal nő a természetes fa, valamint 0,9 – 0,13 %-kal a hőkezelt faanyagok nedvessége óránként. Itt már nem mutatkozik meg jelentősen a kezelési hőmérséklet hatása. A következő 24 órában még mindig a kezeletlen faanyag veszi fel gyorsabban a nedvességet (0,04 %-ot óránként), azonban az eltérés a hőkezelt faanyagokhoz képest (0,02 – 0,03 % óránként) már nem jelentős. A hátralévő időszakban a nedvességfelvétel már nagyon minimális, kimutatható eltérések nincsenek az egyes anyagok közt.

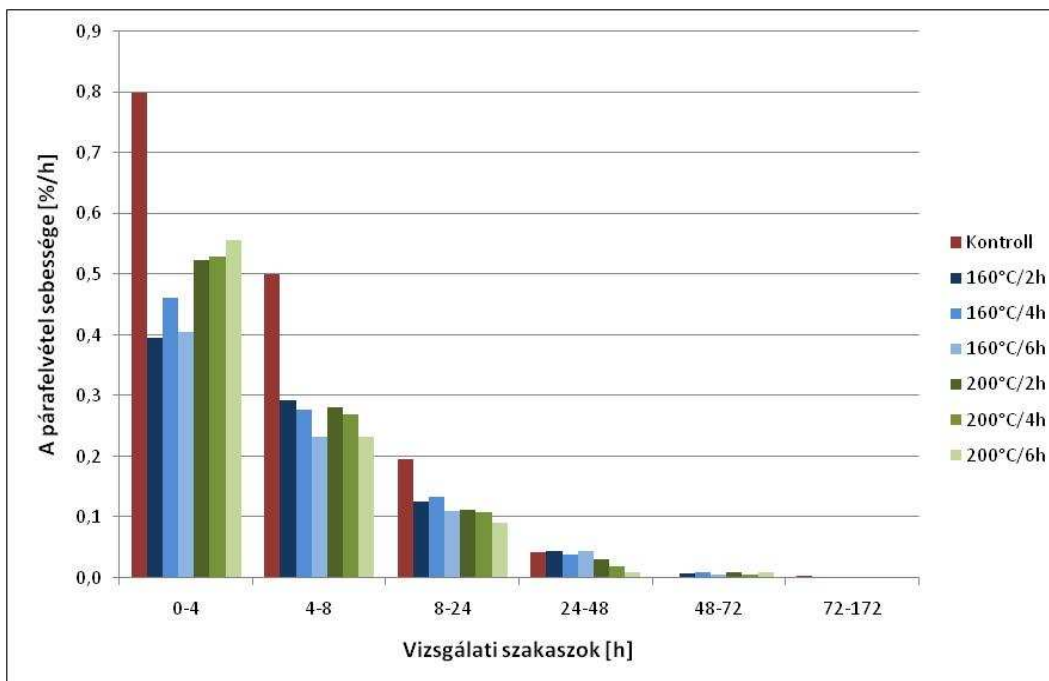
Ezek az eredmények egyértelműen arra utalnak, hogy rövid időtartamot vizsgálva a hőkezelt faanyagok vízfelvétele intenzitása jóval alacsonyabb, mint a természetes faanyagé. Azonban figyelembe kell vennünk, hogy a hőkezelés hatására lejátszódó kémiai folyamatok csökkentik a víz megkötésére alkalmas pontok számát a faanyagban, vagyis annak víztároló kapacitása csökken. Azt is figyelembe véve, hogy az egyensúlyi nedvességtartalom közel azonos idő alatt áll be minden vizsgált esetben, kijelenthető, hogy a vízfelvétel intenzitásának csökkenése a víztároló kapacitás csökkenésének köszönhető.



26. ábra A párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; Hőkezelő közeg: napraforgóolaj)



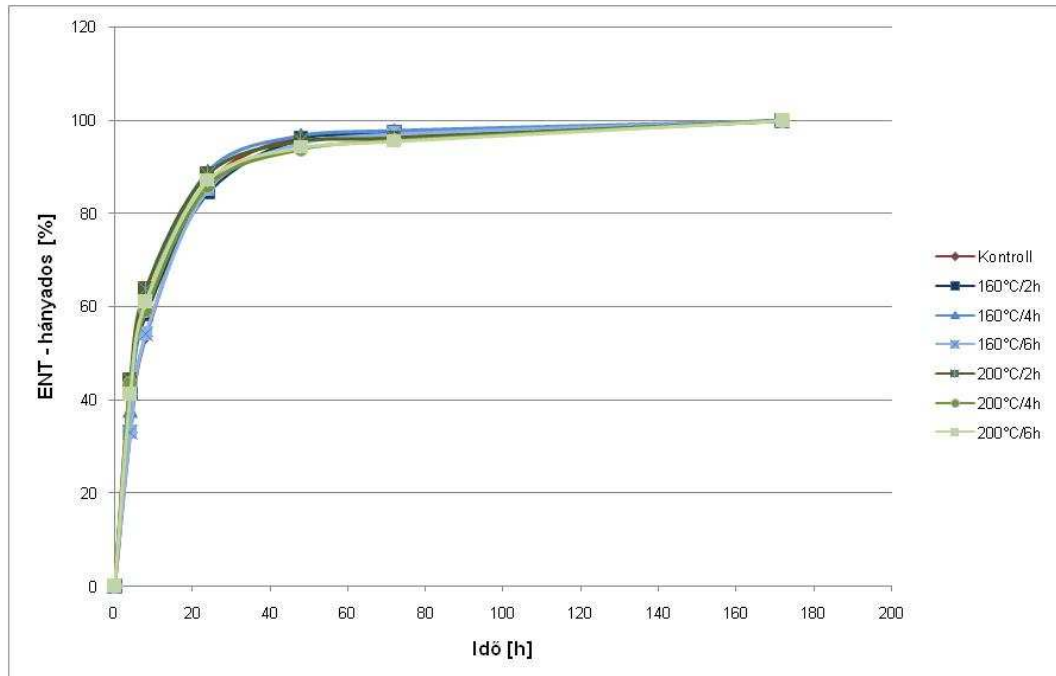
27. ábra A párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; Hőkezelő közeg: lenolaj)



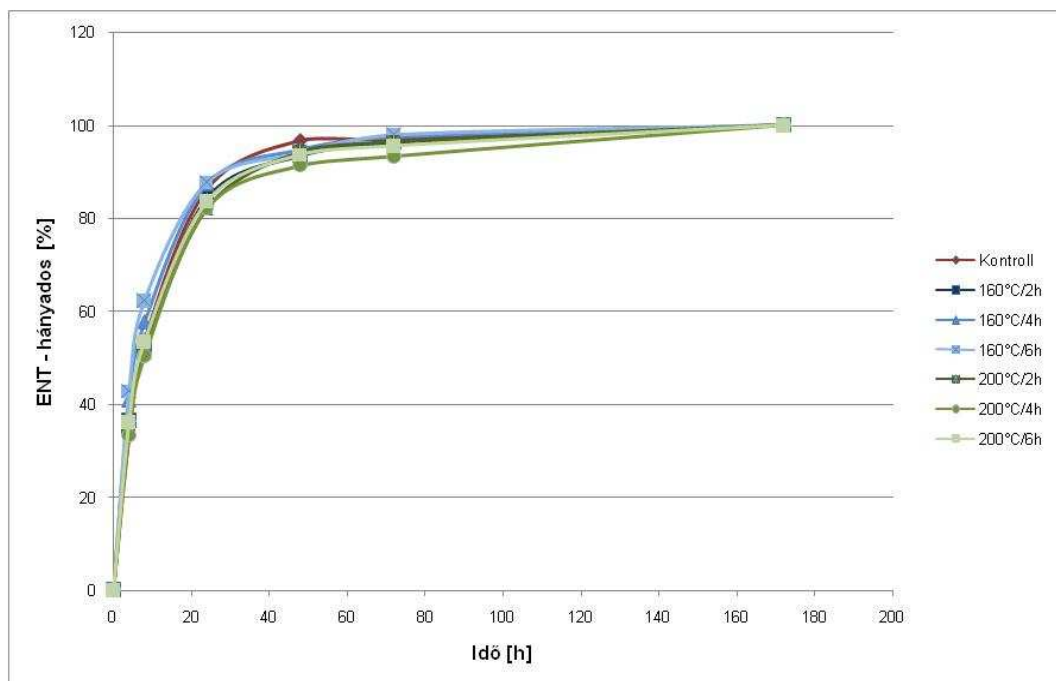
28. ábra A párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; Hőkezelő közeg: repceolaj)

Ez azonban csak látszólagos csökkenés, mivel ha az egyes menetrendekhez tartozó egyensúlyi nedvességekhez viszonyítjuk a nedvességfelvételeket (ENT-hányados), láthatjuk, hogy az összes hőkezelt faanyag a kezeletlenel azonos arányban vesz fel nedvességet a környezetéből (29-31. ábra). Ez arra utal, hogy a faanyagban a hőkezelés hatására lejátszódó kémiai átalakulások nem gátolják közvetlenül a víz bejutását és megkötését a sejtfalban, hiszen az egyensúlyi nedvességet azonos idő alatt éri el a hőkezelt és a természetes faanyag is. Így a vízfelvétel sebességének viszonylagos csökkenése a vizet megkötni képes pontok számának csökkenésével

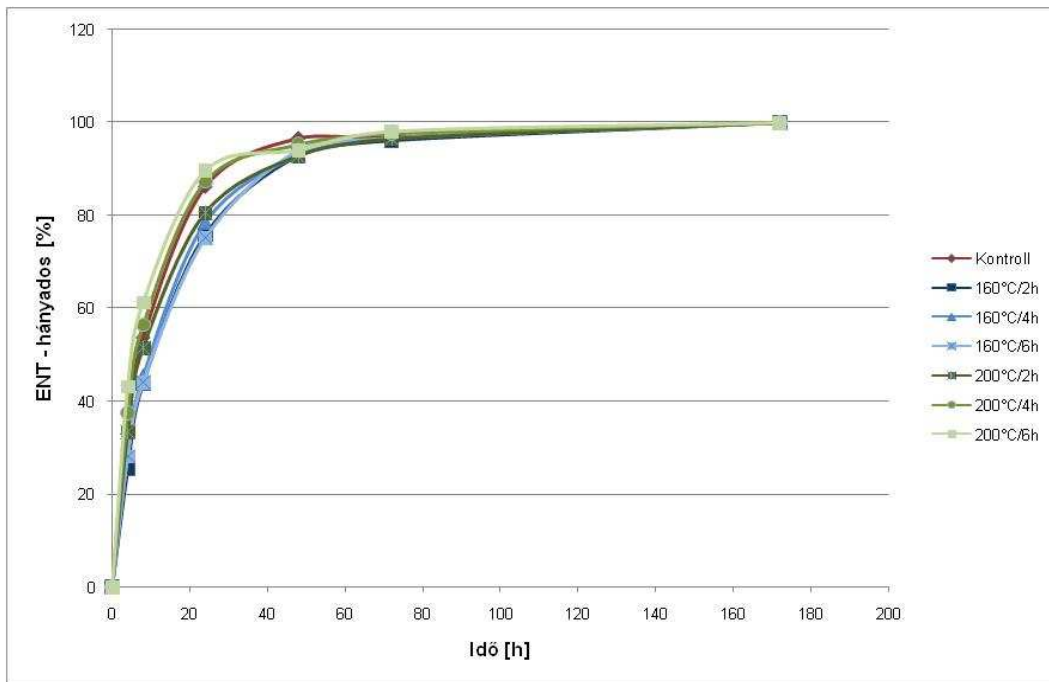
magyarázható, vagyis a faanyag víztároló kapacitása csökken le, nem a vízmegkötő képessége. Ezt támasztják alá a korábbi fejezetekben leírt jellemzők is, melyek szerint a hőkezelt faanyag dagadási együtthatói annak ellenére azonosak a természetes faanyagéval (4.2.2.1 és 4.2.2.2 fejezet), hogy az egyensúlyi nedvességtartalom minden esetben csökkent a kezelések hatására (4.2.3 fejezet).



29. ábra Az ENT-hányadosok alakulása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; Hőkezelő közeg: napraforgóolaj)



30. ábra Az ENT-hányadosok alakulása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; Hőkezelő közeg: lenolaj)



31. ábra Az ENT-hányadosok alakulása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: repceolaj*)

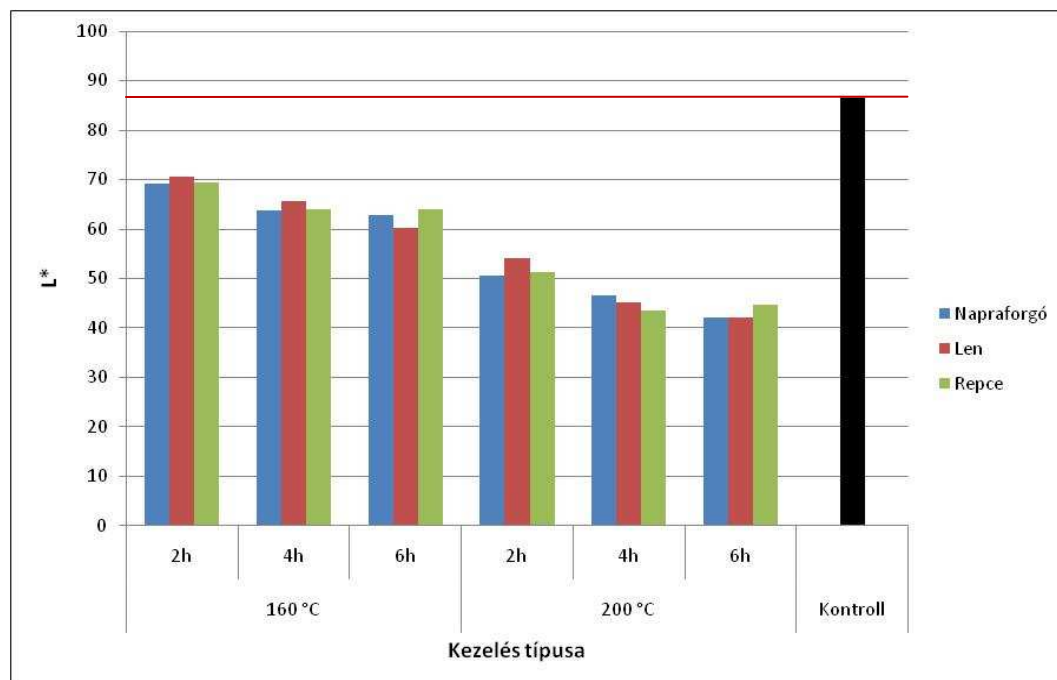
Fentiekkel együtt természetesen kijelenthető, hogy változó klimatikus viszonyok mellett előnyösebb a hőkezelt faanyag alkalmazása, mivel a vízfelvétel sebességének, látszólagos csökkenése is azt eredményezi, hogy adott időtartam alatt jóval kisebb lesz a zsugorodás/dagadás mértéke.

4.2.5 A hőkezelés okozta színváltozás

4.2.5.1 Világosság (L^*)

Az L^* színkoordinátával kapcsolatos részletes eredményeket a XV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XXXIX. mellékletben mutatom be. A világosság jelentősen csökkent a kezeletlen faanyagéhoz képest, minden alkalmazott kezelési menetrend hatására (32. ábra). Már a legenyhébb menetrend (160°C/2h) is jelentősen sötétítette a faanyagot. A kezeletlen nyár faanyag 86 körüli világossági értéke már ebben az esetben 70-re csökkent, ami 20% körüli mérséklődést jelent. A legnagyobb mértékű sötétedés a várakozásoknak megfelelően 200°C-on, 6 órás kezelés esetén tapasztalható, ebben az esetben a nyár faanyag világossági tényezője 42 körül alakult, vagyis mintegy 50%-kal lett alacsonyabb (13. táblázat). A kezelési hőmérséklet növelésével a faanyag sötétebbé vált, a 200°C-on végzett kezelések hatása egyértelműen elkülönül a 160°C-on végzettektől. A hőtartás idejétől függetlenül, a magasabb hőmérséklet egységesen ~20%-kal sötétebb faanyagot eredményezett, ami jelentősnek mondható. A magasabb kezelési hőmérséklet jelentősebb hatását jelzi, hogy 200°C-on már 2 óra kezelési idő alatt nagyobb mértékben csökken a világosság, mint 160°C-on 6 óra után.

A kezelési időket vizsgálva az tapasztalható, hogy a hőhatás időtartamának növelésével a világosság csökken. Ugyan az egyes kezelési idők okozta sötétedések között nincs jelentős eltérés (maximum 5-10%), a változás mértéke mégis egyértelműen kimutatható a statisztikai értékelés alapján is. Az egyes menetrendek között nincs átfedés, mindegyik jól elkülöníthető a világossági tényező alapján, tehát a világosság megváltozásában jelentős szerepe van a kezelés hőmérsékletének és idejének is, azonban a kezelési hőmérséklet hatása ebben az esetben is jelentősebb. A hőkezelések mindhárom olaj esetén azonos eredményeket szolgáltattak azonos menetrendek esetén, tehát a hőátadó közegként alkalmazott olaj fajtája nincs hatással a nyár faanyag világosságának változására.



32. ábra A világosság (L^*) alakulása az egyes menetrendeknél

13. Táblázat A világossági értékek (L*) fontosabb eredményei

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

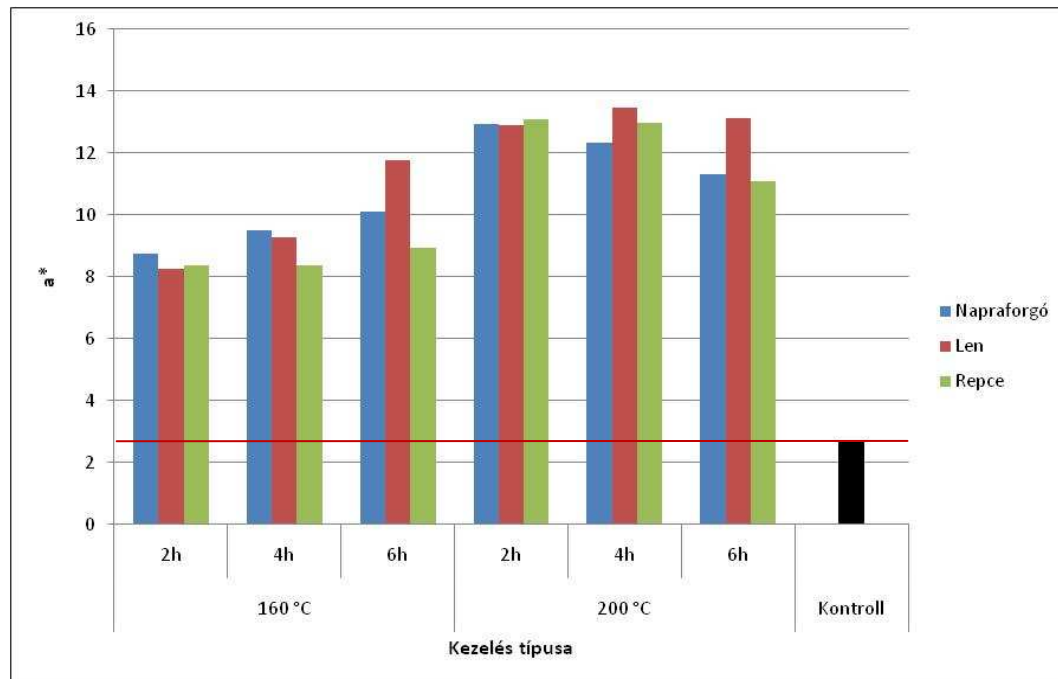
Kezelés	L* - Világosság		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	86,52	2,10	-
160/2/N	69,18	4,09	-20,04
160/4/N	63,81	4,41	-26,25
160/6/N	62,78	3,72	-27,44
200/2/N	50,60	2,90	-41,51
200/4/N	46,65	3,54	-46,08
200/6/N	42,14	3,34	-51,30
160/2/L	70,54	3,88	-18,47
160/4/L	65,59	4,85	-24,19
160/6/L	60,26	4,89	-30,35
200/2/L	54,21	4,45	-37,34
200/4/L	45,26	3,10	-47,68
200/6/L	42,05	3,11	-51,40
160/2/R	69,53	4,79	-19,64
160/4/R	63,89	5,08	-26,15
160/6/R	64,01	4,78	-26,01
200/2/R	51,38	3,72	-40,62
200/4/R	43,53	3,77	-49,69
200/6/R	44,70	3,00	-48,34

4.2.5.2 Vörös színezet (a*)

Az a* színkoordinátával kapcsolatos részletes eredményeket a XV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XL. mellékletben mutatom be. A vörös színezet erőteljesen nőtt a kezeletlen faanyagéhoz képest, minden alkalmazott kezelési menetrend hatására (33. ábra). Már a legenyhébb menetrend (160°C/2h) is jelentősen növelte a nyár faanyag vörös színezetét. A kezeletlen nyár vörös színezetének értéke 2,5 körüli, amely már ebben az esetben 8,5-re emelkedett. Az alacsony kezdeti érték egyben azt is jelenti, hogy a természetes nyár faanyag színéből szinte teljesen hiányzik a vörös komponens, a hőkezelés hatására azonban ez felerősödik. A legerősebb növekedés ebben az esetben a 200°C-os, 2 órás kezelés esetén tapasztalható, 13 körüli értékkel (14. táblázat). A kezelési hőmérséklet növelésével a faanyag vörös színezete egyre intenzívebbé vált, a 200°C-on végzett kezelések hatása egyértelműen elkülönül a 160°C-on végzettekétől. A hőntartás idejétől függetlenül, a magasabb hőmérséklet egységesen ~2-3 értékkel vörösebb faanyagot eredményezett. 200°C-on már 2 óra kezelési idő után nagyobb mértékben nőtt a vörös színezet, mint 160°C-on 6 óra után.

A hőhatás időtartamának növelésével a vörös színezet nem változik jelentősen, gyakorlatilag nincs hatása ennek a tényezőnek. Ennek ellenére 160°C-on enyhe növekedés, 200°C-on pedig enyhe csökkenés tapasztalható a kezelési idő növelésével. Vagyis a kezelés intenzitásának növelésével a folyamat egy bizonyos mértékű degradáció után megfordul, és kismértékben mérséklődni kezd a vörös színezet. Eszerint a hőkezelő folyamat elején (alacsonyabb hőmérsékleten illetve rövidebb kezelési idők mellett) kialakuló kromofór csoportok tovább degradálódnak a kezelés folytatása során, vagyis a kialakuló új kötések, bomlástermékek sem stabilak a hővel szemben, átalakulásuk folyamatosan történik. A kezelés időtartamának kismértékű

hatása van a vörös színezet szempontjából, a hőmérsékletnek azonban ebben az esetben is nagy a jelentősége. A hőkezelések mindhárom olaj esetén azonos eredményeket szolgáltatott azonos menetrendek esetén, tehát a hűtendő közegként alkalmazott olaj fajtája nincs hatással a nyár faanyag vörös színezetének változására.



33. ábra A vörös színezet (a^*) alakulása az egyes menetrendeknél

14. Táblázat A vörös színezet értékeinek (a^*) fontosabb eredményei

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

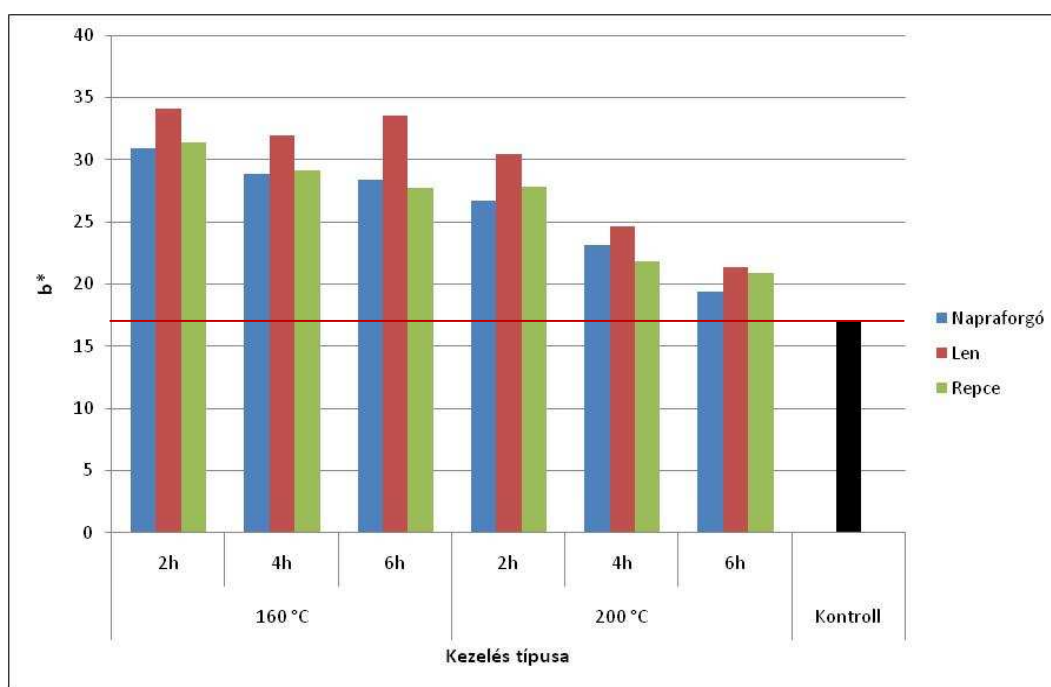
N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	a^* - Vörös színezet		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	2,69	0,80	-
160/2/N	8,74	1,10	224,87
160/4/N	9,53	1,50	253,98
160/6/N	10,13	1,41	276,28
200/2/N	12,95	1,15	381,20
200/4/N	12,34	1,47	358,59
200/6/N	11,33	1,25	320,91
160/2/L	8,25	1,34	206,33
160/4/L	9,27	1,68	244,46
160/6/L	11,77	1,20	337,41
200/2/L	12,92	1,53	379,82
200/4/L	13,48	1,38	400,91
200/6/L	13,13	1,59	387,91
160/2/R	8,36	1,41	210,76
160/4/R	8,36	1,41	210,76
160/6/R	8,95	1,19	232,43
200/2/R	13,09	1,25	386,27
200/4/R	12,97	1,26	381,74
200/6/R	11,08	1,12	311,48

4.2.5.3 Sárga színezet (b^*)

A b^* színkoordinátával kapcsolatos részletes eredményeket a XV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XLI. mellékletben mutatom be. A sárga színezet nőtt a kezeletlen faanyagéhoz képest, minden alkalmazott kezelési menetrend hatására (34. ábra). A kezdeti sárga és vörös színezetek aránya jól jellemzi a természetes nyár faanyag színét, vagyis az alig jelenlévő vörös szín mellett egyértelműen a sárga dominál. A világosságot is figyelembe véve látszik, hogy a kezeletlen nyár színpontja a szintest felső részén helyezkedik el, majdhogynem az L^* és a b^* által meghatározott síkban. Ahogy az előző fejezetben látható volt, a vörös színezet jelentősen erősödik a hőkezelés intenzitásának növelésével. A sárga színezet szintén erősödik, azonban a hőkezelés intenzitásának növelésével fordított arányban. A legenyhébb menetrend ($160^\circ\text{C}/2\text{h}$) erősítette leginkább a nyár faanyag sárga színezetét. A kezeletlen nyár faanyag sárga színkoordináta értéke 17 körüli, amely ebben az esetben 30-35-re emelkedett. A leggyengébb mértékű növekedés a 200°C -os, 6 órás kezelés esetén tapasztalható, 20 körüli értékkel (15. táblázat), vagyis ennél a menetrendnél már nem jelentős az eltérés a kontrollhoz képest. A kezelési hőmérséklet 200°C -ra emelésével a faanyag sárga színezete kisebb mértékben nőtt, így a 200°C -on végzett kezelések hatására kialakult sárga színösszetevő értéke egyértelműen elkülönül a 160°C -on kezeltétől és a kezeletlen faanyagétól. A hőtartás idejétől függően, a sárga színkoordináta értéke 4-12-vel magasabb a 160°C -os hőkezelések esetén.

A kezelési idő növelésével a különbség egyre nagyobb a két vizsgált hőmérséklet hatása között, ami az eredmények ismeretében azt mutatja, hogy 200°C -on nagyobb hatása van a hőtartás idejének a sárga színezet változására. Az eltérések azonos hőmérsékleten nem jelentősek az egyes kezelési idők között, de egyértelműen elkülöníthetőek, a hosszabb kezelési idők minden esetben alacsonyabb sárga színezettel járnak. A kezelés időtartama tehát fontos a sárga színezet szempontjából, a hőmérsékletnek azonban ebben az esetben is nagyobb jelentősége van. Az eredmények azt mutatják, hogy a sárga színezet erősödéséért felelős kromofór csoportok már az alacsonyabb hőmérsékleten, illetve rövidebb kezelési időknél ($160^\circ\text{C}/2$ óra) kialakulnak, és a kezelési idő vagy hőmérséklet emelésével ezek is degradálódni kezdenek.



34. ábra A sárga színezet (b^*) alakulása az egyes menetrendeknél

A hőkezelések a különböző olajokban szinte azonos eredményeket szolgáltattak azonos menetrendek esetén, azonban a lenolajban végzett kezelések értékei statisztikailag is kimutatható eltérést mutatnak. A repce- és napraforgóolajban hőkezelt nyár faanyagok b^* színkoordinátája az azonos menetrendeknél megegyező, a lenolajban hőkezelték azonban ezektől némileg magasabb értékeket eredményeztek. Az egyetlen kivétel ez alól, a legintenzívebb menetrend (200°C/6 óra), amely mindhárom olaj esetén azonos eredményt hozott, tehát ebben az esetben az alkalmazott olaj fajtájának nincs hatása a sárga színezetre. Növényi olajoknál a sárga színezet erősen függ a telítetlen zsírsavak mennyiségétől, amely a lenolajnál a legmagasabb (2. táblázat, jódszám). Ez azt jelenti, hogy a lenolaj sárga színezete a legerősebb a három alkalmazott olaj közül, ami az eredmények alapján kismértékben hatással van a hőkezelt faanyag színére is.

15. Táblázat A sárga színezet értékeinek (b^*) fontosabb eredményei

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

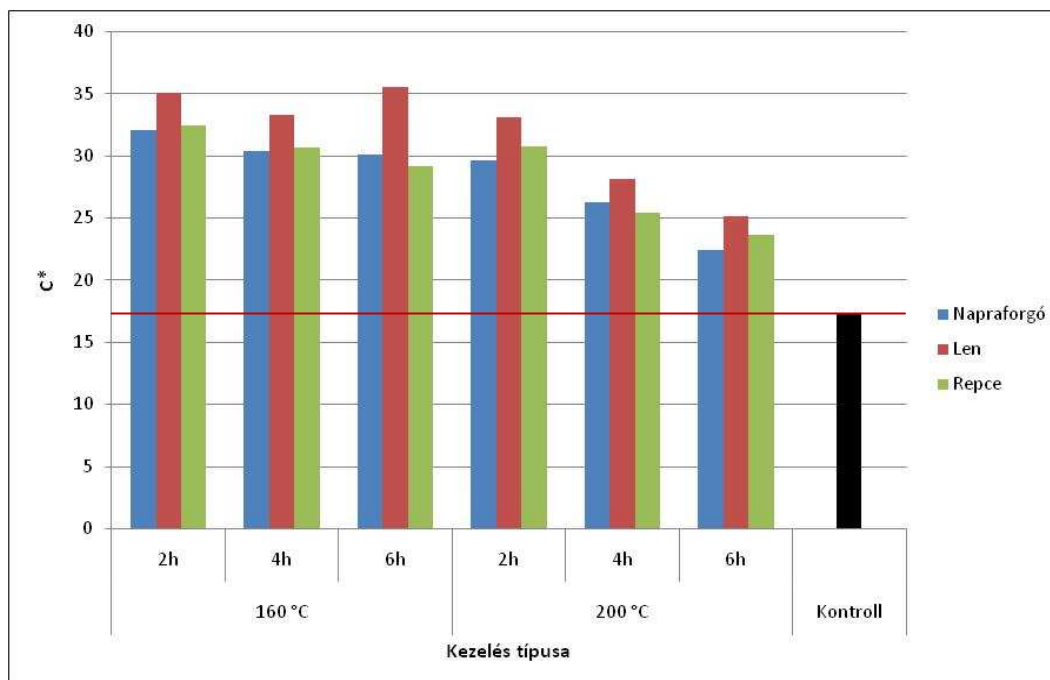
N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	b^* - Sárga színezet		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	17,01	1,56	-
160/2/N	30,89	2,40	81,59
160/4/N	28,86	4,23	69,63
160/6/N	28,36	2,65	66,69
200/2/N	26,68	1,83	56,85
200/4/N	23,16	2,60	36,14
200/6/N	19,36	2,25	13,78
160/2/L	34,08	2,80	100,31
160/4/L	31,98	2,76	87,99
160/6/L	33,56	3,71	97,23
200/2/L	30,47	2,88	79,08
200/4/L	24,65	3,34	44,90
200/6/L	21,39	1,85	25,73
160/2/R	31,34	2,77	84,18
160/4/R	29,15	2,82	71,34
160/6/R	27,76	2,76	63,15
200/2/R	27,86	2,59	63,75
200/4/R	21,80	2,65	28,15
200/6/R	20,90	2,42	22,87

4.2.5.4 Színtelítettség (C*)

A színtelítettségrel kapcsolatos részletes eredményeket a XV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XLII. mellékletben mutatom be. A nyár faanyag színe telítettebbé vált minden alkalmazott hőkezelő menetrend hatására (35. ábra). A színtelítettséget a vörös és a sárga színezet mértéke határozza meg, így azok növekedése természetesen a telítettség növekedését is eredményezte. Mivel a telítettség meghatározásakor azonos súllyal vesszük számításba a vörös és sárga színezetet, ezek aránya meghatározza a telítettséget is. A nyár faanyagnál mind a kezdeti, mind a hőkezelés utáni állapotában a sárga színezet volt az erősebb (2-3-szoros értékek a sárga színezet javára), így ennek változása jelentősebben befolyásolja a telítettség alakulását a különböző módokon hőkezelt nyár faanyagok esetén.

A telítettség ennek megfelelően az alacsonyabb kezelési hőmérsékleten volt magasabb, és 200°C-on a kezelési idő növelésével csökkenő tendenciát mutat. A kezeletlen faanyagéhoz képest (telítettsége: 17) a legenyhébb menetrend (160°C/2h) növelte leginkább (telítettsége: 32) a nyár faanyag telítettségét, de még a legintenzívebb menetrend (telítettsége: 22) is jelentősen növelte azt (16. táblázat). A kezelési hőmérsékletek hatása egyértelműen elkülöníthető egymástól. A kezelési idő növelésével a különbség egyre nagyobb a két vizsgált hőmérséklet hatása között, ami az eredmények ismeretében azt mutatja, hogy 200°C-on nagyobb hatása van a hőtartás idejének a telítettség változására. Az eltérések 160°C-os hőmérsékleten nem jelentősek az egyes kezelési idők között, 200°C-on viszont a hosszabb kezelési idők minden esetben alacsonyabb telítettséggel járnak. A kezelés időtartama tehát csak magasabb hőmérsékleten fontos a telítettség szempontjából, a hőmérsékletnek azonban ebben az esetben is nagy jelentősége van.



35. ábra A színtelítettség (C*) alakulása az egyes menetrendeknél

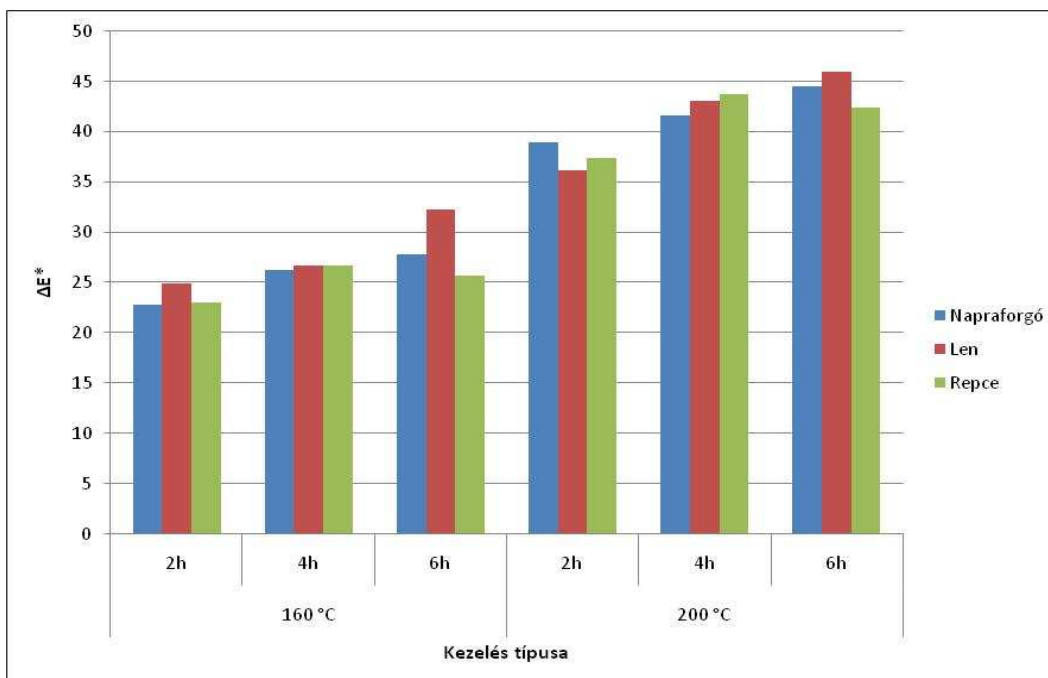
16. Táblázat A színtelítettség értékeinek (C*) fontosabb eredményei*(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;**N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)*

Kezelés	C* - Telítettség		Eltérés a kontrolltól [%]
	Átlag	Szórás	
Kontroll	17,24	1,63	-
160/2/N	32,12	2,45	86,37
160/4/N	30,40	4,41	76,38
160/6/N	30,13	2,85	74,79
200/2/N	29,68	1,89	72,20
200/4/N	26,28	2,64	52,48
200/6/N	22,46	2,24	30,33
160/2/L	35,09	2,81	103,56
160/4/L	33,32	2,99	93,33
160/6/L	35,60	3,56	106,52
200/2/L	33,13	2,79	92,23
200/4/L	28,12	3,40	63,17
200/6/L	25,14	1,97	45,86
160/2/R	32,46	2,82	88,32
160/4/R	30,69	2,92	78,05
160/6/R	29,17	2,89	69,26
200/2/R	30,81	2,47	78,78
200/4/R	25,43	2,25	47,56
200/6/R	23,69	2,40	37,42

A repce- és napraforgóolajban végzett hőkezelések azonos eredményeket szolgáltatnak azonos menetrendek esetén, azonban a lenolajban végzett kezelések a sárga színezethez hasonlóan kismértékű, de statisztikailag is kimutatható eltérést mutatnak ezekhez képest. A lenolajban hőkezelt faanyagok telítettsége némileg magasabb értékeket mutat minden menetrend esetén. Ez az eredmény természetesen a sárga színezetbeli eltérésnek köszönhető, azzal azonos nagyságrendű.

4.2.5.5 Színínger különbség (ΔE^*)

A színínger különbséggel kapcsolatos részletes eredményeket a XV. mellékletben, a statisztikai értékelés eredményét a XLIII. mellékletben mutatom be. A nyár faanyag színe jelentősen megváltozott a különböző hőkezelések hatására, amit a színínger különbségek értékei is jól szemléltetnek (36. ábra). A 4.2.3.5 fejezetben bemutatott skála szerint, ha a színínger különbség értéke 6 feletti, a színváltozás szabad szemmel is jól látható. Ennek megfelelően a színváltozás minden esetben nagyon jól látható volt a nyár faanyagon, hiszen már a legenyhébb menetrend esetén is elérte a színínger különbség a 25 körüli értéket. A kezelési idő növelésével ez az eltérés egyre nagyobb lett, valamint a kezelési hőmérséklet emelése is növekvő színeltéréssel járt. A kezelés idejének növelése csak kismértékben változtatta meg a színt, sok esetben szabad szemmel épphogy érzékelhető az eltérés ($\Delta E=2-3$ körüli), a hőmérséklet 160°C -ról 200°C -ra történő emelése azonban jelentős, szabad szemmel is nagyon jól látható változást eredményezett ($\Delta E=15$ körüli). A legnagyobb színeltérést a várakozásoknak megfelelően a 200°C -on, 6 órán át tartó kezelés okozta (17. táblázat).



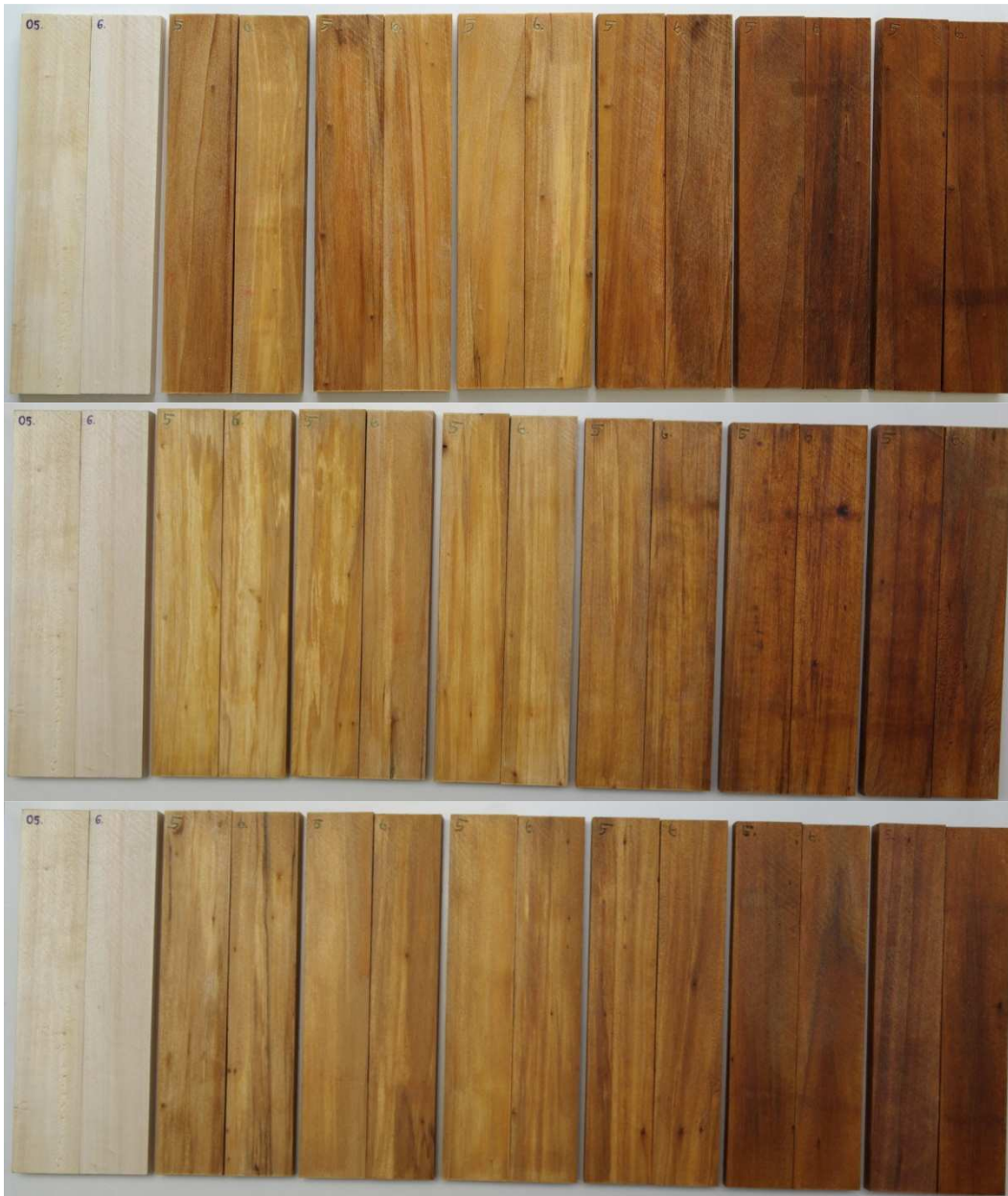
36. ábra A színínger különbség (ΔE^*) alakulása az egyes menetrendeknél

17. Táblázat A színinger különbség (ΔE^*) fontosabb eredményei*(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;**N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)*

Kezelés	ΔE^* - Színinger különbség	
	Átlag	Szórás
160/2/N	22,84	3,19
160/4/N	26,29	4,19
160/6/N	27,84	3,58
200/2/N	38,97	2,98
200/4/N	41,68	3,56
200/6/N	44,53	3,70
160/2/L	24,95	2,72
160/4/L	26,72	4,20
160/6/L	32,25	3,42
200/2/L	36,21	3,60
200/4/L	43,11	2,92
200/6/L	45,94	3,64
160/2/R	23,05	3,50
160/4/R	26,70	3,82
160/6/R	25,71	3,46
200/2/R	37,45	3,91
200/4/R	43,81	4,49
200/6/R	42,43	2,85

A színinger különbség változásában döntő szerepe volt a faanyag sötétedésének, elsősorban ennek köszönhető a színváltozás. Ezt követi jelentőségében a sárga színezet növekedése, legkevésbé pedig a vörös színezet növekedése módosította a nyár faanyag színét. Összességében tehát a hőkezelés hatására elsősorban sötétebbé, valamint a vörös és sárga színezet növekedésének köszönhetően telítettebb színűvé vált a természetes állapotában nagyon világos, enyhén sárgás színű nyár faanyag. Érdekes tapasztalat volt továbbá, hogy a nyár addig alig kivehető évgyűrűszerkezete is láthatóvá vált, ezzel esztétikus rajzolatot kölcsönözve a hőkezelt anyagnak. Az eredetileg semleges, homogén megjelenésű nyár faanyag tehát esztétikailag mindenképpen előnyös irányba változott a hőkezelés hatására. A kialakult színváltozás, és a finom rajzolat megjelenése alkalmassá teheti a növényi olajokban hőkezelt nyarat magasabb értékű faanyagok kiváltására is. A nyár faanyag színbeli változását szemlélteti a 37. ábra.

A hőkezelés során kialakuló sötét színt elsősorban a hemicellulózok degradációjának tulajdonítják, amely során kromofór csoportok alakulnak ki. Emellett a keletkező degradációs termékek színező hatása okozza az eredetileg nagyon világos nyár faanyag sötétedését. Jelentős szerepe van faanyagoknál a különböző extraktív anyagoknak is, a nyár faanyag azonban közismerten szegény ilyenekben, így esetemben ennek szerepe minimális.



37. ábra Kezeletlen és hőkezelt nyár próbatestek

(Felülről lefelé: napraforgó-, len- ill. repceolajban hőkezelt próbatestek;
Balról jobbra párosával: kezeletlen, 160°C 2, 4 ill. 6 órás; 200°C 2, 4 ill. 6 órás kezelés)

4.3 Kitettségi vizsgálatok

4.3.1 A kültéri kitettség okozta színváltozás

4.3.1.1 Világosság (L^*)

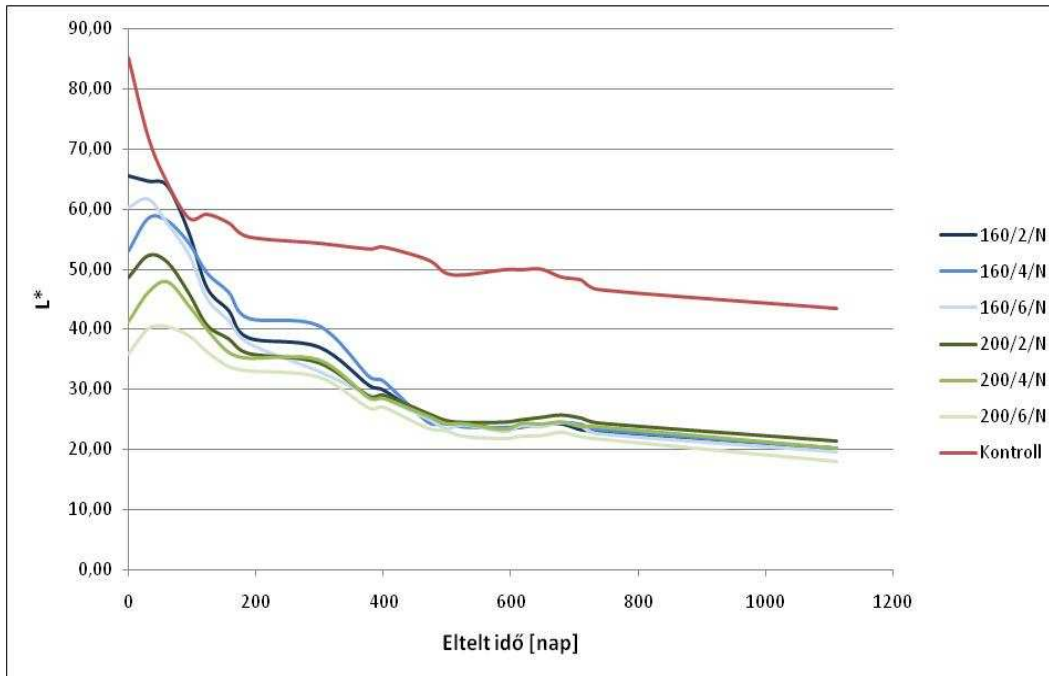
Az L^* színkoordináta kültéri kitettség során végbement változásával kapcsolatos részletes eredményeket a XVI. mellékletben mutatom be. A kültérbe kihelyezett faanyagok L^* színkoordinátája minden esetben jelentősen változott a kezdeti állapothoz képest. A világosság alakulását a vizsgálati időszakban a 38-40. ábra szemlélteti. A kezeletlen faanyag a kihelyezést követően azonnal sötétedni kezdett. Az első 3 hónap során a kezeletlen anyag L^* színkoordinátájának változása nagyobb volt, mint az azt követő 33 hónap során. A kezdeti szakaszt követően a sötétedés mértéke lassult, és egyenletessé vált a teljes hátralévő időszak során. A hőkezelt próbatestek L^* színkoordinátája a kezeletlen faanyaggal ellentétben, a kihelyezést követő első hónapban enyhe növekedést mutatott, csak ez után kezdett meredeken csökkenni, ami folytatódott a 6. hónap végéig. A következő 6 hónap során a sötétedés mértéke csökkent, egyenletessé azonban csak egy év eltelte után vált, a hátralévő két évben már nem volt jelentős.

A különböző hőkezelések okozta eltérések a kezdeti világosságban, az egyes hőkezelő olajok esetében eltérően változtak. A napraforgóolajban hőkezelt faanyagok világossága hozzávetőleg 15 hónap kültéri kitettség után azonos értékre állt be, és ez a tendencia így is maradt a vizsgálati időszak végéig. A repceolajban hőkezelt faanyagok világossága ezzel szemben már 6 hónap után kiegyenlítődt, és azonos is maradt az időszak végéig. A lenolajban hőkezelt faanyagok világossága ezekkel szemben nem egyenlítődt ki minden esetben a 3 év alatt. A 200°C-on 2 órás kezelésen átesett faanyagok kismértékben világosabbak, 200°C-on 4 órás kezelésen átesettek pedig sötétebbek lettek a 3 év kitettség végére. Ez a két kiugró érték azonban feltehetően a felületek kismértékű szennyeződésével magyarázható. A többi menetrend esetén a repceolajban végzett kezelésekhöz hasonlóan, hozzávetőleg 15 hónap kültéri kitettség után azonos értékre állt be a világosság, amely így is maradt mindvégig.

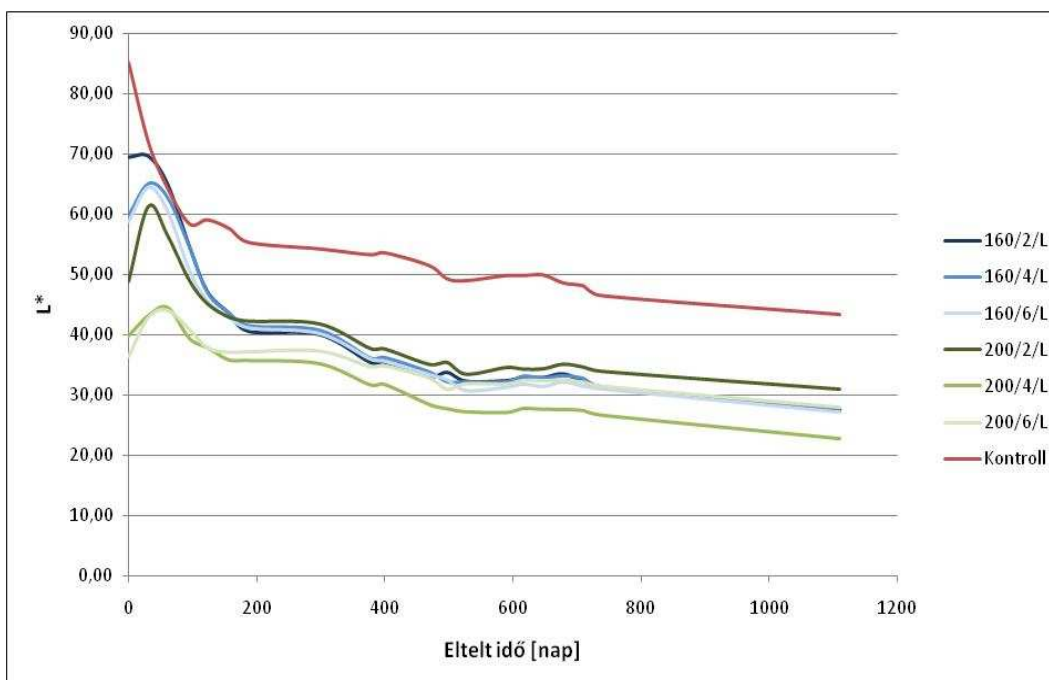
A lenolajban kezelt faanyagok világossága kisebb mértékben csökkent, mint a másik két alkalmazott olaj esetén, amelyek L^* koordinátája egyaránt 20 körüli értéket vett fel 3 év kitettség után, míg a lenolajban kezelt anyagok 30-hoz közeli értékig csökkentek csak. Eszerint a beszáradó jellegű lenolaj nagyobb védelmet biztosít a hőkezelt faanyagok számára a kültéri kitettség során, mint a félig- illetve alig beszáradó jellegű napraforgó és repceolaj, amelyek kevésbé képesek összefüggő filmet alkotni a felületen. Ezt támasztja alá az az eredmény is, hogy a repceolajban hőkezelt faanyagok világossága egyenlítődt ki legkorábban.

A hőkezelt faanyagok világossága a kültéri kitettség során 6-15 hónap alatt azonos értéket vett fel, és a vizsgálati ciklus végéig azonos is maradt. A kiinduló értékek azonban eltérőek voltak, az intenzívebb hőkezelés ugyanis sötétebb faanyagot eredményezett. Ez látszólag azt jelenti, hogy a hőkezelés intenzitásának fokozása – vagyis a kezelési hőmérséklet és idő emelése – növeli a faanyag kültéri színtartósságát a világossági tényező tekintetében. Azonban a faanyagok jellemzően sötétednek a kültéri kitettség során, így az eredetileg is sötétebb, 200°C-on hőkezelt faanyagok sötétedése kisebb mértékű, hiszen azonos értékre állnak be a különböző hőkezeléseken átesett faanyagok a kitettség során. Az azonos értéket egységesen 6-15 hónap alatt eléri a különböző hőkezelt faanyagok, vagyis a hőkezelés paraméterei valójában nem javítják az L^* színkoordináta kültéri tartósságát. Mivel a kezeletlen faanyagok sötétedése is hasonló menetrend szerint zajlott, a hőkezelés a kezeletlen faanyaghoz képest sem

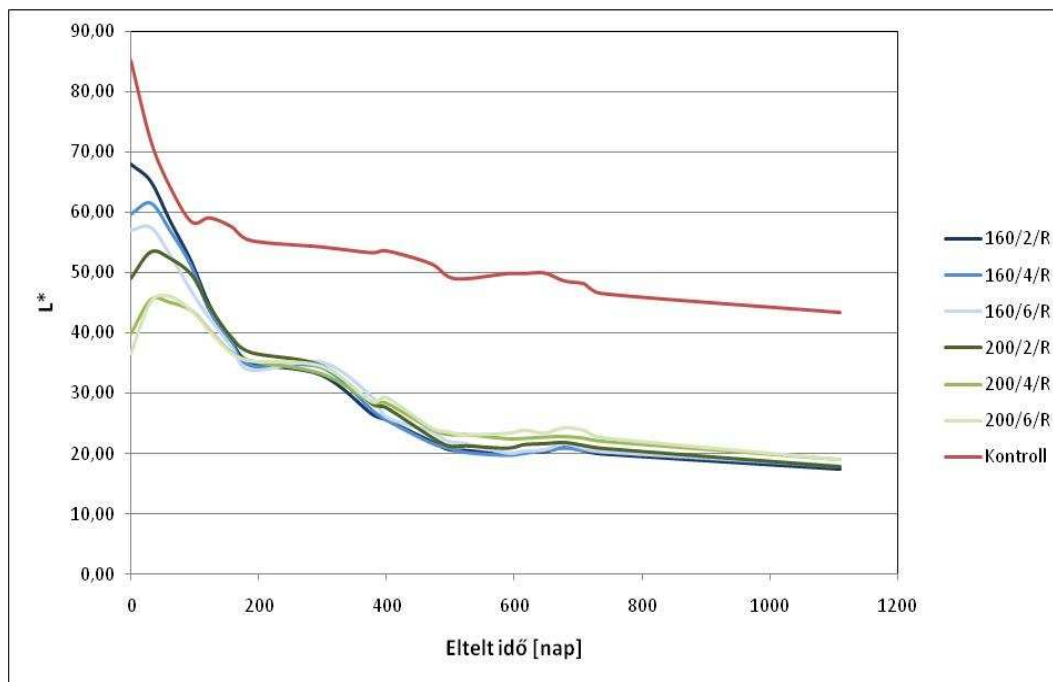
javítja a világosság kültéri színtartósságát, azonban nem is rontja azt. Mivel a hőkezelt faanyagok eleve sötétebb színűek a kezeletlen faanyagnál, a színváltozás szabad szemmel kisebbnek érzékelhető ezeknél. Ez a felhasználás szempontjából mindenképpen előnyös tulajdonság a kezeletlen faanyaggal szemben, és ez az előny a hőkezelés idejének és hőmérsékletének emelésével egyre szembetűnőbbé válik.



38. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok L^* színekoordinátájának változása a kültéri kitettség során



39. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok L^* színekoordinátájának változása a kültéri kitettség során



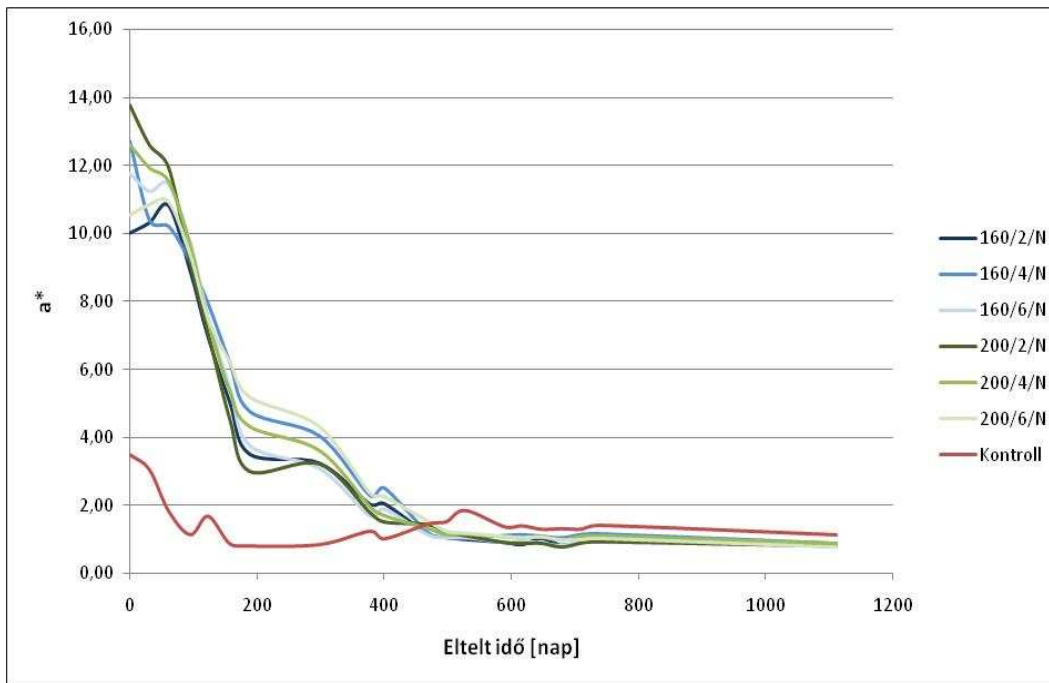
40. ábra Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok L* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során

4.3.1.2 Vörös színezet (a^*)

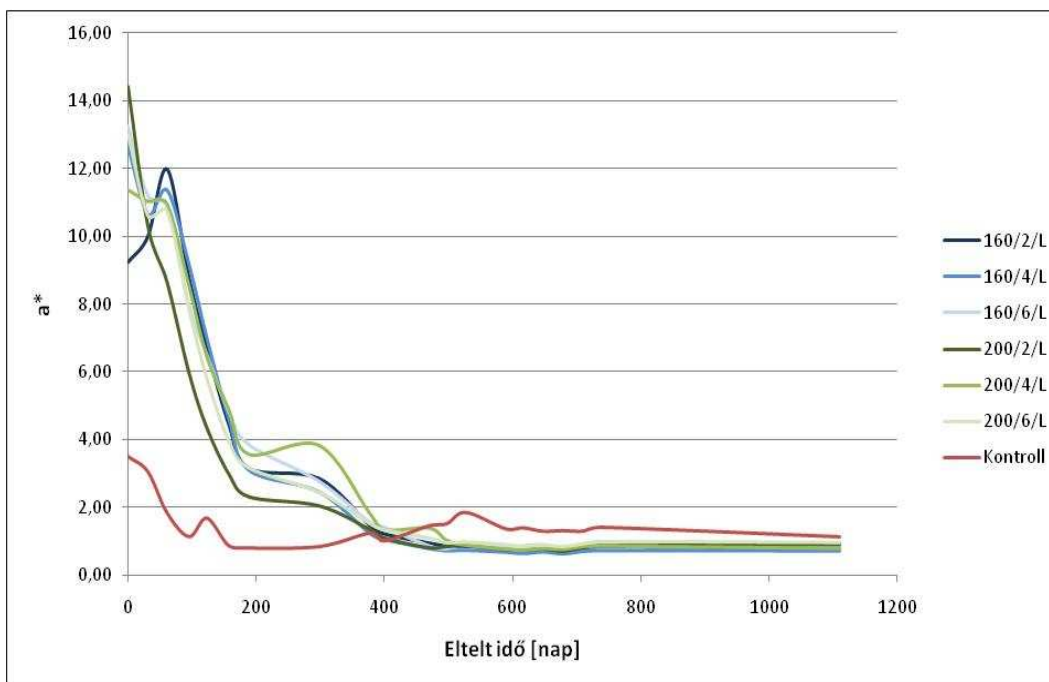
Az a^* színkoordináta kültéri kitettség során végbement változásával kapcsolatos részletes eredményeket a XVI. mellékletben mutatom be. A kültérbe kihelyezett faanyagok a^* színkoordinátája minden esetben jelentősen változott a kezdeti állapothoz képest. A vörös színezet alakulását a vizsgálati időszakban a 41–43. ábra szemlélteti. A kezeletlen faanyag vörös színezete a kihelyezést követően azonnal csökkenni kezdett. Az első 3 hónap során a kezeletlen anyag a^* színkoordinátája gyakorlatilag elérte a végső értékét, a hátralévő 33 hónap során már alig változott. A hőkezelt próbatestek a^* színkoordinátája az első 2 hónapban eltérő tendenciákat mutatott, néhány esetben növekedett is, ellentétben a kontrollal. Feltehetően a fotodegradáció kezdeti, intenzív időszakában megjelenő különböző degradációs termékek, szabad gyökök keletkezése okozza ezt a jelenséget. Ezek eltérő hatása okozhatja a vörös színezet látszólag összefüggéstelen változását az első hónapokban. A 6. hónap végére a világosságához hasonlóan a vörös színösszetevő mérséklődése is nagyrészt végbemegy. Ebben az időszakban a vörös színösszetevő meredeken csökken, majd egy rövid stagnáló időszakot követően – ami egy téli időszakkal esik egybe, így feltehetően a hótakarás és a borongós idő miatt nem volt jelentős az UV-degradáció – az első év végéig újra meredeken csökken a vörös színösszetevő értéke. Az ezt követő 6 hónapban a vörös színezet értéke még 2-ről 1 körüli értékre mérséklődött, így a vizsgálati időszak harmadánál gyakorlatilag elérte a végső állapotát.

A világossággal ellentétben, a különböző hőkezelések okozta eltérések a kezdeti vörös színezetben, mindhárom hőkezelő olajnál azonosan változtak, a végső érték pedig 1 alatti, a faanyag vörös színezete gyakorlatilag eltűnt 3 év kültéri kitettség hatására. A hőkezelt faanyagok vörös színezete a kültéri kitettség során 6 hónap alatt azonos értéket vett fel, és a vizsgálati ciklus végéig azonos is maradt. A kiinduló értékek azonban eltérőek voltak, az intenzívebb hőkezelés kissé erősebb vörös színösszetevőt eredményezett. A hőkezelés hatására a nyár faanyag vörös színezete jelentősen növekedett, azonban a kültéri kitettség során a hőkezelt faanyagok vörös

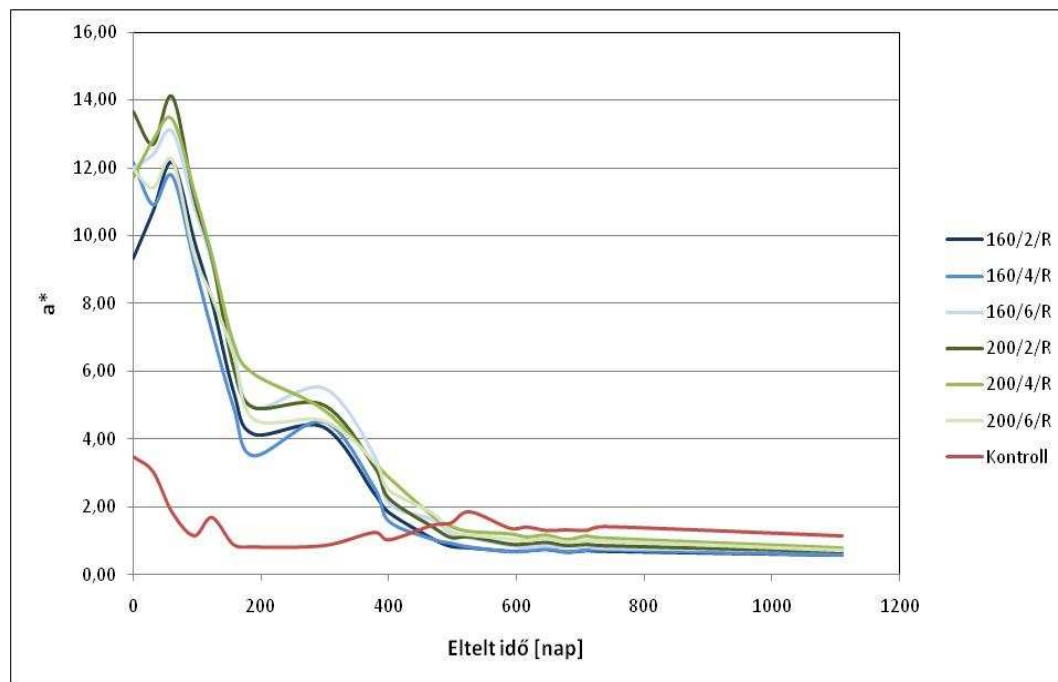
színösszetevője a kezeletlen faanyagéval azonos értékre csökkent. Eszerint a vörös színezetért felelős kromofórok eltűntek a faanyag felületéről az UV-sugárzás és az eső kimosó hatása által. A kezeletlen és hőkezelt faanyagok közel azonos idő alatt vesztik el a vörös színezetük nagy részét, vagyis a hőkezelés nem változtat a vörös színezet kültéri tartósságán. Nem szerencsés azonban a hőkezelt faanyagoknál, hogy a kialakult esztétikus vörös színezet elveszik.



41. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok a^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során



42. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok a^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során



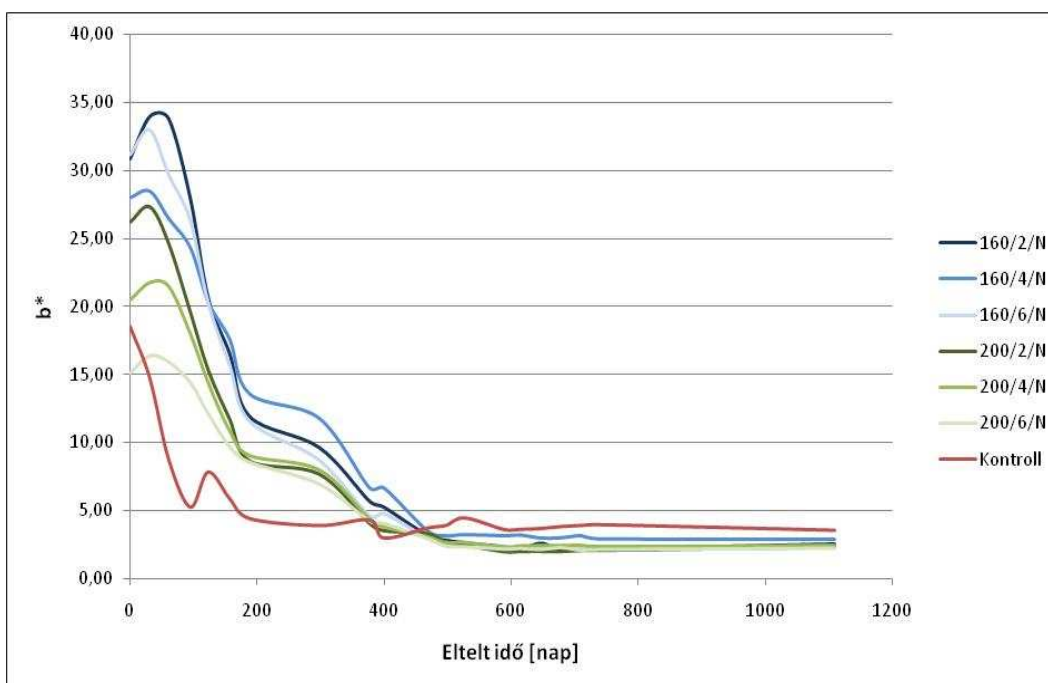
43. ábra Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok a* színkoordinátájának változása a kültéri kitétség során

4.3.1.3 Sárga színezet (b*)

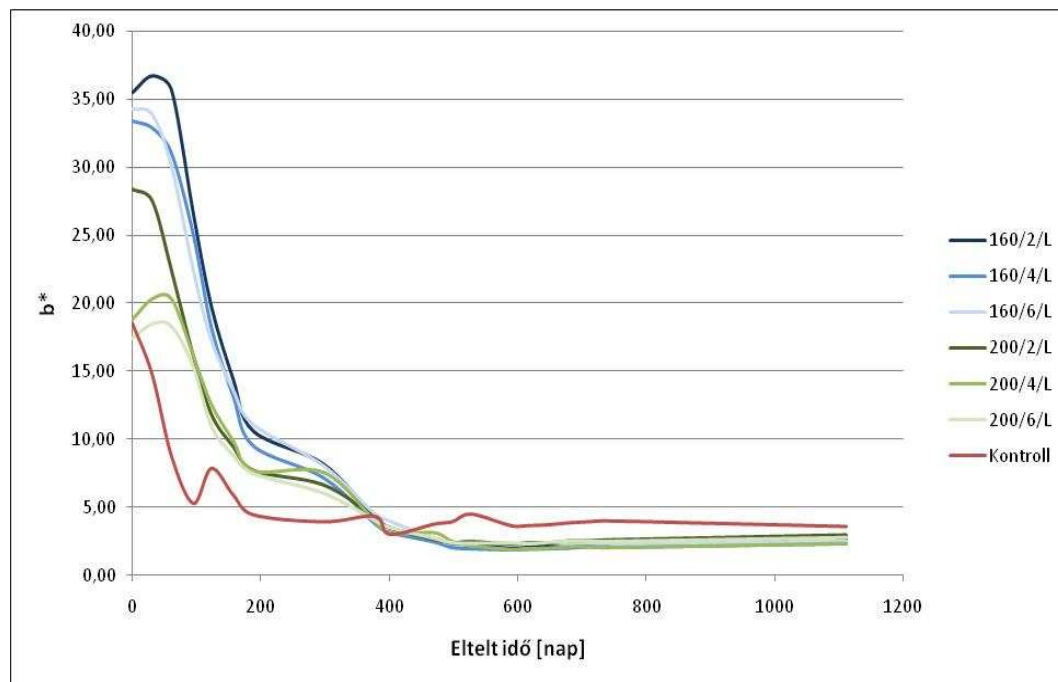
A b* színkoordináta kültéri kitétség során végbement változásával kapcsolatos részletes eredményeket a XVI. mellékletben mutatom be. A kültérbe kihelyezett faanyagok b* színkoordinátája minden esetben jelentősen változott a kezdeti állapothoz képest. A sárga színezet alakulását a vizsgálati időszakban az 44-46. ábra szemlélteti. A kezeletlen faanyag sárga színezete a kihelyezést követően azonnal csökkenni kezdett. Az első 3 hónap során a kezeletlen anyag b* színkoordinátája gyakorlatilag elérte a végső értékét, a hátralévő 33 hónap során már alig változott. A hőkezelt próbatestek b* színkoordinátája, a vörös színezethez hasonlóan, az első hónapban eltérő tendenciákat mutatott, a legtöbb esetben növekedett, ellentétben a kontrollal. Feltehetően ebben az esetben is a fotodegradáció kezdeti, intenzív időszakában megjelenő különböző degradációs termékek (elsősorban a ligniné), szabad gyökök keletkezése okozza ezt a jelenséget. Ezek eltérő hatása okozhatja a sárga színezet látszólag összefüggéstelen változását az első hónapban. Nuopponen et al. (2004b) szerint a degradációs termékek nehezebben mosódnak ki a hőkezelt faanyagok felületéről, ami megmagyarázza, miért nem volt tapasztalható a kezeletlen faanyag sárga színezetének növekedése a kezdeti időszakban (Tolvaj és Faix 1995). Az első két mérés között 1 hónap telt el, ami alatt a sárga színezet növekedését okozó degradációs termékek feltehetőleg már kimosódtak, a hőkezelt faanyagból azonban még nem. A 6. hónap végére a másik két színösszetevőhöz hasonlóan a sárga színösszetevő mérséklődése is nagyrészt végbemegy. Ebben az időszakban a sárga színösszetevő meredeken csökken, majd egy rövid stagnáló időszakot követően – ami egybeesik a vörös összetevőnél tapasztaltnal, így szintén egy téli időszakot takar, ahol a hótakarás és a borongós idő miatt nem volt jelentős az UV-degradáció – az első év végéig újra meredeken csökken a sárga színösszetevő értéke. Az ezt követő 6 hónapban a sárga színezet értéke még 5-ről 2,5 körüli értékre mérséklődött, így a vizsgálati időszak felénél gyakorlatilag elérte a végső állapotát.

A vörös színösszetevőhöz hasonlóan, a különböző hőkezelések okozta eltérések a kezdeti sárga színezetben, mindhárom hőkezelő olaj esetében azonosan változtak, és a végső érték is egyaránt 3 alatti, vagyis a faanyag sárga színezete gyakorlatilag eltűnt 3 év kültéri kitettség hatására.

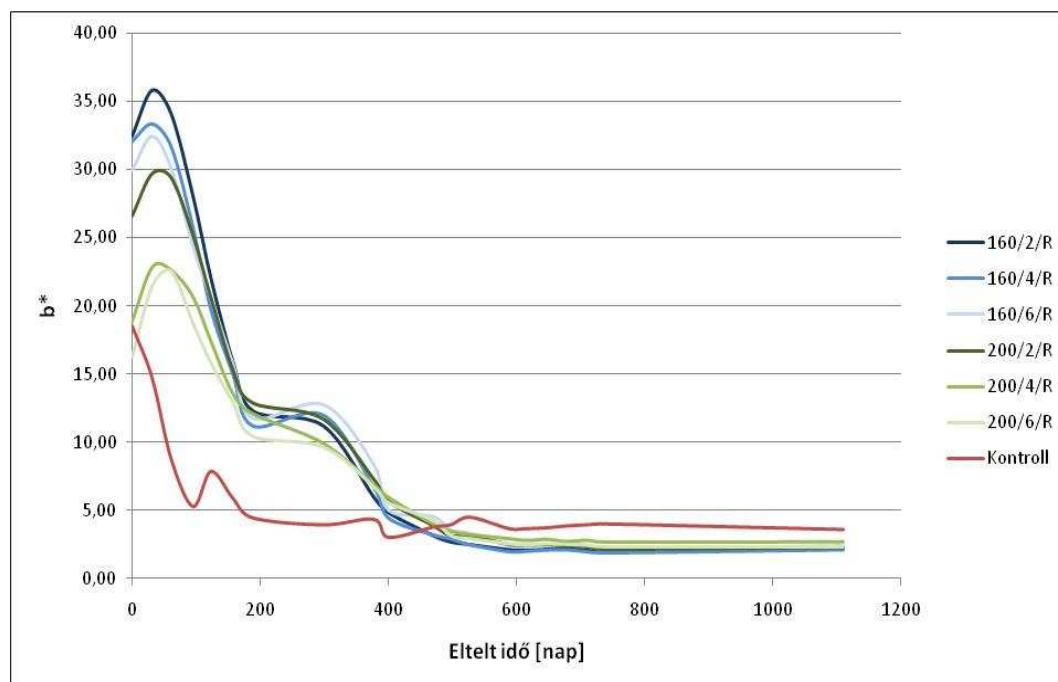
A hőkezelt faanyagok sárga színezete a kültéri kitettség során 12 hónap alatt azonos értéket vett fel, és a vizsgálati ciklus végéig azonos is maradt. A kiinduló értékek azonban eltérőek voltak, az intenzívebb hőkezelés ugyanis gyengébb, a kezeletlen faanyagéhoz hasonló sárga színezetet eredményezett. A hőkezelés hatására a nyár faanyag sárga színezete jelentősen növekedett, azonban a kültéri kitettség során a hőkezelt faanyagok sárga színösszetevője a kezeletlen faanyagéval azonos értékűre csökkent. Eszerint a sárga színezetért felelős kromofórok eltűntek a faanyag felületéről az UV-sugárzás és az eső kimosó hatása által. A kezeletlen és hőkezelt faanyagok közel azonos idő alatt vesztek el sárga színezetük nagy részét, vagyis a hőkezelés nem változtat a sárga színezet kültéri tartósságán. Nem szerencsés azonban a hőkezelt faanyagoknál, hogy a kialakult esztétikus, a természetes nyár faanyagénál erősebb sárga színezet elveszik.



44. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok b* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során



45. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok b^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során

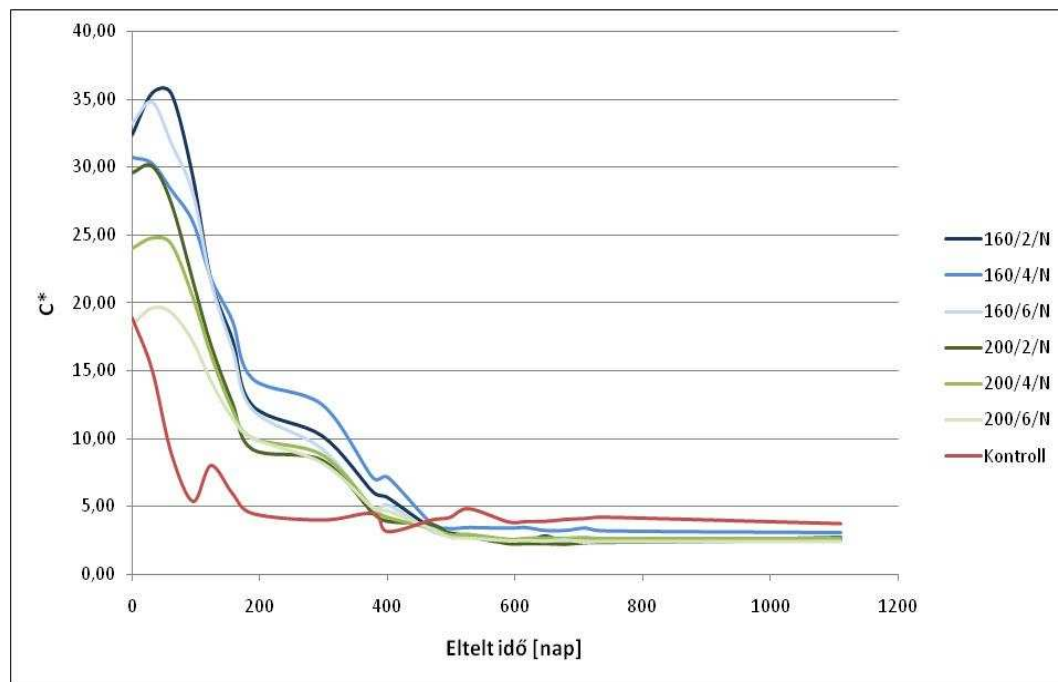


46. ábra Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok b^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során

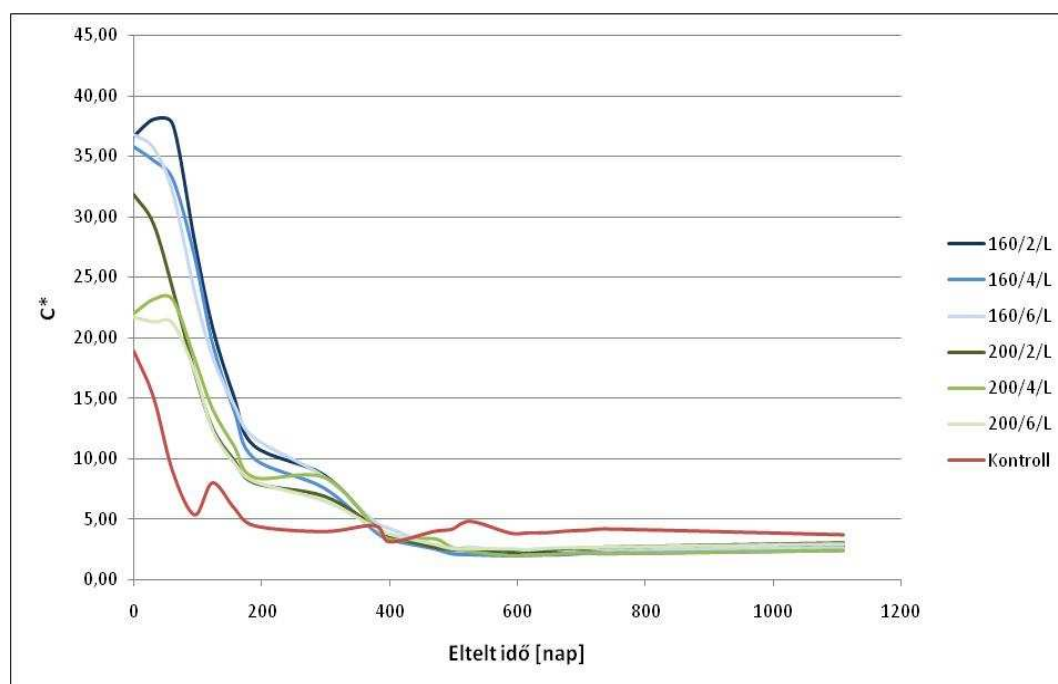
4.3.1.4 Színtelítettség (C*)

A színtelítettség kültéri kitétettség során végbement változásával kapcsolatos részletes eredményeket a XVI. mellékletben mutatom be. A kültérbe kihelyezett faanyagok színtelítettsége minden esetben jelentősen változott a kezdeti állapothoz képest. A színtelítettség alakulását a vizsgálati időszakban az 47-49. ábra szemlélteti. A vörös és sárga színösszetevő hasonló lefolyással változott a vizsgálati időszakban, így a színtelítettség változása is ennek megfelelően alakult. A kezeletlen faanyag színtelítettsége a kihelyezést követően azonnal csökkenni kezdett. Az első 3 hónap során a kezeletlen anyag telítettsége gyakorlatilag elérte a végső értékét, a hátralévő 33 hónap során már alig változott. A hőkezelt próbatestek telítettsége, a vörös és sárga színezethez hasonlóan, az első 2 hónapban eltérő tendenciákat mutatott, a legtöbb esetben növekedett is, ellentétben a kontrollal. A 6. hónap végére a két említett színösszetevőhöz hasonlóan a telítettség mérséklődése is nagyrészt végbemegy. Ebben az időszakban a telítettség meredeken csökken, majd egy rövid stagnáló időszakot követően – ami egybeesik a vörös és sárga összetevőnél tapasztaltnal, így szintén egy téli időszakot takar, ahol a hótakarás és a borongós idő miatt nem volt jelentős az UV-degradáció – az első év végéig újra meredeken csökken a telítettség értéke. Az ezt követő 6 hónapban a telítettség értéke még 5-ről 3 körüli értékre mérséklődött, így a vizsgálati időszak felénél gyakorlatilag elérte a végső állapotát, vagyis a színezet eltűnt.

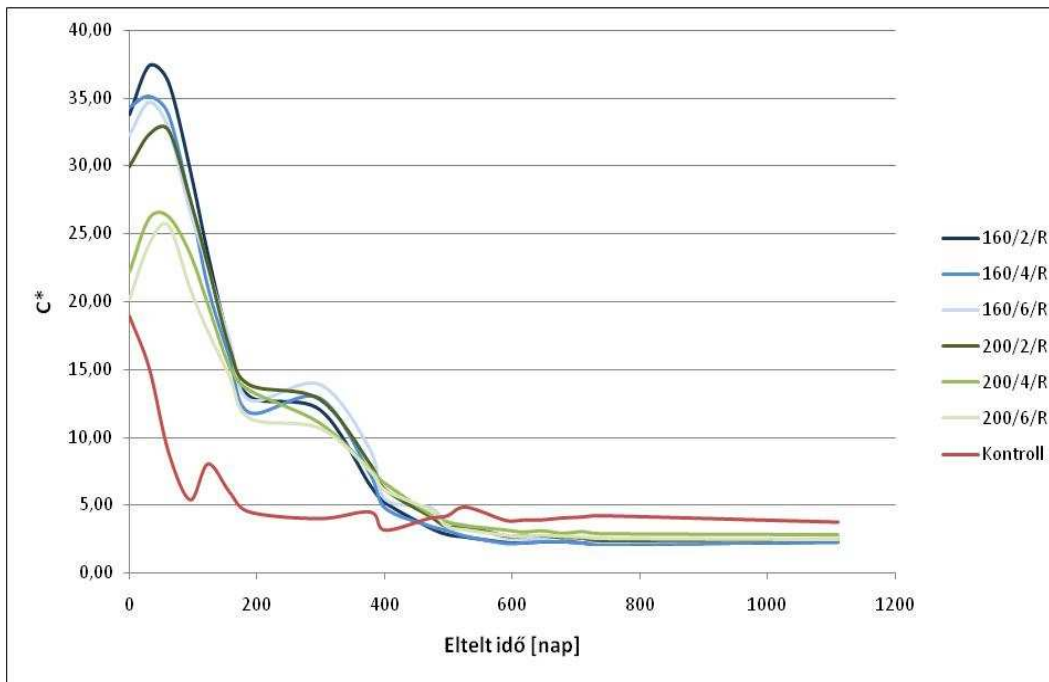
A vörös és sárga színösszetevőhöz hasonlóan, a különböző hőkezelések okozta eltérések a kezdeti telítettségben, mindhárom olaj esetében azonosan változtak. A végső érték egyaránt 3 alatti, nagyon alacsony 3 év kültéri kitétettség után. A hőkezelt faanyagok színtelítettsége a kültéri kitétettség során 12 hónap alatt azonos értéket vett fel, és a vizsgálati ciklus végéig azonos is maradt. A kiinduló értékek eltérőek voltak, az intenzívebb hőkezelés alacsonyabb, a kezeletlen faanyagénál alig magasabb telítettséget eredményezett. A hőkezelés hatására a nyár faanyag színtelítettsége jelentősen növekedett, azonban a kültéri kitétettség során – amint az a vörös és sárga színösszetevő alakulásából következik – a hőkezelt faanyagok színtelítettsége a kezeletlen faanyagéval azonos értékűre csökkent. Eszerint a színezetért felelős kromofórok eltűntek a faanyag felületéről az UV-sugárzás és az eső kimosó hatása által. A kezeletlen és hőkezelt faanyagok közel azonos idő alatt veszítik színezetük nagy részét, vagyis a hőkezelés nem változtat a színtelítettség kültéri tartósságán. Nem szerencsés azonban a hőkezelt faanyagoknál, hogy a kialakult esztétikus, a természetes nyár faanyagénál telítettebb színezet elveszik.



47. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok színtelíttségének (C^*) változása a kültéri kitettség során



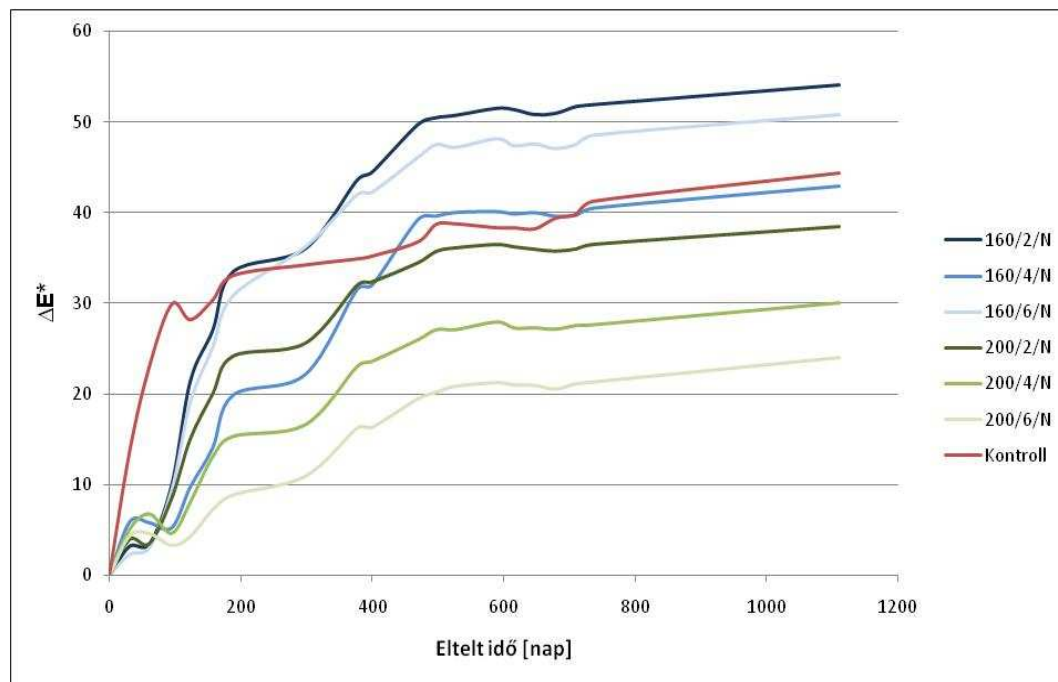
48. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok színtelíttségének (C^*) változása a kültéri kitettség során



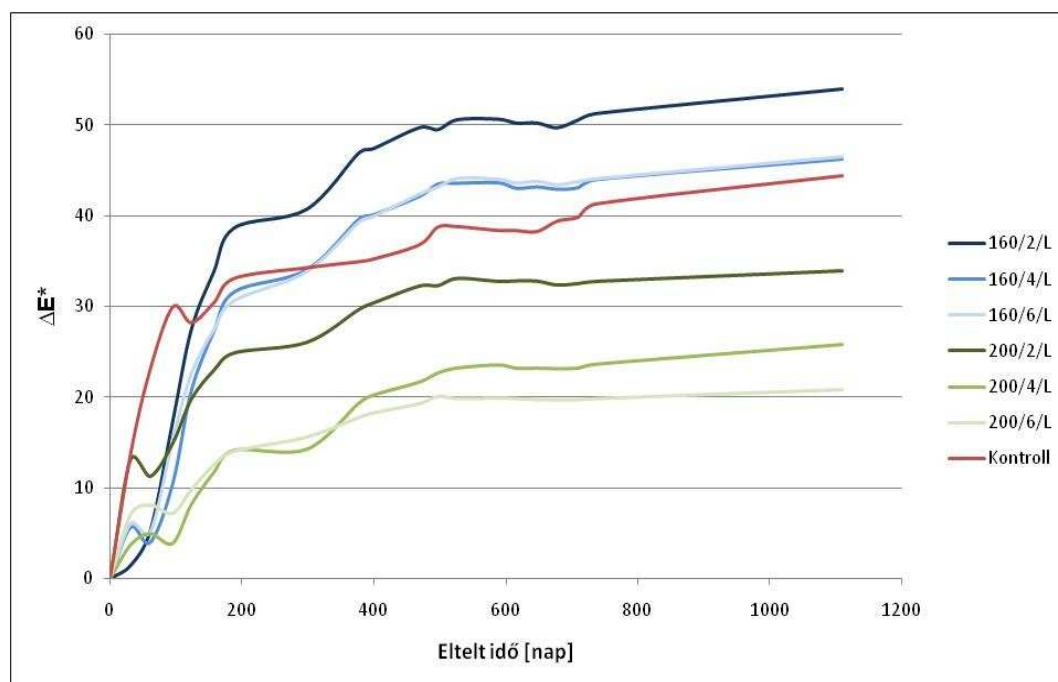
49. ábra Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok színelítettségének (C^*) változása a kültéri kitettség során

4.3.1.5 Színínger különbség (ΔE^*)

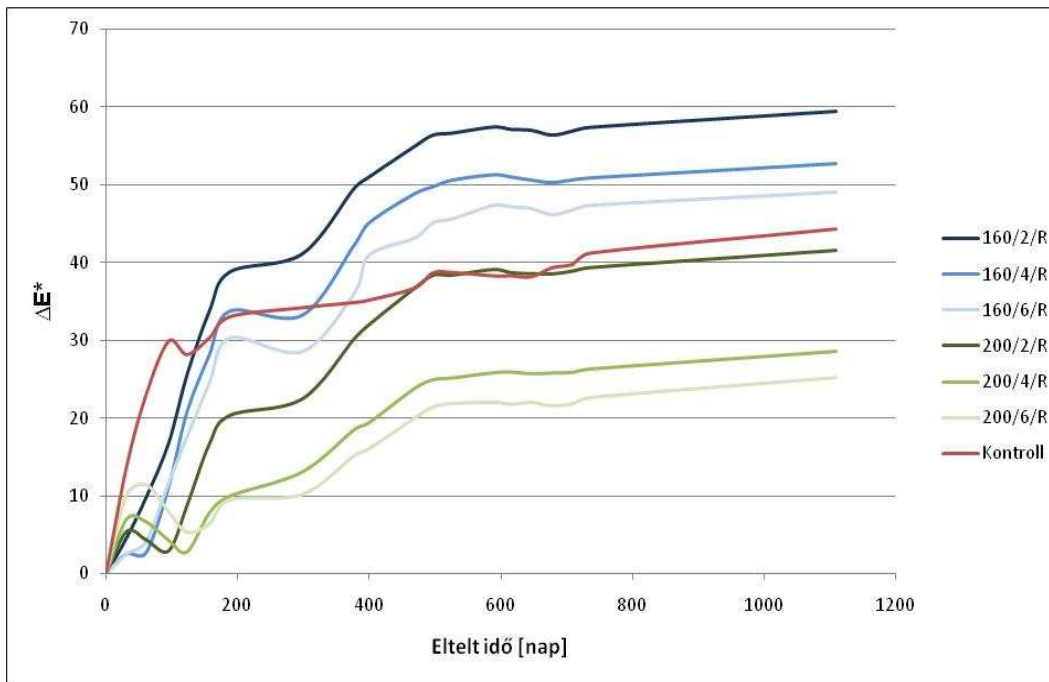
A színínger különbség kültéri kitettség során végbement változásával kapcsolatos részletes eredményeket a XVI. mellékletben mutatom be. A kültérbe kihelyezett faanyagok teljes színváltozása minden esetben jelentős volt a kezdeti állapothoz képest. A színelítettség alakulását a vizsgálati időszakban az 50-52. ábra szemlélteti. A kezeletlen faanyag színváltozása a kihelyezést követően azonnal megindult. Az első 3 hónap során a kezeletlen anyag színváltozása nagyrészt végbement, a hátralévő 33 hónapra a teljes színváltozásnak mindössze az egyharmada esett. A hőkezelt próbatestek színváltozása az első 6 hónap során minden esetben alacsonyabb volt a kezeletlennél. A 6. és a 9. hónap közötti időszakban azonban a 160°C-on hőkezelt faanyagok teljes színváltozása elérte, és az ezt követő időszakban folyamatosan meg is haladta azt. Ezzel szemben a 200°C-on hőkezelt faanyagok teljes színváltozása a vizsgált időszak során végig alacsonyabb volt, mint a kezeletlen faanyagé. Az azonban minden kihelyezett faanyagra jellemző volt, hogy 15 hónap alatt szinte a teljes színváltozás végbement, a színínger különbség értéke 20-50 közötti volt, ami nagyon nagy színváltozást jelez. A hátralévő időszakban a színínger különbség változása 1-4 közötti értékű, vagyis alig érzékelhető - érzékelhető jellegű a változás. Ez az eredmény azt jelenti, hogy 1,5 év alatt a vizsgált faanyagokon szinte a teljes kültéri kitettség okozta színváltozás végbement.



50. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok teljes színváltozásának (ΔE^*) változása a kültéri kitettség során



51. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok teljes színváltozásának (ΔE^*) változása a kültéri kitettség során

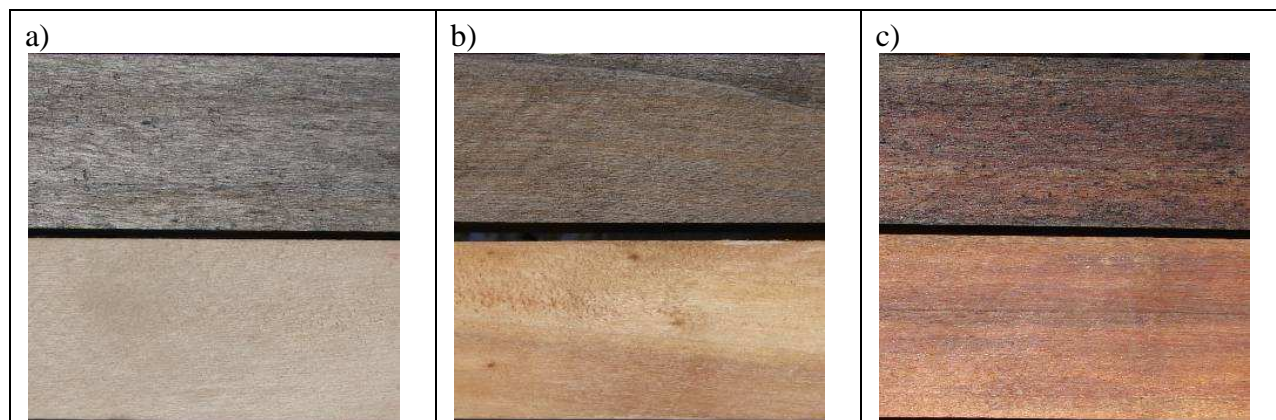


52. ábra Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok teljes színváltozásának (ΔE^*) változása a kültéri kitettség során

Az egyes színjellemzők (L^* , a^* , b^*) azonos értéket vettek fel a kültéri kitettség végére, vagyis a kezdeti színbeli eltérések kiegyenlítődtek. Éppen ezért a teljes színváltozás különböző mértékű volt az eltérő módokon hőkezelt faanyagok között. Mindhárom alkalmazott olaj esetén jellemző volt, hogy az alacsonyabb hőmérsékleten kezelt faanyagok teljes színváltozása rövidtávon (6-9 hónapig) kisebb volt, hosszútávon azonban nagyobb színváltozás lépett fel a kezeletlen faanyaghoz képest. A magasabb kezelési hőmérsékleten kezelt faanyagok színváltozása ezzel szemben mindvégig kisebb volt. Megfigyelhető továbbá, hogy a kezelési idő emelésével is növekedett a színtartósság, ennek megfelelően a 200°C-on 6 órán át kezelt faanyagok kültéri színtartóssága volt a legjobb. Azonban a színváltozás így is jelentős volt (53-55. ábra), a színínger különbség értéke 3 év után ebben az esetben is elérte a 20-at, ami messze meghaladja a már magasnak számító 6-os értéket. Ennek megfelelően, a hőkezelés hatására magasabb hőfokokon kisebb színváltozás következik be, de teljes védelem nem alakul ki, ezért olyan alkalmazási területeken, ahol fontos a szín megtartása, mindenképpen színvédő felületkezelés ajánlott.

Összességében a hőkezelt nyár faanyagok színe nem mondható tartósabbnak a kezeletlenénél, mivel a színváltozás azonos idő alatt végbemegy minden esetben, a különböző menetrendekkel hőkezelt nyár faanyagok éppúgy beszőrkülnek, mint a kezeletlen. A teljes színváltozás mértékére azonban a világosság változása van a legnagyobb hatással, az pedig egységesen csökken a kitettség során minden esetben. A hőkezelés hatására eleve sötétebbé válik a faanyag, és minél sötétebb volt a kezdeti szín, annál kevésbé sötétedett tovább a kitettség során. Mivel a színváltozás közel azonos idő alatt megy végbe a kezeletlen és a hőkezelt faanyagok esetén is, a nyár faanyag kültéri színtartóssága nem változik a hőkezelés hatására. Azonban a végső állapot minden hőkezelő menetrend esetén azonos lett kültérben, vagyis a faanyagok egységesen szőrkék és sötétek lettek. Az eleve sötétebb szín miatt a teljes színváltozás kisebb lett a kültéri kitettség során, a magasabb hőmérsékleten (200°C) kezelt faanyagok esetén. A kezelés idejének növelése szintén csökkenő teljes színváltozást eredményez kültérben. Bár a színtartósság nem javul, a 200°C-on hőkezelt faanyagok kezeletlen faanyaghoz

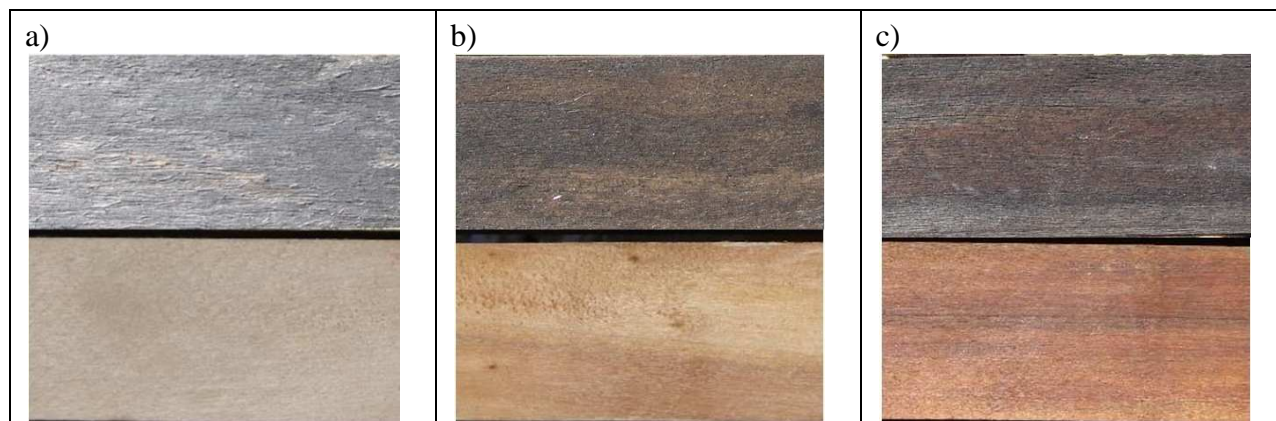
képest kisebb teljes színváltozása mindenképpen előnyös a kültéri felhasználás során, a 160°C-os kezelés azonban egyértelműen hátrányos ilyen tekintetben, hiszen a teljes színváltozása ezeknek a faanyagoknak nagyobb, mint a természetes nyár anyagé.



53. ábra Próbatetek színváltozása 6 hónap kültéri kitettség hatására

(A képeken alul a kezdeti állapot, felül a 6 hónap kitettség utáni)

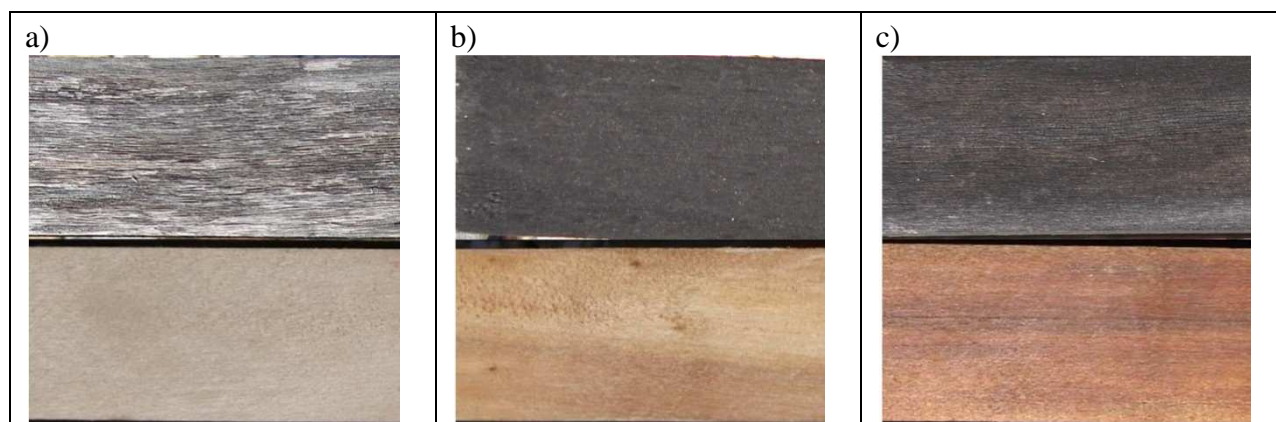
a) Nyár kontroll; b) Nyár 160°C/2óra; c) Nyár 200°C/6óra



54. ábra Próbatetek színváltozása 12 hónap kültéri kitettség hatására

(A képeken alul a kezdeti állapot, felül a 12 hónap kitettség utáni)

a) Nyár kontroll; b) Nyár 160°C/2óra; c) Nyár 200°C/6óra



55. ábra Próbatetek színváltozása 36 hónap kültéri kitettség hatására

(A képeken alul a kezdeti állapot, felül a 36 hónap kitettség utáni)

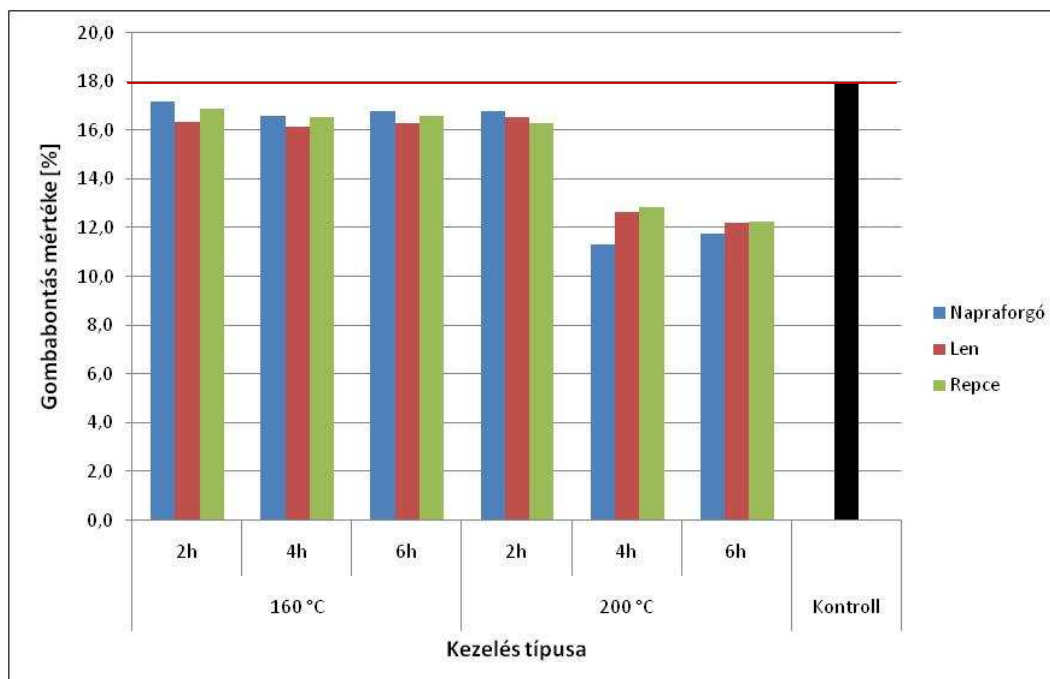
a) Nyár kontroll; b) Nyár 160°C/2óra; c) Nyár 200°C/6óra

4.3.2 Gombaállóság

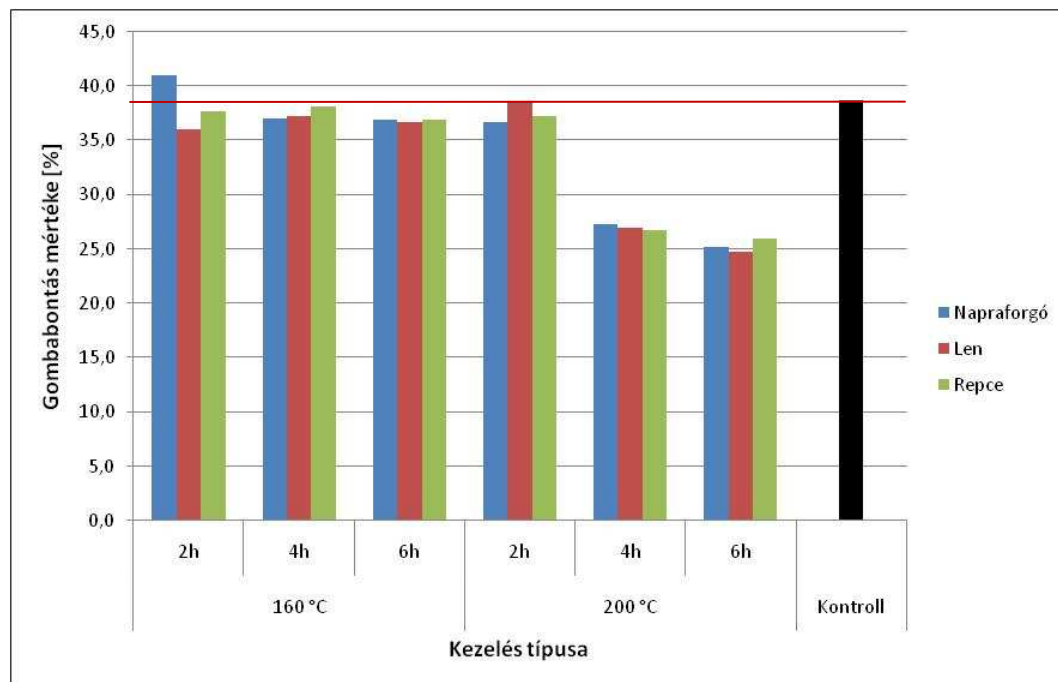
A gombaállósággal kapcsolatos részletes eredményeket a XVII. mellékletben mutatom be. A gombaállóságot nem növelte minden vizsgált hőkezelő menetrend. A gombabontások mértékét a 56-57. ábra szemlélteti kései laskagomba, illetve házi kéreggomba esetén. A két vizsgálati gombafajt tekintve egyértelműen a vöröskorhasztó, házi kéreggomba károsította jelentősebb mértékben mind a kezeletlen, mind a hőkezelt nyár faanyagot.

A fehérkorhasztó kései laskagomba bontása 18% volt a 16 hetes inkubációs időszak során a kezeletlen nyár faanyagnál. Ehhez képest a 160°C-os hőkezelések alig csökkentették a gombabontást, hiszen ebben az esetben is 16-17% volt a károsítás mértéke. A 200°C-os kezelések közül a 2 órás ugyancsak hatástalannak bizonyult, a gombabontás mértéke ebben az esetben is 16-17% volt. Ezzel szemben a 4 és 6 órás kezelések jelentős javulást eredményeztek, a károsítás mértéke 12% körüli értékre mérséklődött, ami 30%-os javulásnak felel meg. A kezelési idő 4-ről 6 órára történő emelése nem javította tovább a gombaállóságot. A hőkezelésnél alkalmazott olaj fajtája nem volt hatással a gombaállóságra.

A vöröskorhasztó házi kéreggomba károsítása 38% volt a vizsgálati időszak alatt a kezeletlen nyár faanyagnál. A 160°C-os kezelések ezzel a gombával szemben sem javították a nyár faanyag ellenállóképességét, éppúgy ahogy a 200°C-on végzett 2 órás hőkezelés sem. Ezen menetrendeket alkalmazva a gombabontás 36-41% volt, ami gyakorlatilag megegyezik a kezeletlen faanyagéval. A kései laskagombánál tapasztaltakhoz hasonlóan a házi kéreggombával szembeni rezisztenciát is csak a 200°C-on 4 illetve 6 órán át tartó kezelés javította, szintén azonos mértékben. A gombaállóság 35%-kal volt javítható a két legintenzívebb meetrendet alkalmazva. A hőkezelésnél alkalmazott olaj fajtája ebben az esetben sem volt hatással a gombaállóságra.



56. ábra A kései laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) károsításának mértéke a vizsgált faanyagoknál



57. ábra A házi kéreggomba (*Poria placenta*) károsításának mértéke a vizsgált faanyagoknál

5. Összefoglalás

A hőkezelés hatására, a faanyagban lejátszódó különböző kémiai folyamatokra, átalakulásokra minden paraméter jelentős hatással lehet, ezért szükséges minden esetben a faanyagjellemzők pontos feltárása. Az általam alkalmazott eljárás során a levegő oxigénjének kizárása a hőátadó közeg jellegéből adódóan megoldott volt. A növényi olajokban végzett hőkezelésekre, ezen belül is a nyárra vonatkozó eredmények meglehetősen ritkák. Ennek megfelelően, az általam feltárt eredmények hasznosak lehetnek a későbbiekben, a gyakorlati felhasználás elősegítésében.

Dolgozatomban, a hazánkban nagy mennyiségben rendelkezésre álló, de szűk felhasználási területtel rendelkező Pannonia nyár faanyag módosításának hatásait vizsgáltam a különböző jellemzőkre. A módosításhoz választott eljárás, a hőkezelés különböző növényi olajokban, alkalmas a nyár faanyag jellemzőinek olyan irányú módosítására, hogy a későbbiekben új felhasználási területek nyíljanak meg előtte. Az általam alkalmazott eljárás fő előnye, hogy rendkívül intenzív, és ennek köszönhetően gyors eljárásról van szó. A különböző irodalmakban említett, és az iparban alkalmazott eljárások egyaránt hosszú lefolyású felfűtési és hűtési ciklusokat alkalmaznak, az általam kidolgozott eljárás során azonban a faanyag közvetlenül a forró olajba kerül, majd onnan hűtés nélkül kerül ki szobahőmérsékletre. A hosszú felfűtési és hűtési ciklusokat a faanyag kímélése miatt alkalmazzák, hogy elkerüljék a repedések kialakulását, valamint a különböző deformációkat. Nyár faanyagnál, annak egyenes szövetszerkezete, magas pórustérfogata miatt nem szükséges a fent említett ciklusok alkalmazása, mivel tapasztalataim alapján semmilyen károsodás nem jelentkezik. Ennek köszönhetően a hőkezelés teljes ideje jelentősen lerövidíthető. Az eljárás költsége is csökkenthető folyamatos üzem alkalmazásával, hiszen a fűtőközeg újrahasznosítható, így nem szükséges a teljes felfűtés minden ciklus során, elegendő a folyamatos hőntartás.

A faanyag mechanikai jellemzői szoros összefüggésben állnak a sejtfalat alkotó fő összetevők minőségi és mennyiségi összetételével, illetve a struktúrával. Ez az összetétel és struktúra azonban megváltozik az alkalmazott magas hőmérséklet hatására. Bár ez a változás többnyire roncsolódást jelent, a mechanikai jellemzők mégsem mutatnak minden esetben egyértelmű csökkenést, ellenkezőleg, gyakran egyes mechanikai jellemzők javulása tapasztalható. Ilyen például a rostirányú nyomószilárdság, valamint a hajlítószilárdság is kismértékű növekedést mutatott 160°C-os kezeléseket követően. A rostirányú húzószilárdság, valamint a dinamikus hajlítószilárdság ezzel szemben egyértelműen csökkent. A nyomószilárdság egyértelmű növekedésére magyarázatot adhat, hogy azt elsősorban a lignin jellemzői határozzák meg, amely az alkalmazott kezelési hőmérsékleten ugyan különböző változásokon átmegy, a hővel szemben legstabilabb faalkotóként azonban ez a változás nem jelentős, ráadásul különböző új, másodlagos kötések is kialakít a környezetével. A másik három szilárdsági jellemző a nyomószilárdsággal szemben jelentősen függ a hemicellulózok és a cellulóz tulajdonságaitól. A hőkezelés során legnagyobb mértékben a hemicellulózok degradálódnak, de a hőmérséklet emelésével a cellulózláncok is jelentősen károsodhatnak. E faalkotók jelentős roncsolódását támasztja alá a húzó-, hajlító- és dinamikus hajlítószilárdság értékének mérséklődése. A polióz láncok rövidülése, valamint a cellulóz amorf részeinek roncsolódása egyben a faanyag szívósságát is csökkenti.

A faanyag tömegcsökkenése általában fontos tényező a hőkezelő eljárások hatékonyságának megítélése során. Az általam alkalmazott hőkezelési mód során azonban ennek meghatározása több okból kifolyólag nem volt lehetséges, köszönhetően az olajfelvételnek, amelynek mennyisége nem határozható meg pontosan, hiszen egy

időben játszódik le a tömegveszteséggel. A vizsgálatok eredménye azonban rámutatott, hogy nyár faanyag esetében a 160°C-os hőkezelések során jelentős olajfelvétel történik, míg a 200°C-os kezelések során az olajfelvétel ehhez képest kismértékű. Az eltérő olajfelvételnek köszönhetően az alacsonyabb hőmérsékleten hőkezelt faanyag légszáraz sűrűsége jelentős növekedést mutat, a magasabb kezelési hőmérséklet azonban nem módosította a sűrűséget.

A faanyag vízzel való kapcsolatáról régóta ismert, hogy a sejtfalalkotó óriásmolekulák felszínén található hidroxil-csoportok felelősek a víz megkötéséért. Hidroxil-csoportokat legnagyobb mennyiségben a hemicellulózok tartalmazzák, jelentős ebből a szempontból a cellulóz, a lignin azonban ezekhez mérten jelentéktelen mennyiségű, víz megkötésére alkalmas funkciós csoporttal rendelkezik. Ennek megfelelően a hőkezelés vízfelvételt csökkentő hatásáért leginkább a hemicellulózok kémiai felépítésének változása felelős, mivel ezek rendelkeznek a legtöbb hidroxil-csoporttal, ráadásul a hőstabilitásuk is a legalacsonyabb a fő sejtfalalkotók közül. Az általam alkalmazott hőkezelő eljárás minden esetben jelentősen csökkentette a faanyag vízfelvételét, ami minden vizsgált klímaállapot mellett be is bizonyosodott, az egyensúlyi nedvességtartalmak csökkenése által. A nedvességfelvétel mérséklődéséből következik, hogy a hőkezelt faanyag dagadása is jelentősen mérséklődött mind húr, mind pedig sugárirányban, ami természetesen a dimenzióstabilitás növekedését eredményezte. A húrirányú dagadás csökkenésének mértéke meghaladta a sugárirányúét, ennek megfelelően a hőkezelés kismértékben csökkentette ugyan a dagadási anizotrópiát, azonban nem szüntette meg a jelenséget. Bár a dagadás mértéke minden esetben alacsonyabb volt a hőkezelt faanyagoknál, az 1%-os nedvességtartalom változásra jutó méretváltozási % (a dagadási együttható) nem változott a hőkezelés hatására.

A faanyag felhasználása során nagyon ritka, hogy állandó klimatikus viszonyok állnak fenn a felhasználás helyén. Épp ellenkezőleg, a beépített faanyag környezetében többnyire folyamatosan változik a klímaállapot, és ez a változás gyakran rövid idejű, ciklikus. Éppen ezért fontos ismernünk, hogy a faanyag milyen gyorsan reagál ezekre a változásokra, milyen gyorsan éri el az egyensúlyi nedvességtartalmat. Az alkalmazott hőkezelési eljárások mindegyike csökkenti a nedvességfelvétel sebességét, és az egyensúlyi nedvességtartalmat. Ennek megfelelően adott idő alatt kevesebb nedvességet vesz fel a hőkezelt faanyag, mint a természetes. Ez a csökkenés azonban csak látszólagos, mivel az egyensúlyi nedvességtartalmat ugyanannyi idő alatt éri el az általam vizsgált összes hőkezelt és természetes nyár faanyag. Eszerint a faanyag telítődésének sebességét nem csökkenti a hőkezelés, a látszólagos csökkenést a nedvességfelvétel sebességében a víz megkötésére alkalmas pontok (funkciós csoportok) számának csökkenése okozza. Ez az eredmény rámutat arra, hogy a hőkezelés hatására a faanyagnak csupán a víztároló kapacitása csökken, vízfelvevő képessége nem.

A faanyag fő alkotóinak kémiai módosulása jelentős hatással van a színre is. A nyár faanyag hőkezelése minden esetben jelentős színváltozást eredményezett, ami elsősorban a faanyag színének sötétedésében mutatkozott meg. A természetes állapotában nagyon világos, sárgásfehér színű nyárfa színezetében a hőkezelések hatására jelentősen erősödött a vörös színezet, valamint az eredetileg is nagyobb mértékben jelen lévő sárga színösszetevő is. Ennek megfelelően a faanyag színtelítettsége is nőtt, elsősorban az alacsonyabb kezelési hőmérsékleten. Ezzel párhuzamosan megjelent a nyár faanyag eredetileg alig észrevehető, finom rajzolata, ami tovább növelte az esztétikai értéket. A hőkezelt nyár faanyag, a színe alapján minden esetben jól elkülöníthető a természetes faanyagtól, hiszen a teljes színváltozás

jelentős volt. A hőkezelés során kialakuló sötét színt elsősorban a hemicellulózok degradációjának tulajdonítják, a kromofór csoportok kialakulása, valamint a keletkező degradációs termékek színező hatása által. Jelentős szerepe van faanyagoknál a különböző extraktív anyagoknak is, a nyár faanyag azonban közismerten szegény ilyenekben, így esetemben ennek szerepe kizárható. Más, járulékos anyagokban gazdag faanyagok (tölgy, akác) hőkezelése során azonban azt tapasztaltuk, hogy azok teljes színváltozása azonos menetrendek mellett sokkal nagyobb, mint a nyáré, vagyis ezen anyagok hatása jelentős.

A hőkezelés egyik fontos célja, hogy a kültéri alkalmazási területeken hasznosítható faanyagot kapjunk, mindemellett sok esetben nagy jelentősége van a színnek is. Az, hogy az egyébként jellegtelen, homogén megjelenésű nyár faanyagnál elért színbeli, esztétikai javulás megőrizhető-e, befolyásolhatja a felhasználás módját. A kültéri kitettség során egyöntetű tapasztalat volt minden kihelyezett faanyagnál, hogy jelentősen sötétedett a vizsgálat 3 éve alatt. A különböző vizsgált faanyagok vörös és sárga színösszetevője egyaránt jelentősen csökkent, ami megfelel a faanyagok színében kültéri kitettség során általában tapasztalható beszürkülés jelenségének. Ennek megfelelően a színtelítettség is jelentősen csökkent. A teljes színváltozás mértéke eltérő volt az egyes hőkezeléseknél. Összességében a hőkezelt nyár faanyagok színe nem mondható tartósabbnak a kezeletlenénél, mivel a színváltozás azonos idő alatt végbemegy minden esetben, a különböző menetrendekkel hőkezelt nyár faanyagok éppúgy beszürkülnek, mint a kezeletlen, vagyis a nyár faanyag kültéri színtartóssága nem változik a hőkezelés hatására. Azonban a végső állapot minden hőkezelt menetrend esetén azonos lett kültérben, a faanyagok egységesen szürkék és sötétek lettek. Bár a színtartósság nem javul, a 200°C-on hőkezelt faanyagok kezeletlen faanyaghoz képest kisebb teljes színváltozása mindenképpen előnyös a kültéri felhasználás során, a 160°C-os kezelés azonban egyértelműen hátrányos ilyen tekintetben, hiszen a teljes színváltozása ezeknek a faanyagoknak nagyobb, mint a természetes nyár anyagé.

A gombaállóság nyár faanyag hasznosításánál általában problémát jelent, hiszen a legkevésbé tartós faanyagok közé tartozik, a legtöbb gomba- és rovarkárosító megtámadja a faanyagot. A hőkezelés hatására két feltétel is módosul, amely a gombakárosítók támadásához szükséges. Egyrészt lecsökken a faanyag egyensúlyi nedvességtartalma, ami a gombák életfeltételeit alapvetően rontja. Másrészt a hőkezelés hatására épp azon funkciós csoportok száma mérséklődik, amelyekben keresztül a farontó gombák enzimeji a faanyag bontását megkezdik. E két hatás együttesen csökkenti a gombakárosítás mértékét. Az általam vizsgált egy-egy fehér- és barnakorhasztó gombafajjal szemben eltérő volt az ellenálló képessége a nyár faanyagnak. Mindkét gombafaj esetében kijelenthető azonban, hogy a 160°C-os kezelések nem javították a gombaállóságot, sőt, még a 200°C-on 2 órán át végzett kezelés sem javította azt. Jelentős, 30-35%-os javulást egyedül a két legintenzívebb menetrenddel (200°C, 4 és 6 óra) lehetett csak elérni mindkét gombafajjal szemben.

A hőkezelő közegként alkalmazott olaj fajtája nem volt hatással a vizsgált jellemzőkre, egyedül a sárga színezet kismértékű, alig kimutatható erősödését okozta. Ez alapján az alkalmazás során egyéb tényezők figyelembe vétele szükséges a felhasználandó olaj kiválasztásához. Legfontosabb tényezők az ár illetve a beszerzési lehetőségek lehetnek, amelyek mindenkori alakulása alapján eldönthető, hogy melyik olaj alkalmazása célszerű gazdaságossági szempontból. Mivel a hőkezelt anyag további feldolgozása, valamint a belőle készült termékek felhasználása során nem szerencsés, ha folyékony halmazállapotú olaj van a felületen, ezért fontos tényező az alkalmazott olaj száradó képessége. Ez alapján egyértelműen a lenolaj részesítendő előnyben, mivel ez

kifejezetten beszáradó olajfajta, míg a napraforgóolaj félig-, a repceolaj pedig gyengén beszáradó. Ha a hőkezelt faanyagból lakókörnyezetbe, vagy annak közelébe kerülő termékek készülnek, fontos lehet a szag is, ami a lenolaj alkalmazását korlátozhatja, annak kellemetlen, erős szaga miatt. A másik két olajnál ilyen probléma nem áll fenn. Kültéri felhasználás során a hőkezelés okozta szag rövid időn belül elmúlik.

A 18. táblázat áttekintést nyújt a főbb vizsgált jellemzők átlagos változásáról a különböző kezelések hatására. Ez alapján, valamint a gombaállóságra és kültéri kitéttiségre vonatkozó eredmények ismeretében kiválasztható a felhasználási területnek megfelelő kezelési menetrend. A felhasználási területtől függően legelőször el kell dönteni, hogy mely tulajdonságok fontosak. Mennyire engedhető meg a szilárdságvesztés, mennyire fontos a dimenzióstabilitás javítása, szükség van-e a gombaállóság javítására, illetve ki lesz-e téve gyorsan változó klimatikus viszonyoknak az adott termék. Bizonyos felhasználásoknál fontos lehet a hőkezeléssel elért szín esztétikai többlet, ezekben az esetekben azonban nem szabad megfeledezni a színvédő felületkezelésről. A fent említett jellemzők közötti prioritások felállítása után kiválasztható a megfelelő menetrend. A növényi olajokban hőkezelt nyár faanyag tulajdonságainak ismeretében a kültéri alkalmazási területek elsősorban a 200°C-os menetrendek esetében javasolhatók. A 160°C-os menetrendekkel kezelt faanyagok kültérben való alkalmazása legfeljebb fedett helyeken ajánlható. A megnövekedett esztétikai érték révén bevonható az említett módon hőkezelt nyár faanyag a bútorgyártás egyes területeire. Különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a nyár feldolgozásánál (főként gyalulásnál) tapasztalható gyakori szálkiszakadás, bolyhosodás jelensége a hőkezelt faanyagnál nem volt tapasztalható. Ezáltal alkalmas lehet értékesebb faanyagok kiváltására is.

18. Táblázat A vizsgált tulajdonságok változásának összefoglaló táblázata

(Jelmagyarázat: kezelési hőmérséklet/kezelési idő/alkalmazott olaj;

N: napraforgóolaj, L: lenolaj, R: repceolaj)

Kezelés	Eltérés a kontrolltól													
	σ_{ny} [%]	$\sigma_{húz}$ [%]	σ_{haj} [%]	w [%]	ρ_u [%]	D_h [%]	D_s [%]	A_d [%]	ENT _{20°C/65%} [%]	L* [%]	a* [%]	b* [%]	C* [%]	ΔE^*
160/2/N	15,3%	-16,0%	11,4%	-12,1%	23,9%	-29,4%	-21,4%	-7,6%	-41,8%	-20,0%	224,9%	81,6%	86,4%	22,84
160/4/N	16,3%	-22,1%	5,7%	-17,1%	40,2%	-35,6%	-21,4%	-17,7%	-50,7%	-26,3%	254,0%	69,6%	76,4%	26,29
160/6/N	20,3%	-24,0%	7,5%	-17,0%	32,2%	-41,7%	-29,2%	-17,6%	-50,4%	-27,4%	276,3%	66,7%	74,8%	27,84
200/2/N	22,4%	-46,3%	-1,0%	-38,3%	6,9%	-39,1%	-29,8%	-13,3%	-46,7%	-41,5%	381,2%	56,9%	72,2%	38,97
200/4/N	24,5%	-55,3%	-9,1%	-49,4%	6,8%	-45,0%	-36,9%	-12,0%	-54,3%	-46,1%	358,6%	36,1%	52,5%	41,68
200/6/N	24,8%	-54,2%	-17,0%	-56,1%	8,8%	-46,5%	-40,5%	-8,9%	-58,7%	-51,3%	320,9%	13,8%	30,3%	44,53
160/2/L	14,4%	-15,4%	8,0%	-11,7%	19,8%	-30,1%	-17,7%	-13,7%	-46,9%	-18,5%	206,3%	100,3%	103,6%	24,95
160/4/L	16,6%	-24,1%	5,4%	-19,0%	25,6%	-35,0%	-20,4%	-15,2%	-48,2%	-24,2%	244,5%	88,0%	93,3%	26,72
160/6/L	18,5%	-27,3%	5,5%	-19,9%	22,4%	-41,7%	-29,3%	-15,9%	-49,0%	-30,4%	337,4%	97,2%	106,5%	32,25
200/2/L	20,6%	-42,5%	-0,1%	-35,9%	2,2%	-40,1%	-28,0%	-16,0%	-50,5%	-37,3%	379,8%	79,1%	92,2%	36,21
200/4/L	24,9%	-51,0%	-5,1%	-48,2%	2,4%	-44,2%	-34,1%	-14,8%	-55,8%	-47,7%	400,9%	44,9%	63,2%	43,11
200/6/L	25,8%	-51,4%	-15,5%	-56,7%	3,7%	-46,0%	-41,1%	-8,1%	-60,5%	-51,4%	387,9%	25,7%	45,9%	45,94
160/2/R	16,4%	-15,4%	9,3%	-7,1%	17,5%	-29,2%	-21,0%	-10,3%	-45,3%	-19,6%	210,8%	84,2%	88,3%	23,05
160/4/R	18,1%	-21,6%	5,5%	-16,9%	23,4%	-34,0%	-23,2%	-11,8%	-48,3%	-26,2%	210,8%	71,3%	78,1%	26,70
160/6/R	19,4%	-24,4%	8,0%	-17,5%	41,4%	-40,6%	-31,9%	-12,9%	-55,4%	-26,0%	232,4%	63,2%	69,3%	25,71
200/2/R	21,5%	-47,3%	1,1%	-33,0%	5,7%	-39,3%	-28,6%	-14,8%	-46,1%	-40,6%	386,3%	63,8%	78,8%	37,45
200/4/R	23,2%	-56,5%	-9,0%	-47,7%	5,5%	-44,2%	-35,0%	-13,6%	-54,4%	-49,7%	381,7%	28,2%	47,6%	43,81
200/6/R	26,1%	-56,0%	-22,8%	-53,3%	7,9%	-45,7%	-39,2%	-8,8%	-60,5%	-48,3%	311,5%	22,9%	37,4%	42,43

6. Az értekezés tézisei

1. Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a mechanikai jellemzők, a sejtfalalkotók roncsolódása ellenére, nem minden esetben csökkentek Pannónia nyárnál. A rostirányú nyomószilárdság az alkalmazott menetrendtől függően 15-25%-kal nő a hőkezelés hatására. A hajlítószilárdság szintén 5-10%-kal növelhető 160°C-os kezelési hőmérsékleten, 200°C-os kezelési hőmérsékletet alkalmazva azonban 5-20%-kal csökken. A rostirányú húzószilárdság 15-55%-kal, a dinamikus hajlítószilárdság 10-55%-kal csökkent az alkalmazott menetrendtől függően. A nyomószilárdság egyértelmű növekedése azzal magyarázható, hogy azt elsősorban a lignin jellemzői határozzák meg, amely viszonylag stabil hővel szemben, így jelentős roncsolódás nem történik a szerkezetében, így érvényesülni tud az egyensúlyi nedvességtartalom csökkenésének szilárdságnövelő hatása. A másik három szilárdsági jellemző elsősorban a hemicellulózok és a cellulóz állapotától függnnek, amelyek jelentősebb roncsolódása ellensúlyozza a nedvességtartalom csökkenésének pozitív hatását.
2. Kísérletileg igazoltam, hogy a növényi olajokban végzett hőkezelés minden klímaállapot mellett alacsonyabb egyensúlyi nedvességtartalmat biztosít a Pannónia nyár faanyagának. A növényi olajokban végzett 160°C-os kezelések klímaállapottól függetlenül 40-50%-kal, míg a 200°C-os kezelések 50-60%-kal csökkentik az egyensúlyi nedvességtartalmat. Így a hőkezelt Pannónia nyár egyensúlyi nedvességtartalma az alkalmazott hőkezelő menetrendtől függően 4-6% közötti értékre csökken normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$).
3. Feltártam, hogy a növényi olajokban végzett hőkezelés jelentősen csökkenti a Pannónia nyár faanyag dagadását. Az alkalmazott menetrendtől függően a húrirányú dagadás 30-45%-kal, a sugárirányú dagadás 20-40%-kal csökkent. Az eredmények igazolták, hogy a dagadási anizotrópia kismértékben csökkent ugyan, de nem szűnt meg. A Pannónia nyár dagadási együtthatójára nem volt hatással a növényi olajokban végzett hőkezelés.
4. Megállapítottam, hogy a növényi olajokban végzett hőkezelés látszólagosan csökkenti a nedvességfelvétel sebességét Pannónia nyár faanyagánál. Ennek alátámasztására bevezettem az egyensúlyi nedvességtartalom (ENT)-hányados fogalmát, amely megadja, hogy a faanyag nedvességtartalma abszolút száraz állapotról indulva, állandó klímaállapot mellett, egy adott időpontban, hány százaléka az adott klímaállapothoz tartozó egyensúlyi nedvességtartalomnak. Az ENT-hányados meghatározása a következő összefüggéssel lehetséges:

$$S_{ENT} = \frac{U_T}{U_{ENT}} \cdot 100[\%]$$

ahol: S_{ENT} : ENT-hányados [%]
 U_T : adott időponthoz tartozó nedvességtartalom [%]
 U_{ENT} : ENT normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$) [%]

Vizsgálataimmal igazoltam, hogy a kezeletlen és a növényi olajokban hőkezelt Pannónia nyár faanyagok ENT-hányadosa az egyensúlyi nedvességtartalom eléréséig végig egyenlő, vagyis az egyensúlyi nedvességtartalmat azonos idő

alatt érik el. Ebből következik, hogy a relatív nedvességfelvételi sebesség azonos, vagyis a hőkezelés hatására csak a víztároló kapacitása csökken a faanyagban, a víztároló képessége nem. Ez alátámasztja azt a feltevést, amely szerint a nedvességfelvétel mérséklődése legfőképpen a víz megkötésére alkalmas funkciós csoportok számának csökkenéséből következik.

5. Kimutattam, hogy a növényi olajokban végzett hőkezelés, a kezelési paraméterektől függően jelentősen csökkenti a Pannonia nyár faanyag világosságát ($\Delta L^*=15-45$), valamint növeli a vörös ($\Delta a^*=5-10$) és a sárga ($\Delta b^*=4-15$) színezetet. A kezelés hőmérsékletének és idejének növelésével a színtelítettség egyre kisebb mértékben növekszik ($\Delta C^*=5-18$). Ezzel szemben a teljes színváltozás egyenletesen növekszik a kezelési idő és hőmérséklet emelésével ($\Delta E^*=20-45$). Mivel a természetes nyár faanyagok alig tartalmaznak járulékos anyagokat, így a színváltozás elsősorban a hemicellulózok degradációjának, valamint a keletkező degradációs termékeknek köszönhető.
6. Kültéri kitétségvizsgálatokkal igazoltam a kezeletlen faanyagokkal kapcsolatban különböző irodalmakból jól ismert megfigyelést, hőkezelt Pannonia nyár faanyag esetében is, miszerint a színváltozás nagyrészt az első 12 hónap során lejátszódik, a felület beszürkül és sötétebbé válik. Az eredmények azt mutatják, hogy a hőkezelt nyár faanyagok színe nem tartósabb a kezeletlenénél, mivel a színváltozás azonos idő alatt végbemegy minden esetben, a különböző menetrendekkel hőkezelt nyár faanyagok azonos idő alatt szürkülnek be a kezeletlennel. A mérések alapján feltártam, hogy 3 év kültéri kitétség hatására a 200°C-on hőkezelt Pannonia nyár faanyagoknak kisebb a teljes színváltozása ($\Delta E^*=21-42$) a kezeletlen faanyaghoz ($\Delta E^*=45$) képest, a 160°C-on kezeltfaanyagé ($\Delta E^*=47-60$) azonban nagyobb.
7. Laboratóriumi vizsgálatokkal feltártam, hogy a Pannonia nyár hőkezelése 160°C-on növényi olajokban, nem csökkenti sem a fehérkorhasztó kései laskagomba (*Pleurotus ostreatus*), sem pedig a vöröskorhasztó házi kéreggomba (*Poria placenta*) károsításának mértékét a 16 hetes inkubációs idő alatt. A 200°C-on végzett kezelések csak akkor javítják a gombaállóságot (30-35%-kal), ha legalább 4 óra hosszú a kezelés.

Irodalomjegyzék

Ahajji, A.; Diouf, P. N.; Aloui, F.; Elbakali, I.; Perrin, D.; Merlin, A.; George, B. (2009) Influence of heat treatment on antioxidant properties and colour stability of beech and spruce wood and their extractives. *Wood Science and Technology*, **43**(1), pp. 69-93.

Akgül, M.; Gümüşkaya, E.; Korkut, S. (2007) Crystalline structure of heat-treated Scots pine [*Pinus sylvestris* L.] and Uludağ fir [*Abies nordmanniana* (Stev.) subsp. bornmuelleriana (Mattf.)] wood. *Wood Science and Technology*, **41**(3), pp. 281-289.

Akyildiz, M. H.; Ates, S.; Özdemir, H. (2009) Technological and chemical properties of heat-treated Anatolian black pine wood. *African Journal of Biotechnology*, **8**(11), pp. 2565-2572.

Alén, R.; Kotilainen, R.; Zaman, A. (2002) Thermochemical behaviour of norway spruce (*Picea abies*) at 180-225°C. *Wood Science and Technology*, **36**(2), pp. 163-171.

Awoyemi, L.; Cooper, P. A.; Ung, T. Y. (2009) In-treatment cooling during thermal modification of wood in soy oil medium: soy oil uptake, wettability, water uptake and swelling properties. *European Journal of Wood and Wood Products*, **67**(5), pp. 465-470.

Ayadi, N.; Lejeune, F.; Charrier, F.; Charrier, B.; Merlin, A. (2003) Color stability of heat-treated wood during artificial weathering. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **61**(3), pp. 221-226.

Bekhta, P.; Niemz, P. (2003) Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood. *Holzforschung*, **57**(6), pp. 539-546.

Bengtsson, C.; Jermer, J.; Brem, F. (2002) Bending strength of heat treated spruce and pine timber. In: *International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP 02-40242.

Bhuiyan, T.; Hirai, N. (2000) Changes of crystallinity in wood cellulose by heat treatment under dried and moist conditions. *Journal of Wood Science*, **46**, pp. 431-436.

Bhuiyan, T.; Hirai, N. (2005) Study of crystalline behaviour of heat-treated wood cellulose during treatments in water. *Journal of Wood Science*, **51**, pp. 42-47.

Boonstra, M. J.; Tjeerdsma, B. F. (2006) Chemical analysis of heat treated softwoods. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **64**(3), pp. 204-211.

Boonstra, M.; Van Acker, J.; Tjeerdsma, B.; Kegel, E. (2007a) Strength properties of thermally modified softwoods and its relation to polymeric structural wood constituents. *Annals of Forest Science*, **64**, pp. 679-690.

Boonstra, M.; Van Acker, J.; Kegel, E.; Stevens, M. (2007b) Optimisation of a two-stage heat treatment process. Durability aspects. *Wood Science and Technology*, **41**(1), pp. 31-57.

- Boonstra, M. (2008) A two-stage thermal modification of wood. *PhD értekezés, Genti Egyetem, Belgium*, p. 233.
- Borrega, M.; Karenlampi, P. P. (2010) Hygroscopicity of heat-treated Norway spruce (*Picea abies*) wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, **68**(3), pp. 233-235.
- Bosshard, H. (1984) *Holzkunde Bd.3, Aspekte der Holzbearbeitung und Holzverwertung. Birkhäuser Verlag, Basel*
- Bourgois, J.; Guyonnet, R. (1988) Characterisation and analysis of torrefied wood. *Wood Science and Technology*, **22**(2), pp. 143-155.
- Bourgois, J.; Bartholin, M.; Guyonnet, R. (1989) Thermal treatment of wood: Analysis of the obtained product. *Wood science and Technology*, **23**(3), pp. 303-310.
- Burmester, A. (1973) Investigation on the dimensional stabilization of wood. *Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin-Dahlem*, pp. 50-56.
- Burmester, A. (1975). The dimensional stabilisation of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **33**(9), pp. 333-335.
- Chang, S.-T.; Wang, S.-Y.; Su, Y.-C.; Huang, S.-L.; Kuo, Y.-H.(1999) Chemical constituents and mechanisms of discolouration of Taiwania (*Taiwania cryptomerioides Hayata*) heartwood. 1. The structure reconfirmation and conversion mechanism of Taiwania. *Holzforschung*, **53**(2), pp. 142-146.
- Charrier, B.; Haluk, J. P.; Metche, M. (1995) Charakterization of European oak wood constituents acting in the brown discolouration during kiln drying. *Holzforschung*, **49**(2), pp. 168-172.
- Csonkáné, R. R. (2005) A flavonolok és a faanyag termikus átalakulása. *PhD. értekezés, NYME-Sopron*
- Dellus, V. A. S.; Janin, G. (1997) Polyphenols and colour of Douglas fir heartwood. *Holzforschung*, **51**(3), pp. 291-295.
- Dirol, D.; Guyonnet, R. (1993) Durability by rectification process. *In: International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 93-40015.*
- D'Jakonov, K.; Konepleva, T. (1967) Moisture absorption by scots pine wood after heat treatment. *Arhangel'sk*, **10**(1), pp. 112-114.
- Dubey, M. K.; Pang, S.; Walker, J. (2010a) Effect of oil heating age on colour and dimensional stability of heat treated *Pinus radiata*. *European Journal of Wood and Wood Products*, **68**, DOI 10.1007/s00107-010-0431-0
- Dubey, M. K.; Pang, S.; Walker, J. (2010b) Color and dimensional stability of oil heat-treated radiata pinewood after accelerated UV weathering. *Forest Products Journal*, **60**(5), pp. 453-459.

- Edvardsen, K.; Sandland, K. (1999) Increased drying temperature – Its influence on the dimensional stability of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **57**(3), pp. 207-209.
- Epmeier, H.; Bengtsson, C.; Westin, M. (2001) Effect of acetylation and heat treatment on dimensional stability and MOE of spruce timber. In: *First Conference of the European Society for Wood Mechanics (Konferenciakiadvány), Lausanne, Switzerland*
- Esteves, B.; Velez Marques, A.; Domingos, L.; Pereira, H. (2007a) Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood science and technology*, **41**(2), pp. 193-207.
- Esteves, B.; Videira, R.; Pereira, H. (2007b) Composition and ecotoxicity of heat treated pine wood extractives. In: *Proceedings of the 3rd European Conference on Wood Modification*, Cardiff-UK, pp. 325-332.
- Esteves, B.; Domingos, L.; Pereira, H. (2008a) Pine wood modification by heat treatment in air. *BioResources*, **3**(1), pp. 142-154.
- Esteves, B.; Graca, J.; Pereira, H. (2008b) Extractive composition and summative chemical analysis of thermally treated eucalypt wood. *Holzforschung*, **62**(4), pp. 344-351.
- Esteves, B.; Velez Marques, A.; Domingos, L.; Pereira, H. (2008c) Heat induced colour changes in pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood. *Wood science and technology*, **42**(5), pp. 369-384.
- Esteves, B.; Pereira, H. (2009) Wood modification by heat treatment: A review. *Bioresources*, **4**(1), pp. 370-404.
- Faix, O.; Fortmann, I.; Brenner, J.; Meier, D. (1991) Thermal degradation products of wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **49**(5), pp. 213-219.
- Falkehag, S. I.; Marton, J.; Adler, E. (1966) Kromophores in Kraft lignin. In: *Lignin structure and reactions*. Ed.: Marton, J.; American Chemistry Society, Washington D.C., USA, pp. 75-89.
- Fengel, D. (1966a) On the changes of the wood and its components within the temperature range up to 200°C-Part 1. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **24**(1), pp. 9-14.
- Fengel, D. (1966b) On the changes of the wood and its components within the temperature range up to 200°C-Part 2. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **24**(2), pp. 98-109.
- Fengel, D.; Wegener, G. (1989) Wood: chemistry, ultrastructure, reactions. *Walter de Gruyter*
- Giebeler, E. (1983) Dimensionsstabilisierung von Holz durch eine Feuchte/Warme/Druck-Behandlung. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **41**(1), pp. 87-94.
- Hakkou, M.; Pétrissans, M.; Zoulalian, A.; Gérardin, P. (2005) Investigation of wood wettability changes during heat treatment on the basis of chemical analysis. *Polymer Degradation and Stability*, **89**(1), pp. 1-5.

- Hancsók, J.; Krár, M.; Baladincz, J.; Vuk, T. (2006) Dízelgázolajok bioeredetű komponensei. Zsír-sav-metilészterek. *Magyar Kémikusok Lapja*, **61**(7), pp. 228-235.
- Hill, C. (2006) Wood modification – Chemical, thermal and other processes. *Wiley Series in Renewable Resources*, John Wiley & Sons Ltd., Chichester
- Hillis, W. (1984) High temperature and chemical effects on wood stability. Part 1. General considerations. *Wood science and Technology*, **18**(3), pp. 281-293.
- Hon, D. N.; Shiraishi, N., eds. (1991): Wood and Cellulosic Chemistry. *Marcel Dekker*, New York, pp. 395-454.
- Horváth, N. (2008) A termikus kezelés hatása a faanyag tulajdonságaira, különös tekintettel a gombaállóságra. *PhD értekezés, NymE-FMK, Sopron*, pp. 44-49.
- Inoue, M.; Norimoto, M.; Tanahashi, M.; Rowell, R (1993) Steam or heat fixation of compressed wood. *Wood and Fiber Science*, **25**(3), pp. 224-235.
- Jamsa, S.; Ahola, P.; Viitaniemi, P. (2000) Long-term natural weathering of coated ThermoWood. *Pigment & Resin Technology*, **29**(2), pp. 68-74.
- Jamsa, S.; Viitaniemi, P. (2001) Heat treatment of wood – Better durability without chemicals. In: *Special Seminar (Konferenciakiadvány)*, Antibes, France
- Johansson, C. I.; Saddler, J. N.; Beatson, R. (2000) Characterisation of the polyphenolics related to the colour of western red cedar (*Thuja plicata Donn*) heartwood. *Holzforschung*, **54**(3), pp. 246-254.
- Joscák, T.; Mamonová, M.; Babiak, M.; Teischinger, A.; Müller, U. (2007) Effects of high temperature drying in nitrogen atmosphere on mechanical and colour properties of Norway spruce. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **65**(3), pp. 285-291.
- Kamdern, D.; Pizzi, A.; Triboulot, M. (2000) Heat-treated timber: Potentially toxic byproducts presence and extent of wood cell wall degradation. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **58**(3), pp. 253-257.
- Kamdern, D.; Pizzi, A.; Jermannaud, A. (2002) Durability of heat-treated wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **60**(1), pp. 1-6.
- Keith, C.T.; Chang, C.I. (1978) Properties of heat-darkened wood. I. Hygroscopic properties. *Report, Eastern Forest Products Laboratory, Canada, No. OPX213E*
- Kim, G.; Yun, K.; Kim, J. (1998) Effect of heat treatment on the decay resistance and the bending properties of radiata pine sapwood. *Material und Organismen*, **32**(2), pp. 101-108.
- Kim, D-Y.; Nishiyama, Y.; Wada, M.; Kuga, S.; Okano, T. (2001) Thermal Decomposition of Cellulose Crystallites in Wood. *Holzforschung*, **55**(5), pp. 521-524.
- Kleinert, T.N. (1970) Physical and chemical changes occurring in naturally exposed wood. *Holzforschung und Holzverwertung*. **22**, pp. 21-24.

- Kocaefe, D.; Poncsak, S.; Boluk, Y. (2008) Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen. *Bioresources*, **3**(2), pp. 517-537.
- Kollmann, F. (1936) *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*. Springer Verlag, Berlin
- Kollmann, F.; Schneider, A. (1963) On the sorption behaviour of heat stabilized wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **21**(3), pp. 77-85.
- Kollmann, F.; Fengel, D. (1965) Changes in the chemical composition of wood by heat treatment. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **12**(6), pp. 461-468.
- Korkut, D.; Akgü, M.; DüNDAR, T. (2008a) The effects of heat treatment on some technological properties of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) wood. *Bioresource Technology*, **99**, pp. 1861-1868.
- Korkut, D.; Guller, B. (2008b) The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. *Bioresource Technology*, **99**, pp. 2846-2851.
- Kotilainen, R.; Tojvannen, T.; Alén, R. (2000) FTIR monitoring of chemical changes in softwood during heating. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, **20**(3), pp. 307-320.
- Kraus, B. (2003) *Thermisch behandeltes Holz-Chemische Veränderungen bei Temperatur, Klassifizierung und Qualitätskontrolle*. Diplomamunka, BOKU-Wien
- Kubojima, Y.; Okano, T.; Ohta, M. (1998) Vibrational properties of Sitka spruce heat-treated in nitrogen gas. *Journal of Wood Science*, **44**(1), pp. 73-77.
- Kubojima, Y.; Okano, T.; Ohta, M. (2000a) Vibrational properties of heat-treated green wood. *Journal of Wood Science*, **46**(1), pp. 63-67.
- Kubojima, Y.; Okano, T.; Ohta, M. (2000b) Bending strength of heat-treated wood. *Journal of Wood Science*, **46**(1), pp. 8-15.
- Kürschner, K.; Melcerová, A. (1965) Über die chemischen Veränderungen des Buchenholzes bei thermischer Behandlung – Teil 1: Chemische Veränderungen von Sägespänen bei 1-28 tägiger Erhitzung auf 80-160°C. *Holzforschung*, **19**(3), pp. 161-171.
- Manninen, A. M.; Pasanen, P.; Holopainen, J. K. (2002) Comparing the atmospheric emissions between air-dried and heat-treated Scots pine wood. *Atmospheric Environment*, **36**(11), pp. 1763-1768.
- Mayes, D.; Oksanen, O. (2002) *ThermoWood Handbook*. Finnforest, Finland
- Mazela, B.; Zakrzewski, R.; Grzeskowiak, W.; Cofta, G.; Bartkowiak, M (2003) Preliminary research on the biological resistance of thermally modified wood. In: *First European Conference on Wood Modification (Konferenciakiadvány)*, Ghent, Belgium, pp. 113-120.

- Mburu, F.; Dumarcay, S.; Bocquet, J. F.; Pétrissans, M.; Gérardin, P. (2008) Effect of chemical modifications caused by heat treatment on mechanical properties of *Grevillea robusta* wood. *Polymer Degradation and Stability*, **93**, pp. 401-405.
- McDonald, A. G.; Fernandez, M.; Kreber, B. (1997) Chemical and UV-VIS spectroscopic study on kiln brown stain formation in Radiata pine. *9th International Symposium of Wood and Pulping Chemistry*, Montreal, Canada, pp. 1-5.
- Melcerová, A.; Sindler, J.; Melcer, I. (1993) Chemische Veränderungen von Robinienholz nach hydrothermischer Behandlung. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **51**(4), pp. 373-377.
- Mészáros, E. (2005) Lignocellulóz tartalmú anyagok termikus vizsgálata. *Magyar Tudományos Akadémia, Kémiai Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Kutatólaboratórium*, Budapest
- Metsa-Kortelainen, S.; Antikainen, T.; Viitaniemi, P. (2006) The water absorption of sapwood and heartwood of Scots pine and Norway spruce heat-treated at 170°C, 190°C, 210°C and 230°C. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **64**(2), pp. 192-197.
- Miklečić, J.; Jirous-Rajković, V.; Pervan, S.; Grujić, S. (2010) Oils usage in finishing of thermally modified wood in outdoor applications. *Wood is good - Transfer of knowledge in practice as a way out of the crisis. Szerk.: Despot, Radovan, Zágrábi Egyetem*, pp. 89-96.
- Militz, H. (2002) Heat treatment of wood: European processes and their background. *In: International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 02-40241*.
- Mitchell, R.L.; Seborg, R.M.; Millett, M.A. (1953) Effect of heat on the properties and chemical composition of Douglas-fir wood and its major components. *Journal of the Forest Products Research Society*, **3**(4), pp. 38-42.
- Mitchell, P. (1988) Irreversible property changes of small Loblolly Pine specimens heated in air, nitrogen, or oxygen. *Wood and Fiber Science*, **20**(3) pp. 320-333.
- Mitsui, K.; Takada, H.; Sugiyama, M.; Hasegawa, R. (2001) Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment: Part 1. Effect of treatment conditions on the change in color. *Holzforschung*, **55**(3), pp. 601-605.
- Mitsui, K.; Murata, A.; Kohara, M.; Tsuchikawa, S. (2003) Colour modification of wood by light irradiation and heat treatment. *In: First European Conference on Wood Modification (Konferenciakiadvány), Ghent, Belgium*, pp. 43-52.
- Mitsui, K.; Murata, A.; Tolvaj, L. (2004)) Changes in the properties of light-irradiated wood with heat treatment: Part 3. Monitoring by DRIFT spectroscopy. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **62**(2), pp. 164-168.
- Molnár, S. (1999) Faanyagismeret, *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest
- Molnár, S.; Bariska, M. (2002) Magyarország ipari fái, *Szaktudás Kiadó Ház*, Budapest pp. 142-149.

- Molnár, S.; Tolvaj, L.; Németh, R. (2006) Holzqualität und Homogenisierung der Farbe von Zerreiche (*Quercus cerris* L.) mittels Dämpfprozess. *Holztechnologie*, **47**(5), pp. 20-23.
- Nassar, M. M.; MacKay, G. D. M. (1984) Mechanism of Thermal Decomposition of Lignin. *Wood and Fiber Science*, **16**(3) pp. 441-453.
- Négrié, G. (2012) TMT: Aktuelle Situation in Frankreich. In: *7. Europäischer TMT Workshop, 2012.04.26—27. Drezda*, pp. 47-58.
- Németh, K. (1997) Faanyagkémia. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest
- Németh, K. (1998) A faanyag degradációja. *Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest
- Németh, K. (2007) Faanyagkémia. *A természet világa*, **2007/I** pp. 96-97.
- Németh, R. (2002) A hidrotermikus kezelés hatása az akác faanyagának szorpciós tulajdonságaira. *PhD értekezés, NymE-FMK, Sopron*, pp. 50-52.
- Németh, R.; Molnár, S.; Tolvaj, L.; Ábrahám, J. (2004) Physical and mechanical properties of steamed beech wood (with and without red heart). In: *COST E44 "Wood Processing Strategy" Training course "Beech wood: From forestry to end products" Göttingen, Németország, November 3-6*.
- Nikolov, S.; Enceev, E. (1967) Effect of heat treatment on the sorption dynamics of beech wood. *Nauc. Trud. Lesoteh.* **14**(3), pp. 71-77.
- Noack, D. (1969) Über die Heisswasserbehandlung von Rotbuchenholz im Temperaturbereich von 100 bis 180°C. *Holz und Holzverwertung* **21**(5), pp. 118-124.
- Nuopponen, M.; Vuorinen, T.; Jamsa, S.; Viitaniemi, P. (2003) The effects of heat treatment on the behaviour of extractives in softwood studied by FTIR spectroscopic methods. *Wood Science and Technology*, **37**(1), pp. 109-115.
- Nuopponen, M.; Vuorinen, T.; Jamsa, S.; Viitaniemi, P. (2004a) Thermal modifications in softwood studied by FT-IR and UV resonance Raman spectroscopies. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, **24**(1), pp. 13-16.
- Nuopponen, M.; Wikberg, H.; Vuorinen, T.; Maunu, S.L.; Jamsa, S.; Viitaniemi, P. (2004b) Heat-treated softwood exposed to weathering. *Journal of Applied Polymer Science*, **91**(4), pp. 2128-2134.
- Pfriem, A.; Grothe, T.; Wagenführ, A. (2007) Einfluss der thermischen Modifikation auf das instationäre Sorptionsverhalten von Fichte (*Picea abies* (L.)Karst.). *Holz als Roh- und Werkstoff*, **65**(4), pp. 321-323.
- Phuong, L.; Shida, S.; Saito, Y. (2007) Effects of heat treatment on brittleness of *Styrax tonkinensis* wood. *Journal of Wood Science*, **53**, pp. 181-186.
- Podgorski, L.; Chevet, B.; Onic, L.; Merlin, A. (2000) Modification of wood wettability by plasma and corona treatments. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, **20**(2), pp. 103-111.

- Poncsak, S.; Kocafe, D.; Bouazara, M.; Pichette, A. (2006) Effect of high temperature treatment on the mechanical properties of birch (*Betula papyrifera*). *Wood Science and Technology*, **40**(4), pp. 647-663.
- Poncsak, S.; Kocafe, D.; Younsi, R. (2009) Improvement of the heat treatment of Jack pine (*Pinus banksiana*) using ThermoWood technology. *European Journal of Wood and Wood Products*. 67, DOI 10.1007/s00107-010-0426-x
- Popper, R.; Niemz, P.; Eberle, G. (2005) Untersuchungen zum Sorptions- und Quellungsverhalten von thermisch behandeltem Holz. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **63**(2), pp. 135-148.
- Repellin, V.; Guyonnet, R. (2005) Evaluation of heat-treated wood swelling by differential scanning calorimetry in relation to chemical composition. *Holzforschung*, **59**(1), pp. 28-34.
- Rezayati Charani, P.; Mohammadi Rovshandeh, J.; Mohebbi, B.; Ramezani, O. (2007) Influence of hydrothermal treatment on the dimensional stability of beech wood. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, **5**(2), pp. 125-131.
- Roffael, E.; Schaller, K. (1971) The influence of thermal treatment on cellulose. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **29**(7), pp. 275-278.
- Runkel, R.O.H. (1951) Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltens von Holz. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **9**(1), pp. 41-53.
- Rusche, H. (1973a) Thermal degradation of wood at temperatures up to 200°C. Part I. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **31**(3), pp. 273-281.
- Rusche, H. (1973b) Thermal degradation of wood at temperatures up to 200°C. Part II. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **31**(4), pp. 307-312.
- Sailer, M.; Rapp, A.O.; Leithoff, H.; Peek, R.D. (2000) Upgrading of wood by application of an oil-heat treatment. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **31**(1), pp: 15-22.
- Sandermann, W.; Augustin, H. (1964) Chemical investigations on the thermal decomposition of wood – Part III:: Chemical investigation on the course of decomposition. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **22**(10), pp. 377-386.
- Sarni, F.; Moutounet, M.; Puech, J.-L.; Rabier, P. (1990) Effect of heat treatment on oak wood extractable compounds. *Holzforschung*, **44**(6), pp. 461-466.
- Scheiding, W. (2004) Vorträge an „Thermoholz Workshop“, Tagungsband - CD, IHD - Dresden- 2004
- Schmidt, J. A.; Rye, C. S.; Gurnagul, N. (1995) Lignin inhibits autooxidative degradation of cellulose. *Polymer Degradation and Stability*, **49**. pp. 291-297.
- Schneider, A.; Rusche, H. (1973) Sorption behaviour of beech and spruce wood after heat treatment in air and in vacuum. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **31**(8), pp. 313-319.

- Seborg, R.; Millet M.; Stamm, A. (1945) Heat-stabilized compressed wood. *Mechanical Engineering*, **67**(1), pp. 25-31.
- Seborg, R.M., Tarkow, H., Stamm, A.J. (1953). Effect of heat upon the dimensional stabilization of wood. *Journal of the Forest Products Research Society*, **3**(3), pp. 59-67.
- Sehlstedt-Persson, M. (2003) Colour responses to heat treatment of extractives and sap from pine and spruce. *8th International IUFRO Wood Drying Conference (Konferenciakiadvány)*, Brassó, Románia, pp. 459-464.
- Sivonen, H.; Maunu, S.; Sundholm, F.; Jamsa, S.; Viitaniemi, P. (2002) Magnetic resonance studies of thermally modified wood. *Holzforschung*, **56**(6), pp. 648-654.
- Stamm, A.J.; Hansen, L.A. (1937) Minimizing wood shrinkage and swelling. Effect of heating in various gases. *Industrial and Engineering Chemistry*, **29**(7), pp. 831-833.
- Stamm, A.; Burr, H.; Kline, A. (1946) Staywood - A heat stabilized wood. *Industrial and Engineering Chemistry*, **38**(6) pp. 630-634.
- Stamm, A. (1956) Thermal degradation of wood and cellulose. *Industrial and Engineering Chemistry*, **48**(6) pp. 413-417.
- Sundqvist, B.; Morén, T. (2002) The influence of wood polymers and extractives on wood colour induced by hydrothermal treatment. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **60**(4), pp. 375-376.
- Sundqvist, B. (2004) Colour changes and acid formation in wood during heating. *PhD. értekezés, Lulea University of Technology*, ISSN: 1402-1544, p. 17.
- Sundqvist, B.; Karlsson, O.; Westermark, U. (2006) Determination of formic-acid and acetic acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to colour, strength and hardness. *Wood Science and Technology*, **40**(6), pp. 549-561.
- Tiemann, H. (1920) Effect of different methods of drying on the strength and hygroscopicity of wood. In: *3rd Ed. „The kiln drying of lumber”* Chap. 11. J. P. Lippincott Co.
- Tjeerdsma, B.; Boonstra M; Militz, H. (1998a) Thermal modification of non-durable wood species. Part 2. Improved wood properties of thermally treated wood. In: *International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP 98-40124.
- Tjeerdsma, B.; Boonstra M.; Pizzi, A.; Tekely, P.; Militz, H. (1998b) Characterisation of thermally modified wood: Molecular reasons for wood performance improvement. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **56**(2), pp. 149-153.
- Tjeerdsma, B.; Stevens, M.; Militz, H. (2000) Durability aspects of hydrothermal treated wood. In: *International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP 00-40160.

- Tjeerdsma, B.; Stevens, M.; Militz, H.; Van Acker, J. (2002) Effect of process conditions on moisture content and decay resistance of hydro-thermally treated wood. *Holzforschung und Holzverwertung*, **5**, pp. 94-99.
- Tjeerdsma, B. F.; Militz, H (2005) Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **63**(1), pp. 102-111.
- Tolvaj, L.; Faix, O. (1995) Artificial aging of wood monitored by drift spectroscopy and CIEL*a*b* color measurements. *Holzforschung*, **49**(5), pp. 397-404.
- Tolvaj, L.; Molnár, S.; Németh, R.; Nagy, I. (2008) A gőzölt akác faanyag színének időjárás-állósága. *Faipar*, **56**(különszám), pp. 39-42.
- Tolvaj, L.; Molnár, S.; Richter, H.G.; Riehl, T. (2000) Hydrothermal treatment (steaming) under atmospheric and pressure conditions. In: *Richter, H.G. (Szerk.): Technology for High Quality Products from Black Locust. Konferencia: Bugac, Magyarország, 2000.10.08-11.*, pp. 1-11.
- Tolvaj, L.; Molnár, S.; Takáts, P.; Németh, R. (2006) A bükk (*Fagus silvatica* L.) faanyag fehér- és színes gesztje színének változása a gőzölési idő és a hőmérséklet függvényében. *Faipar*, **54**(2-3), pp. 15-20.
- Tolvaj, L.; Molnár, S.; Takáts, P.; Varga, D. (2004) Az akác (*Robinia pseudoacacia* L.) faanyag színének változása a gőzölési idő és hőmérséklet függvényében. *Faipar*, **52**(4), pp. 9-14.
- Tolvaj, L.; Preklet, E.; Barta, E.; Papp, G. (2001) Dependence on light sources of the artificial photodegradation of wood. In: *Workshop within COST action E-18, High Performance Wood Coatings. Konferencia: Párizs, Franciaország, 2001.06.18-19.*, pp. 1-11.
- Tóth, B. (2006) Nemesnyár-fajták ismertetője. *Agroinform Kiadó és Nyomda Kft. Budapest*
- Varga, C. (2012) Élelmiszeripari ismeretek. Napraforgó (*Helianthus annuus*). A *Nyíregyházi Főiskola elektronikus jegyzete*.
 Forrás: <http://zeus.nyf.hu/~tkgt/okse/elista08/elis0810.pdf>
- Varga, D. (2008) A gőzölés modifikáló hatásának vizsgálata két európai és két trópusi fafaj egyes fizikai-mechanikai tulajdonságainak tükrében. *PhD értekezés, NymE-FMK, Sopron*, pp. 20-22.
- Varga, D.; Van der Zee, M. E. (2008) Influence of steaming on selected wood properties of four hardwood species. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **66**(1), pp. 11-18.
- Vital, B.; Lucia, R.; Della, R.; Euclides, R. (1983) Effect of heating on some properties of *Eucalyptus saligna* wood. *Revista-Arvore*, **7**(2), pp. 136-146.
- Wang, J. Y.; Cooper, P. A. (2005) Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **63**(4), pp. 417-422.

- Weiland, J.; Guyonnet, R. (2003) Study of chemical modifications and fungi degradation of thermally modified wood using DRIFT spectroscopy. *Holz als Roh- und Werkstoff*, **61**(3), pp. 216-220.
- Welzbacher, C.; Rapp, O. (2002) Comparison of thermally modified wood originating from four industrial scale processes-durability. In: *International Research Group on Wood Preservation*, IRG/WP 02-40229.
- White, R.H. (1987) Effect of Lignin content and extractives on the higher heating value of wood. *Wood And Fiber Science*, **19**(5), pp. 446-452.
- Wikberg, H.; Maunu, S. (2004) Characterisation of thermally modified hard- and softwoods by ¹³C CPMAS NMR. *Carbohydrate Polymers*, **58**, pp. 461-466.
- Winandy, J.; Lebow, P. (2001) Modeling strength loss in wood by chemical composition. Part I. An individual component model for southern pine. *Wood And Fiber Science*, **33**(2), pp. 239-254.
- Windeisen, E.; Strobel, C.; Wegener, G. (2007) Chemical changes during the production of thermo-treated beech wood. *Wood Science and Technology*, **41**(6), pp. 523-536.
- Yildiz, S.; Gezer, D.; Yildiz, U. (2006) Mechanical and chemical behaviour of spruce wood modified by heat. *Building Environmental*, **41**, pp. 1762-1766.
- Yun, K.-E.; Kim, G.-H.; Kim, J.-J. (1999). Effect of heat treatment on the dimensional stability and bending properties of radiata pine sapwood. *Journal of Korean Wood Science and Technology*, **27**(4), pp. 30-37.
- Zaman, A.; Alen, R.; Kotilainen, R. (2000) Heat behaviour of *Pinus sylvestris* and *Betula pendula* at 200-230°C. *Wood and fiber science*, **32**(2), pp. 138-143.
- Zollfrank, C.; Fromm, J. (2009) Ultrastructural development of the softwood cell wall during pyrolysis. *Holzforschung*, **63**(2), pp. 248-253.

A témában megjelent publikációk

Idegen nyelvű lektorált tudományos folyóiratban megjelent szakcikkek

1. Németh, R.; Bak, M.; Tolvaj, L.; Molnár, S. (2009): The effect of thermal treatment using vegetable oils on physical and mechanical properties of Poplar and Robinia wood. *Pro Ligno*, **5**(2), pp. 33-37. ISSN 1841-4737
2. Bak, M.; Németh, R. (2012) Changes in swelling properties and moisture uptake rate of oil-heat-treated poplar (*Populus × euramericana* cv. Pannonia) wood. *BioResources*, **7**(4), pp. 5128-5137.
3. Németh, R.; Bak, M.; Csordós, D. (2012) Thermische Modifizierung von Buche und Pappel mittels Paraffin. *Holztechnologie*, **53**(3), megjelenés alatt

Idegen nyelvű konferencia kiadványban megjelent szakcikkek

4. Bak, M.; Németh, R.; Tolvaj, L.; Molnár, S. (2009): The Effect of Thermal Treatment using Vegetable Oils on Selected Properties of Poplar and Robinia wood. *Proceeding of The Fourth European Conference on Wood Modification 2009. Stockholm, Sweden, SP Technical Research Institute of Sweden*. pp. 201-204. ISBN 978-91-86319-36-6
5. Németh, R.; Bak, M.; Tolvaj, L.; Molnár, S. (2009): The effect of thermal treatment using vegetable oils on physical and mechanical properties of Poplar and Robinia wood. *PROCEEDINGS OF International Conference "WOOD SCIENCE AND ENGINEERING IN THE THIRD MILLENNIUM" – ICWSE 2009. "Transilvania" University of Brasov, Romania, 04-06 June 2009*. pp. 77-80. ISSN 1843-2689
6. Bak, M.; Németh, R.; Tolvaj, L.; Molnár, S. (2009): (orosz nyelvű) A különböző növényi olajokban végzett hőkezelés hatása a nyár és az akác kiválasztott tulajdonságaira. *Konferenciakiadvány: "Az orosz erdő a XXI. században" 2009. Szentpétervár, Oroszország, Szentpétervári Állami Műszaki Egyetem*. pp. 63-68.
7. Bak, M.; Németh, R. (2010) The colour change of Oil-Heat-Treated timber during weathering. *In: Proceedings of The 4th Conference on Hardwood Research and Utilisation in Europe, Sopron, 2010. május 17-18.*, pp. 170-177., ISBN 978-963-9883-52-9
8. Németh, R.; Bak, M.; Tolvaj, L. (2012) Properties of Thermally Modified Poplar Wood in Open and Closed Systems. *In: Parviz Navi (szerk.) COST FP0904 Workshop „Current and Future Trends of Thermo-Hydro-Mechanical Modification of Wood.: Opportunities for new markets?, March 26-28, 2012, Nancy, Franciaország, 2012.03.26-28.*, pp. 98-101.
9. Bak, M.; Németh, R. (2012) Modification of wood by Oil Heat Treatment. *In: Neményi, M.; Heil, B.; Kovács, J.A.; Facskó, F. (szerk.) International Scientific*

Conference on Sustainable Development & Ecological Footprint, The Impact of Urbanization, Industrial and Agricultural Technologies on the Natural Environment. Sopron, 2012.03.26-27. Paper 11., pp. 1-5., (ISBN:978-963-334-047-9)

Magyar nyelvű folyóiratban megjelent szakcikkek

10. Bak, M.; Németh, R.; Tolvaj, L.; Molnár, S. (2008) Ültetvényes természetből származó fafajok anyagának hőkezelése növényi olajban. *Faipar*, **56**(különszám), pp. 22-26.
11. Németh, R.; Ábrahám, J.; Bak, M.; Molnár, S. (2011) Faanyagok modifikálása az NymE Faipari Mérnöki Karán. *Magyar Asztalos és Faipar*, **20**(1) pp. 64-65.

Poszter

12. Molnár, S.; Fehér, S.; Németh, R.; Horváth, N.; Komán, Sz.; Bak, M. (2008) Ültetvényes faanyagok hasznosításának új módszerei és termékei. *Az Alföldi Erdőkért Egyesület Kutatói Napja 2008.11.07.*
13. Bak, M.; Németh, R.; Molnár, S. (2011) The colour change of Oil-Heat-Treated poplar during weathering. *Annual meeting of IAWS, Stockholm, Svédország, 2011.06.31-09.02.*
14. Bak, M.; Németh, R.; Csordós, D. (2012) Modification of wood by heat treatment in paraffin. *7. Thermowood Workshop, Drezda, 2012.04.26-27.*
15. Horváth, N.; Bak, M.; Németh, R. (2012) Modification of poplar wood by different heat treatments. *7. Thermowood Workshop, Drezda, 2012.04.26-27.*

Ábrajegyzék

- 1. ábra** A hőkezelt faanyag előállításának alakulása Európában
7. oldal
- 2. ábra** Kezeletlen és 230°C-on különböző ideig kezelt faanyag kémiai összetétele
11. oldal
- 3. ábra** A sejtfal cellulóztartalmának feltételezett szerkezeti átalakulása hő hatására
14. oldal
- 4. ábra** A hőmérséklet és kezelési idő hatása a lignin hőbomlására
16. oldal
- 5. ábra** Tömegcsökkenés a kezelési idő függvényében különböző hőmérsékleteken
18. oldal
- 6. ábra** Kezeletlen (a) és 250°C-on 2 órán át N₂ atmoszférában hőkezelt (b) faanyag szorpciós-deszorpciós izotermái
20. oldal
- 7. ábra** Hőkezelő berendezés
38. oldal
- 8. ábra** A kihelyezett próbatestek a kereteken
45. oldal
- 9. ábra** A rostirányú nyomószilárdság alakulása az egyes menetrendeknél
48. oldal
- 10. ábra** A rostirányú húzószilárdság alakulása az egyes menetrendeknél
50. oldal
- 11. ábra** A hajlítószilárdság alakulása az egyes menetrendeknél
52. oldal
- 12. ábra** Az ütő-hajlító szilárdság alakulása az egyes menetrendeknél
54. oldal
- 13. ábra** A felvett olaj eltérő keresztmetszeti eloszlása és az eltérő olajfelvétel szemléltetése a faanyagban, azonos menetrend esetén (160°C/6 óra)
57. oldal
- 14. ábra** A kontroll és a hőkezelt faanyagok légszáraz sűrűségei
58. oldal
- 15. ábra** A dimenzióstabilitás növekedése (ASE) a hőkezelés hatására húrirányban
59. oldal
- 16. ábra** A húrirányú dagadási együtthatók értékei a vizsgált faanyagoknál

61. oldal
- 17. ábra** A dimenzióstabilitás növekedése (ASE) a hőkezelés hatására hűrirányban
62. oldal
- 18. ábra** A sugárirányú dagadási együtthatók értékei a vizsgált faanyagoknál
63. oldal
- 19. ábra** A dagadási anizotrópia alakulása az egyes kezelések esetén
64. oldal
- 20. ábra** Napraforgóolajban hőkezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermái
($T=20^{\circ}\text{C}$)
65. oldal
- 21. ábra** Lenolajban hőkezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermái ($T=20^{\circ}\text{C}$)
65. oldal
- 22. ábra** Repceolajban hőkezelt és kezeletlen faanyagok szorpciós izotermái ($T=20^{\circ}\text{C}$)
66. oldal
- 23. ábra** A nedvességtartalom változása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: napraforgóolaj*)
69. oldal
- 24. ábra** A nedvességtartalom változása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: lenolaj*)
70. oldal
- 25. ábra** A nedvességtartalom változása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: repceolaj*)
70. oldal
- 26. ábra** A párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: napraforgóolaj*)
70. oldal
- 27. ábra** A párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: lenolaj*)
72. oldal
- 28. ábra** A párafelvétel sebessége az egyes vizsgálati szakaszokban normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: repceolaj*)
72. oldal
- 29. ábra** Az ENT-hányadosok alakulása az idő függvényében normál klímán
($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; *Hőkezelő közeg: napraforgóolaj*)

	73. oldal
30. ábra Az ENT-hányadosok alakulása az idő függvényében normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; <i>Hőkezelt közeg: lenolaj</i>)	73. oldal
31. ábra Az ENT-hányadosok alakulása az idő függvényében normál klímán ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; <i>Hőkezelt közeg: repceolaj</i>)	74. oldal
32. ábra A világosság (L^*) alakulása az egyes menetrendeknél	75. oldal
33. ábra A vörös színezet (a^*) alakulása az egyes menetrendeknél	77. oldal
34. ábra A sárga színezet (b^*) alakulása az egyes menetrendeknél	78. oldal
35. ábra A színtelítettség (C^*) alakulása az egyes menetrendeknél	80. oldal
36. ábra A színínger különbség (ΔE^*) alakulása az egyes menetrendeknél	82. oldal
37. ábra Kezeletlen és hőkezelt nyár próbatestek	84. oldal
38. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok L^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során	86. oldal
39. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok L^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során	86. oldal
40. ábra Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok L^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során	87. oldal
41. ábra Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok a^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során	88. oldal
42. ábra Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok a^* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során	88. oldal

- 43. ábra** Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok a* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során
89. oldal
- 44. ábra** Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok b* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során
90. oldal
- 45. ábra** Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok b* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során
91. oldal
- 46. ábra** Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok b* színkoordinátájának változása a kültéri kitettség során
91. oldal
- 47. ábra** Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok színtelítettségének (C*) változása a kültéri kitettség során
93. oldal
- 48. ábra** Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok színtelítettségének (C*) változása a kültéri kitettség során
93. oldal
- 49. ábra** Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok színtelítettségének (C*) változása a kültéri kitettség során
94. oldal
- 50. ábra** Kezeletlen és napraforgóolajban hőkezelt faanyagok teljes színváltozásának (ΔE^*) változása a kültéri kitettség során
95. oldal
- 51. ábra** Kezeletlen és lenolajban hőkezelt faanyagok teljes színváltozásának (ΔE^*) változása a kültéri kitettség során
95. oldal
- 52. ábra** Kezeletlen és repceolajban hőkezelt faanyagok teljes színváltozásának (ΔE^*) változása a kültéri kitettség során
96. oldal
- 53. ábra** Próbatetek színváltozása 6 hónap kültéri kitettség hatására
97. oldal
- 54. ábra** Próbatetek színváltozása 12 hónap kültéri kitettség hatására
97. oldal
- 55. ábra** Próbatetek színváltozása 36 hónap kültéri kitettség hatására

97. oldal

56. ábra A kései laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) károsításának mértéke a vizsgált faanyagoknál

98. oldal

57. ábra A házi kéreggomba (*Poria placenta*) károsításának mértéke a vizsgált faanyagoknál

99. oldal

Táblázatjegyzék

1. Táblázat Alkalmazott olajok jellemző zsírsavösszetétele	36. oldal
2. Táblázat Alkalmazott olajok fizikai-kémiai jellemzői	36. oldal
3. Táblázat Alkalmazott hőkezelő menetrendek	37. oldal
4. Táblázat A nyomószilárdsági értékek fontosabb eredményei	49. oldal
5. Táblázat A húzószilárdsági értékek fontosabb eredményei	51. oldal
6. Táblázat A hajlítószilárdsági értékek fontosabb eredményei	53. oldal
7. Táblázat Az ütő-hajlító szilárdsági értékek fontosabb eredményei	55. oldal
8. Táblázat A tömeg változása az egyes hőkezelő menetrendek esetén	57. oldal
9. Táblázat A húrirányú dagadás és ASE értékek fontosabb eredményei	60. oldal
10. Táblázat A sugárirányú dagadás és ASE értékek fontosabb eredményei	62. oldal
11. Táblázat A dagadási anizotrópia értékek fontosabb eredményei	64. oldal
12. Táblázat Egyensúlyi fanedvesség különböző relatív páratartalmak mellett, 20°C-on	67. oldal
13. Táblázat A világossági értékek (L*) fontosabb eredményei	76. oldal
14. Táblázat A vörös színezet értékeinek (a*) fontosabb eredményei	77. oldal
15. Táblázat A sárga színezet értékeinek (b*) fontosabb eredményei	79. oldal
16. Táblázat A színtelítettség értékeinek (C*) fontosabb eredményei	81. oldal
17. Táblázat A színinger különbség (ΔE^*) fontosabb eredményei	

83. oldal

18. Táblázat A vizsgált tulajdonságok változásának összefoglaló táblázata

104. oldal

Mellékletek jegyzéke

- I. Melléklet** A rostirányú nyomószilárdság vizsgálat eredményei
- II. Melléklet** A rostirányú húzószilárdság vizsgálat eredményei
- III. Melléklet** A hajlítószilárdság vizsgálat eredményei
- IV. Melléklet** Az ütő-hajlító szilárdságvizsgálat eredményei
- V. Melléklet** A sűrűségvizsgálat eredményei
- VI. Melléklet** A húrirányú dagadás és dimenzióstabilitás vizsgálat eredményei
- VII. Melléklet** A húrirányú dagadási együttható vizsgálat eredményei
- VIII. Melléklet** A sugárirányú dagadás és dimenzióstabilitás vizsgálat eredményei
- IX. Melléklet** A sugárirányú dagadási együttható vizsgálat eredményei
- X. Melléklet** A dagadási anizotrópia vizsgálat eredményei
- XI. Melléklet** Egyensúlyi nedvességtartalmak az adott relatív páratartalmak mellett, 20°C-on
- XII. Melléklet** Pillanatnyi nedvességtartalmak a vizsgált időpontokban (T=20°C; $\varphi=65\%$)
- XIII. Melléklet** A párafelvétel sebessége a vizsgálati szakaszokban (T=20°C; $\varphi=65\%$)
- XIV. Melléklet** ENT-hányados a vizsgált időpontokban (T=20°C; $\varphi=65\%$)
- XV. Melléklet** A vizsgált faanyagok színjellemzői
- XVI. Melléklet** A vizsgált faanyagok színjellemzőinek változása a kültéri kitettség során
- XVII. Melléklet** A gombaállóság vizsgálat eredményei
- XVIII. Melléklet** A nyomószilárdság vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XIX. Melléklet** A húzószilárdság vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XX. Melléklet** A hajlítószilárdság vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXI. Melléklet** Az ütő-hajlító szilárdságvizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXII. Melléklet** A sűrűségvizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXIII. Melléklet** A húrirányú dagadás vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXIV. Melléklet** A húrirányú dagadási együtthatók varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXV. Melléklet** A sugárirányú dagadás vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXVI. Melléklet** A sugárirányú dagadási együtthatók varianciaanalízisének eredménytáblája

- XXVII. Melléklet** A dagadási anizotrópia vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája
- XXVIII. Melléklet** Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=20\%$)
- XXIX. Melléklet** Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=40\%$)
- XXX. Melléklet** Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$)
- XXXI. Melléklet** Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=80\%$)
- XXXII. Melléklet** Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=95\%$)
- XXXIII. Melléklet** A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; $t=4\text{h}$)
- XXXIV. Melléklet** A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; $t=8\text{h}$)
- XXXV. Melléklet** A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; $t=24\text{h}$)
- XXXVI. Melléklet** A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; $t=48\text{h}$)
- XXXVII. Melléklet** A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; $t=72\text{h}$)
- XXXVIII. Melléklet** A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája ($T=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi=65\%$; $t=172\text{h}$)
- XXXIX. Melléklet** A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (L^* - világosság)
- XL. Melléklet** A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (a^* - vörös színezet)
- XLI. Melléklet** A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (b^* - sárga színezet)
- XLII. Melléklet** A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (C^* - színtelítettség)
- XLIII. Melléklet** A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (ΔE^* - színinger különbség)

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Habil Németh Róbertnek, munkám több éven keresztül támogatásáért, szakmai tanácsaiért, és hogy bármikor fordulhattam hozzá, ha segítségre volt szükségem.

Köszönet illeti Tolvaj László professzor urat is, aki sok hasznos tanáccsal látott el munkám során, és különösen nagy segítségemre volt a színvizsgálatok kivitelezése, értékelése során.

Nem feledkezhetek meg természetesen közvetlen kollégáimról sem, a Faanyagtudományi Intézet dolgozóiról, akik mind tanácsaikkal, mind a vizsgálatok végrehajtásában nagy segítségemre voltak.

Hálával tartozom édesanyámnak, aki lehetővé tette és mindvégig támogatta tanulmányaimat, valamint páromnak, Orsinak, hogy végig mellettem állt és segített a dolgozat megírása során.

Mellékletek

I. Melléklet A rostirányú nyomószilárdság vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgó)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	σ_{ny} - Rostirányú nyomószilárdság [MPa]					
1	47,22	44,81	39,95	50,06	41,03	44,91
2	46,52	42,40	49,18	46,81	46,25	50,19
3	51,21	52,44	55,45	54,28	57,65	55,83
4	50,67	60,00	54,07	51,07	60,49	61,24
5	40,08	38,81	47,67	35,29	47,88	48,69
6	40,99	47,69	52,20	46,33	44,13	50,23
7	53,52	54,94	53,03	61,03	59,73	56,12
8	53,48	55,54	48,94	52,80	59,74	57,37
9	43,66	41,07	46,90	42,00	43,47	44,98
10	43,24	43,20	54,68	49,40	47,71	52,45
11	41,10	48,22	43,34	47,47	48,43	49,15
12	40,26	45,66	45,45	49,35	47,11	46,02
13	45,01	48,32	46,92	52,64	54,64	48,82
14	56,70	50,67	50,66	53,87	51,56	44,81
15	52,62	50,43	50,74	55,16	55,71	48,49
16	48,91	43,82	49,09	57,77	55,25	55,35
17	49,53	41,15	51,94	48,08	49,55	51,82
18	43,16	41,51	45,89	48,86	48,99	49,73
19	46,73	52,70	51,74	46,27	56,44	54,71
20	49,74	49,39	47,23	54,14	44,50	51,80
átlag	47,22	47,64	49,25	50,13	51,01	51,14
szórás	4,96	5,68	3,95	5,64	6,01	4,53
minimum	40,08	38,81	39,95	35,29	41,03	44,81
maximum	56,70	60,00	55,45	61,03	60,49	61,24
var. koeff.	10,49%	11,92%	8,02%	11,25%	11,79%	8,86%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	σ_{ny} - Rostirányú nyomószilárdság [MPa]					
1	43,32	42,79	52,04	53,15	45,50	45,40
2	45,06	43,50	42,68	48,85	43,97	44,44
3	53,30	51,22	54,34	62,22	54,95	61,10
4	55,89	55,86	55,89	43,01	44,02	52,59
5	46,56	39,34	49,71	47,40	46,82	46,05
6	44,14	43,08	35,27	42,30	55,52	48,24
7	48,64	52,29	52,44	59,42	45,07	60,11
8	50,41	51,78	47,88	55,23	60,74	57,30
9	41,49	51,52	42,08	47,61	50,21	44,03
10	41,81	42,89	41,72	48,79	55,85	50,85
11	45,30	39,57	49,28	47,29	51,86	50,79
12	39,09	48,43	43,79	44,56	52,41	48,33
13	46,78	48,30	53,29	52,39	52,40	55,66
14	48,93	53,98	49,06	44,09	52,26	54,64
15	49,70	56,16	48,51	50,20	54,85	58,76
16	50,36	49,71	53,17	41,59	51,25	50,23
17	46,95	45,86	47,13	47,31	47,12	52,91
18	48,05	39,99	52,22	48,53	53,66	51,11
19	46,46	43,96	51,48	51,79	53,25	51,03
20	44,66	55,12	48,69	51,82	51,61	47,33
átlag	46,85	47,77	48,53	49,38	51,17	51,55
szórás	4,04	5,63	5,17	5,41	4,50	5,11
minimum	39,09	39,34	35,27	41,59	43,97	44,03
maximum	55,89	56,16	55,89	62,22	60,74	61,10
var. koeff.	8,63%	11,78%	10,65%	10,95%	8,79%	9,92%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	σ_{ny} - Rostirányú nyomószilárdság [MPa]					
1	41,83	41,50	46,52	42,44	46,14	42,37
2	42,53	44,05	42,93	45,99	47,60	41,99
3	51,50	54,68	59,53	56,94	57,48	64,43
4	50,14	50,02	55,44	52,72	60,22	59,21
5	40,14	43,06	35,26	29,54	34,82	51,93
6	41,84	38,91	43,24	41,84	51,79	35,81
7	51,68	55,89	57,30	58,29	63,11	62,56
8	52,34	58,67	56,63	64,43	59,69	55,47
9	44,59	55,15	44,18	45,63	44,27	49,56
10	42,65	45,30	43,46	53,53	41,86	46,82
11	45,22	45,29	47,06	45,99	55,45	58,03
12	46,11	49,98	47,11	46,89	40,23	53,43
13	49,62	48,39	47,24	58,30	44,35	51,04
14	48,67	59,83	51,86	51,42	54,58	52,40
15	47,45	50,44	53,27	50,66	52,53	56,28
16	50,23	48,00	50,47	43,75	45,69	49,42
17	48,03	48,08	45,96	55,39	53,14	47,78
18	48,99	42,53	46,45	46,47	56,70	48,51
19	50,64	42,31	51,77	49,26	54,54	58,63
20	59,20	45,35	52,27	55,61	45,34	47,31
átlag	47,67	48,37	48,90	49,75	50,48	51,65
szórás	4,63	5,95	5,94	7,72	7,52	7,17
minimum	40,14	38,91	35,26	29,54	34,82	35,81
maximum	59,20	59,83	59,53	64,43	63,11	64,43
var. koeff.	9,72%	12,29%	12,16%	15,51%	14,90%	13,88%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	σ_{ny} [MPa]
1	36,09
2	41,11
3	47,66
4	49,36
5	23,88
6	42,13
7	42,10
8	45,97
9	44,75
10	45,32
11	41,49
12	37,88
13	40,72
14	38,30
15	41,29
16	40,71
17	42,02
18	38,18
19	37,39
20	42,82
átlag	40,96
szórás	5,30
minimum	23,88
maximum	49,36
var. koeff.	12,95%

II. Melléklet A rostirányú húzószilárdság vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	$\sigma_{húz}$ - Rostirányú húzószilárdság [Mpa]					
1		35,15	37,40	32,59	24,20	
2		24,44	47,66	26,44	32,20	
3	58,49	85,55	58,23	38,88	25,28	19,38
4	71,73	79,45	46,34	27,52	19,69	23,47
5	62,41	49,53	59,71	38,24	50,93	34,15
6	72,97	55,08	52,38	32,46	47,11	30,64
7	80,63	40,65	58,65	44,09	15,41	29,91
8	46,41	34,79	69,87	30,74	14,55	24,38
9	66,87	86,28	51,92	29,91	70,72	21,04
10	89,12	78,70	67,22	57,76	65,01	16,32
11	58,58	51,61	73,88	49,97	38,25	75,15
12	51,80	47,08	61,39	29,67	34,11	43,10
13	107,10	58,00	80,18	60,35	23,35	39,04
14	80,90	53,06	51,91	52,29	17,06	39,93
15	59,47	51,65	84,38	53,15	23,56	45,15
16	42,81	49,97	51,06	33,19	14,05	40,10
17	41,90	104,76	65,00	51,62	47,55	42,54
18	49,48	97,23	62,66	63,48	75,10	48,07
19	59,16	51,54	32,24	32,41	23,62	25,18
20	53,34	52,80	46,27	33,77	20,17	31,18
átlag	64,07	59,37	57,92	40,93	34,10	34,93
szórás	17,19	21,84	13,32	11,99	19,15	13,86
minimum	41,90	24,44	32,24	26,44	14,05	16,32
maximum	107,10	104,76	84,38	63,48	75,10	75,15
var. koeff.	26,84%	36,79%	23,01%	29,30%	56,17%	39,68%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	$\sigma_{húz}$ - Rostirányú húzószilárdság [Mpa]					
1		39,35	46,84	51,60	32,02	
2		44,94	46,45	49,46	31,90	
3	57,75	84,37	46,60	23,44	63,50	28,12
4	54,18	81,19	45,35	49,67	87,39	25,05
5	74,12	61,81	44,25	48,31	30,31	27,78
6	74,56	60,36	46,89	38,54	28,11	22,49
7	61,44	41,13	44,97	18,08	25,57	34,55
8	62,85	40,49	39,18	33,50	23,03	35,69
9	75,37	53,44	83,52	43,80	20,29	33,71
10	74,47	56,71	84,68	42,86	26,17	38,68
11	29,01	56,04	41,57	39,34	41,06	36,30
12	27,79	58,48	37,63	41,64	30,47	32,03
13	46,53	60,97	81,59	31,13	24,66	44,65
14	33,48	57,68	84,10	39,47	27,01	48,61
15	83,37	62,06	61,50	62,80	67,83	51,74
16	109,41	66,16	59,49	88,46	46,30	71,20
17	73,32	59,61	50,55	29,23	44,28	23,64
18	65,56	64,20	51,09	41,94	37,39	31,30
19	79,56	55,30	55,37	42,43	31,96	44,71
20	77,97	52,66	56,48	61,47	27,09	
átlag	64,49	57,85	55,40	43,86	37,32	37,07
szórás	20,76	11,60	15,66	15,30	17,26	12,28
minimum	27,79	39,35	37,63	18,08	20,29	22,49
maximum	109,41	84,37	84,68	88,46	87,39	71,20
var. koeff.	32,20%	20,06%	28,27%	34,88%	46,26%	33,14%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	$\sigma_{húz}$ - Rostirányú húzószilárdság [Mpa]					
1		53,57	35,38	32,47	25,46	
2		51,54	34,73	62,41	27,04	
3	40,13	34,80	45,92	34,17	29,78	36,81
4	39,44	33,39	40,43	44,49	26,19	17,50
5	75,09	45,63	35,17	36,63	64,36	32,62
6	75,97	48,30	39,61	50,25	35,27	34,60
7	72,34	44,67	62,63	30,45	37,99	27,95
8	72,11	49,62	68,64	39,35	42,14	29,00
9	61,76	76,12	63,05	28,21	69,19	47,18
10	59,29	77,26	66,99	36,92	33,88	35,39
11	96,48	83,77	60,32	26,88	27,00	34,16
12	100,84	81,09	61,71	27,91	26,36	30,22
13	72,42	27,17	58,59	54,54	27,40	20,90
14	69,95	31,61	61,12	50,08	26,19	34,19
15	60,45	89,45	37,21	33,64	28,05	33,39
16	56,44	106,39	36,08	35,27	25,01	36,15
17	46,48	35,67	108,14	27,58	23,69	32,61
18	41,75	35,11	106,41	25,23	27,60	54,59
19	62,50	101,71	62,83	55,08	32,33	32,92
20	56,95	89,06	67,28	72,13	28,54	33,72
átlag	64,47	59,80	57,61	40,18	33,17	33,55
szórás	17,22	25,55	21,17	13,17	12,44	8,17
minimum	39,44	27,17	34,73	25,23	23,69	17,50
maximum	100,84	106,39	108,14	72,13	69,19	54,59
var. koeff.	26,71%	42,73%	36,75%	32,77%	37,49%	24,35%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	$\sigma_{húz}$
1	45,50
2	66,73
3	81,45
4	71,14
5	85,73
6	50,91
7	86,88
8	80,31
9	56,67
10	71,27
11	87,65
12	75,41
13	78,99
14	69,50
15	51,66
16	51,84
17	122,88
18	90,16
19	84,69
20	115,33
átlag	76,23
szórás	20,14
minimum	45,50
maximum	122,88
var.	26,42%

III. Melléklet A hajlítószilárdság vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	σ_{haj} - Hajlítószilárdság [MPa]					
1	81,56	85,86	98,35	117,01	65,38	67,90
2	68,49	81,32	95,91	122,51	52,55	78,26
3	57,09	74,83	105,03	78,45	50,75	35,89
4	53,08	73,08	101,32	49,09	50,65	36,46
5	120,52	58,58	69,94	62,74	79,71	57,98
6	130,17	61,30	65,33	73,56	77,21	44,16
7	72,33	58,24	103,27	57,20	112,50	50,66
8	86,28	59,09	64,99	50,13	100,71	44,31
9	72,54	106,57	71,58	93,73	84,36	40,85
10	80,71	100,97	74,61	84,84	87,42	35,59
11	67,18	91,51	83,84	59,03	45,11	68,73
12	77,69	94,75	87,21	57,73	42,80	29,94
13	97,64	83,52	80,07	46,88	74,88	93,63
14	109,48	82,92	81,71	40,50	76,47	94,85
15	98,38	95,33	80,68	68,15	48,64	37,48
16	95,47	97,03	85,72	75,51	66,42	31,44
17	75,52	82,44	82,45	75,38	52,91	67,74
18	86,81	83,23	69,90	85,49	71,56	88,51
19	56,22	77,37	65,71	88,99	98,62	80,61
20	58,72	83,86	73,63	84,20	94,16	70,54
21	83,92	76,47	70,72	80,74	64,78	63,22
22	79,69	77,70	80,41	75,06	65,53	55,05
23	98,48	94,56	93,88	67,66	83,76	82,11
24	90,55	99,84	92,67	86,55	81,67	83,77
25	85,13	75,96	71,95	66,11	63,69	59,05
26	72,97	74,88	70,99	70,65	63,37	57,27
27	105,36	70,03	93,87	97,22	55,79	80,85
28	97,00	76,40	100,06	90,62	90,72	43,73
29	82,56	66,77	68,19	68,41	68,82	74,68
30	90,62	70,35	85,98	84,96	84,72	67,26
31	76,90	74,94	70,73	81,15	58,43	48,58
32	81,77	74,40	77,24	79,66	59,72	78,04
33	78,97	92,05	73,48	82,78	82,91	77,86
34	85,30	89,47	84,77	77,24	76,25	64,74
35	84,62	62,74	86,31	64,74	43,98	36,67
36	85,68	67,10	73,46	68,19	43,30	93,15
37	87,20	72,34	82,97	76,55	71,23	60,94
38	76,34	75,48	80,54	64,52	42,96	72,07
39	87,25	82,02	69,10	66,87	50,93	80,31
40	83,13	82,36	74,17	64,59	56,14	69,67
átlag	83,98	79,69	81,07	74,63	68,54	62,61
szórás	15,93	12,19	11,35	16,77	17,84	18,96
minimum	72,97	62,74	68,19	64,52	42,96	36,67
maximum	130,17	106,57	105,03	122,51	112,50	94,85
var. koeff.	18,96%	15,30%	14,00%	22,47%	26,03%	30,29%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	σ_{haj} - Hajlítószilárdság [MPa]					
1	102,31	84,11	90,24	55,37	100,61	38,27
2	85,20	85,26	83,92	72,72	99,56	36,14
3	99,52	90,02	48,31	58,71	59,28	53,05
4	90,47	84,92	50,50	65,29	52,38	56,59
5	73,26	87,90	86,72	53,43	55,82	44,87
6	86,95	87,59	82,37	61,54	61,91	39,32
7	78,53	68,89	91,04	108,81	85,67	75,93
8	63,40	69,23	84,81	70,39	87,05	75,41
9	75,47	91,81	92,31	67,35	81,04	76,24
10	64,89	90,47	85,89	78,21	87,58	40,06
11	84,73	83,17	62,65	86,73	87,72	101,41
12	101,12	85,74	67,74	103,23	87,89	94,03
13	78,70	69,44	88,49	61,76	73,11	44,74
14	93,78	68,24	83,32	74,68	74,61	47,72
15	77,04	81,64	82,29	92,72	40,11	85,06
16	91,19	86,21	80,38	83,25	42,72	76,97
17	96,99	90,86	60,82	79,98	55,32	43,60
18	88,80	89,46	55,59	86,16	51,97	61,64
19	94,50	52,71	63,43	87,86	85,94	75,28
20	91,84	50,25	63,75	67,32	80,64	80,36
21	73,23	75,72	83,44	78,14	76,81	67,94
22	66,26	76,98	78,78	62,23	71,25	63,87
23	90,81	91,96	87,66	75,88	67,33	79,15
24	92,39	97,88	90,60	80,48	64,92	55,46
25	74,02	57,41	80,87	79,92	79,63	65,34
26	66,53	67,49	83,90	77,55	73,72	52,20
27	103,17	94,61	96,89	76,19	75,12	49,65
28	83,99	81,88	89,77	90,28	70,51	44,42
29	62,19	94,39	73,55	86,76	85,05	83,47
30	67,60	70,98	74,49	68,68	80,98	83,77
31	63,68	74,39	78,23	74,28	67,40	72,47
32	73,64	83,44	78,11	90,88	65,13	51,26
33	73,94	75,74	83,51	78,69	98,41	83,42
34	74,91	99,46	92,30	72,18	77,42	54,58
35	80,60	74,66	87,10	59,39	48,12	57,71
36	91,14	70,54	83,25	64,98	46,97	77,10
37	82,43	78,31	78,13	70,19	73,24	73,14
38	72,22	65,67	71,13	60,92	68,71	66,68
39	74,57	73,46	93,31	64,05	51,82	49,83
40	71,03	77,17	91,05	87,40	67,36	69,49
átlag	81,43	79,50	79,52	75,36	71,52	63,69
szórás	11,86	11,79	12,06	12,66	15,53	16,79
minimum	62,19	57,41	71,13	59,39	46,97	44,42
maximum	103,17	99,46	96,89	108,81	100,61	101,41
var. koeff.	14,56%	14,83%	15,17%	16,80%	21,71%	26,37%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	σ_{haj} - Hajlítószilárdság [MPa]					
1	74,23	64,74	70,75	68,24	70,78	55,37
2	90,42	71,92	74,59	58,49	61,51	40,66
3	119,56	70,28	115,92	75,65	71,57	44,06
4	112,15	86,46	120,07	74,24	49,16	46,27
5	90,44	89,45	107,89	45,46	126,02	63,55
6	103,91	85,63	115,33	47,58	106,76	46,53
7	68,82	100,64	109,18	115,19	62,11	44,53
8	78,84	80,63	125,79	119,16	39,27	39,83
9	43,44	69,95	74,62	72,95	50,44	34,84
10	46,55	70,66	101,27	79,86	39,02	37,22
11	72,40	51,44	86,11	81,37	41,32	85,30
12	70,82	51,04	87,35	50,97	46,78	66,40
13	72,57	84,00	77,25	71,80	52,29	51,30
14	64,89	76,42	93,50	75,00	66,10	34,91
15	113,05	114,41	60,47	70,70	68,89	79,67
16	115,36	109,23	54,49	77,20	50,39	95,09
17	91,18	118,95	48,91	99,06	88,45	36,22
18	97,95	124,02	71,58	99,33	82,39	39,43
19	61,63	87,61	91,31	96,28	77,68	80,39
20	47,98	88,81	71,67	80,26	75,91	68,39
21	75,07	71,03	99,08	67,73	64,80	58,59
22	75,15	65,59	75,37	73,29	71,77	61,99
23	98,71	90,12	94,73	95,37	89,96	80,63
24	85,70	90,42	79,27	96,90	76,73	86,37
25	68,20	72,26	36,02	49,14	61,88	57,93
26	81,70	48,36	62,86	60,78	68,32	42,34
27	95,21	68,43	99,74	84,57	78,01	63,99
28	83,53	71,14	97,61	92,28	56,34	60,86
29	92,73	96,38	66,97	69,71	63,54	72,49
30	61,28	65,49	70,86	95,18	61,52	64,34
31	86,41	66,55	72,54	77,80	76,34	73,27
32	88,21	88,62	66,29	74,48	69,28	72,19
33	82,41	90,72	81,02	78,74	84,11	50,69
34	84,43	83,49	85,39	60,60	85,51	65,93
35	83,76	56,79	50,21	62,79	73,99	49,27
36	75,17	51,53	69,33	72,00	68,53	72,21
37	90,39	63,17	71,73	84,42	70,07	56,83
38	86,12	72,56	67,15	64,36	75,30	50,89
39	76,26	90,38	66,90	53,48	54,46	51,32
40	89,31	84,05	86,71	78,08	66,21	47,55
átlag	82,40	79,58	81,45	76,26	68,59	58,24
szórás	17,61	18,20	20,53	17,16	17,26	15,90
minimum	61,28	48,36	36,02	49,14	54,46	42,34
maximum	119,56	124,02	125,79	119,16	126,02	95,09
var. koeff.	21,37%	22,87%	25,21%	22,50%	25,17%	27,29%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	σ_{hai}
1	81,31
2	77,40
3	95,80
4	92,73
5	82,77
6	88,38
7	77,38
8	89,83
9	86,49
10	73,54
11	84,06
12	71,54
13	72,36
14	82,41
15	80,62
16	74,59
17	66,00
18	61,08
19	72,34
20	63,05
21	63,84
22	69,80
23	79,42
24	79,40
25	45,99
26	75,16
27	74,39
28	73,82
29	77,56
30	80,49
31	62,24
32	67,72
33	75,32
34	71,18
35	70,64
36	69,67
37	75,78
38	70,27
39	78,76
40	80,97
átlag	75,40
szórás	9,36
minimum	45,99
maximum	95,80
var. koeff.	12,42%

IV. Melléklet Az ütő-hajlító szilárdságvizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	w - Ütő-hajlító szilárdság [J/cm ²]					
1	4,09	2,84	2,50	3,49	2,40	1,59
2	3,79	2,53	4,53	2,20	2,41	1,59
3	5,40	3,83	2,41	3,06	1,59	2,28
4	6,93	4,13	4,14	3,55	3,22	1,29
5	2,36	2,36	3,31	1,27	1,91	2,23
6	2,55	3,34	3,24	2,22	2,24	0,96
7	3,17	1,91	5,68	3,87	1,65	2,33
8	4,70	6,48	6,06	1,62	3,13	0,64
9	2,84	2,06	1,27	2,37	2,24	2,25
10	3,85	2,85	4,78	3,70	3,53	2,25
11	2,85	4,47	3,15	2,86	1,74	2,59
12	3,46	4,27	3,13	2,84	1,59	2,73
13	2,69	3,20	2,07	3,39	2,53	1,61
14	4,48	3,74	5,99	2,58	2,10	2,20
15	5,01	4,17	3,02	1,26	1,61	0,65
16	3,82	4,45	1,88	1,67	1,83	2,29
17	3,47	2,23	3,55	2,92	1,32	0,98
18	2,53	3,51	3,48	2,09	1,96	1,23
19	3,44	3,64	1,90	2,38	1,95	3,89
20	1,95	3,20	3,20	2,20	1,29	1,11
átlag	3,67	3,46	3,47	2,58	2,11	1,83
szórás	1,20	1,07	1,37	0,79	0,62	0,81
minimum	1,95	1,91	1,27	1,26	1,29	0,64
maximum	6,93	6,48	6,06	3,87	3,53	3,89
var. koeff.	32,68%	31,01%	39,51%	30,56%	29,37%	44,34%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	w - Ütő-hajlító szilárdság [J/cm ²]					
1	2,36	2,85	4,82	4,47	2,53	1,42
2	3,82	3,80	2,53	2,53	1,88	2,06
3	2,22	2,22	1,43	1,59	1,13	0,64
4	2,40	4,53	6,66	2,69	2,36	3,40
5	5,40	2,20	3,51	3,18	3,53	2,09
6	2,35	2,84	1,88	3,19	3,92	0,65
7	8,33	5,18	5,09	2,25	2,27	0,67
8	4,42	1,44	3,82	4,24	1,58	1,14
9	2,21	4,89	2,86	3,81	3,16	3,36
10	2,20	3,89	3,52	3,24	3,51	3,35
11	3,01	2,87	4,46	2,06	2,28	1,91
12	4,41	3,84	4,24	3,95	2,93	0,64
13	3,16	3,47	3,80	2,74	2,31	1,94
14	4,74	5,12	1,29	1,91	1,78	1,78
15	2,29	2,12	1,58	0,79	0,66	0,64
16	3,20	3,83	1,45	2,72	2,35	2,25
17	6,09	3,09	2,86	1,76	1,91	3,21
18	2,82	3,48	3,97	1,92	1,92	2,45
19	3,55	1,93	1,75	0,64	0,65	0,64
20	4,70	4,04	5,37	3,83	0,64	1,93
átlag	3,68	3,38	3,35	2,68	2,16	1,81
szórás	1,60	1,08	1,52	1,08	0,95	0,99
minimum	2,20	1,44	1,29	0,64	0,64	0,64
maximum	8,33	5,18	6,66	4,47	3,92	3,40
var. koeff.	43,56%	32,03%	45,31%	40,44%	44,00%	54,95%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	w - Ütő-hajlító szilárdság [J/cm ²]					
1	3,15	2,83	4,47	2,53	3,14	1,89
2	3,44	3,13	4,74	3,13	2,37	1,72
3	3,18	3,82	2,66	2,60	1,87	1,12
4	4,73	3,48	1,89	3,06	3,16	3,25
5	2,06	2,02	1,25	0,94	1,55	3,28
6	5,95	3,01	2,53	3,84	3,23	1,25
7	7,00	1,91	6,39	5,43	1,45	1,12
8	3,53	4,97	7,59	3,40	1,11	0,95
9	4,46	5,08	4,03	2,55	1,89	3,03
10	3,78	4,10	2,40	4,87	1,58	3,81
11	3,20	2,57	2,84	2,85	2,57	1,93
12	4,11	4,39	2,70	2,57	2,53	2,53
13	3,81	3,49	5,13	3,31	1,57	1,27
14	4,22	5,50	4,03	1,28	2,24	3,68
15	3,75	2,87	1,92	0,95	3,01	0,65
16	1,92	4,17	1,59	4,37	2,58	3,47
17	5,49	4,22	3,18	4,58	1,89	1,12
18	5,80	3,18	3,31	1,59	2,85	0,63
19	1,89	2,51	2,73	0,79	1,14	1,66
20	2,07	2,08	3,50	1,27	1,92	0,64
átlag	3,88	3,47	3,44	2,79	2,18	1,95
szórás	1,41	1,04	1,61	1,38	0,68	1,10
minimum	1,89	1,91	1,25	0,79	1,11	0,63
maximum	7,00	5,50	7,59	5,43	3,23	3,81
var. koeff.	36,34%	30,15%	46,75%	49,27%	31,21%	56,44%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll w [J/cm ²]
1	2,81
2	4,37
3	2,82
4	11,47
5	1,89
6	3,44
7	1,56
8	1,28
9	5,51
10	5,92
11	6,92
12	4,07
13	5,03
14	3,43
15	2,68
16	2,03
17	8,30
18	3,78
19	3,66
20	2,51
átlag	4,17
szórás	2,50
minimum	1,28
maximum	11,47
var. koeff.	59,86%

V. Melléklet A sűrűségvizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	ρ - Légszáraz sűrűség [g/cm ³]					
1	0,45	0,55	0,51	0,44	0,36	0,36
2	0,47	0,69	0,60	0,37	0,45	0,48
3	0,62	0,82	0,69	0,52	0,51	0,58
4	0,61	0,83	0,68	0,57	0,49	0,57
5	0,47	0,50	0,71	0,38	0,39	0,44
6	0,40	0,71	0,62	0,38	0,43	0,34
7	0,55	0,63	0,59	0,52	0,51	0,50
8	0,53	0,60	0,59	0,51	0,54	0,55
9	0,62	0,51	0,47	0,38	0,46	0,43
10	0,54	0,44	0,45	0,43	0,45	0,35
11	0,52	0,48	0,57	0,45	0,38	0,51
12	0,50	0,55	0,52	0,42	0,46	0,50
13	0,57	0,53	0,55	0,45	0,52	0,53
14	0,54	0,64	0,56	0,55	0,44	0,37
15	0,52	0,55	0,65	0,46	0,48	0,49
16	0,55	0,58	0,61	0,51	0,48	0,51
17	0,57	0,62	0,61	0,43	0,49	0,42
18	0,58	0,62	0,49	0,47	0,44	0,43
19	0,59	0,48	0,61	0,45	0,49	0,45
20	0,61	0,61	0,54	0,45	0,35	0,48
átlag	0,54	0,60	0,58	0,46	0,46	0,47
szórás	0,06	0,10	0,07	0,06	0,05	0,07
minimum	0,40	0,44	0,45	0,37	0,35	0,34
maximum	0,62	0,83	0,71	0,57	0,54	0,58
var. koeff.	11,31%	17,53%	12,30%	12,64%	11,39%	15,43%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	ρ - Légszáraz sűrűség [g/cm ³]					
1	0,39	0,68	0,64	0,45	0,40	0,37
2	0,58	0,47	0,53	0,41	0,36	0,43
3	0,56	0,80	0,65	0,48	0,54	0,48
4	0,64	0,69	0,55	0,39	0,38	0,45
5	0,51	0,54	0,65	0,44	0,49	0,37
6	0,42	0,43	0,45	0,37	0,47	0,41
7	0,50	0,63	0,51	0,52	0,49	0,51
8	0,52	0,66	0,56	0,49	0,54	0,50
9	0,42	0,44	0,46	0,41	0,40	0,39
10	0,45	0,39	0,45	0,39	0,44	0,39
11	0,49	0,51	0,45	0,42	0,40	0,41
12	0,47	0,54	0,45	0,46	0,46	0,42
13	0,53	0,52	0,54	0,44	0,51	0,52
14	0,50	0,43	0,55	0,37	0,47	0,43
15	0,62	0,55	0,58	0,45	0,46	0,46
16	0,54	0,45	0,53	0,37	0,47	0,49
17	0,50	0,50	0,53	0,41	0,40	0,50
18	0,52	0,46	0,56	0,44	0,48	0,41
19	0,55	0,60	0,54	0,44	0,45	0,45
20	0,43	0,49	0,45	0,41	0,47	0,47
átlag	0,51	0,54	0,53	0,43	0,45	0,44
szórás	0,07	0,11	0,07	0,04	0,05	0,05
minimum	0,39	0,39	0,45	0,37	0,36	0,37
maximum	0,64	0,80	0,65	0,52	0,54	0,52
var. koeff.	12,94%	19,70%	12,49%	9,86%	11,02%	10,89%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	ρ - Légszáraz sűrűség [g/cm ³]					
1	0,56	0,42	0,89	0,44	0,41	0,36
2	0,47	0,44	0,85	0,44	0,46	0,43
3	0,60	0,66	0,84	0,55	0,48	0,53
4	0,57	0,55	0,85	0,53	0,54	0,57
5	0,49	0,41	0,53	0,31	0,34	0,50
6	0,50	0,45	0,51	0,43	0,42	0,33
7	0,53	0,66	0,58	0,51	0,50	0,52
8	0,54	0,62	0,59	0,50	0,51	0,53
9	0,42	0,45	0,43	0,42	0,42	0,47
10	0,44	0,45	0,52	0,44	0,40	0,41
11	0,53	0,52	0,53	0,40	0,43	0,45
12	0,56	0,46	0,56	0,42	0,48	0,44
13	0,50	0,59	0,61	0,53	0,52	0,47
14	0,55	0,57	0,64	0,47	0,53	0,48
15	0,55	0,65	0,55	0,47	0,46	0,46
16	0,57	0,60	0,56	0,38	0,37	0,45
17	0,50	0,54	0,46	0,46	0,43	0,43
18	0,45	0,58	0,43	0,43	0,49	0,38
19	0,54	0,60	0,64	0,47	0,48	0,50
20	0,50	0,50	0,53	0,45	0,40	0,48
átlag	0,52	0,54	0,60	0,45	0,45	0,46
szórás	0,05	0,08	0,14	0,06	0,06	0,06
minimum	0,42	0,41	0,43	0,31	0,34	0,33
maximum	0,60	0,66	0,89	0,55	0,54	0,57
var. koeff.	9,46%	15,44%	23,31%	12,48%	12,18%	13,11%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	ρ [g/cm ³]
1	0,38
2	0,41
3	0,51
4	0,52
5	0,30
6	0,43
7	0,48
8	0,50
9	0,44
10	0,44
11	0,41
12	0,39
13	0,45
14	0,42
15	0,46
16	0,44
17	0,46
18	0,41
19	0,46
20	0,45
átlag	0,44
szórás	0,05
minimum	0,30
maximum	0,52
var.	11,17%

VI. Melléklet A hűrirányú dagadás és dimenzióstabilitás vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	D _p - Hűrirányú dagadás [%]					
1	1,79	1,52	1,57	1,63	1,41	1,86
2	1,83	1,56	1,53	1,46	1,05	1,41
3	1,67	1,62	1,36	1,15	1,17	1,32
4	1,82	1,59	1,05	1,43	1,32	1,44
5	2,03	1,54	1,23	0,97	1,33	1,24
6	1,65	1,43	1,41	1,33	1,50	1,17
7	1,25	1,56	1,50	1,20	1,49	1,26
8	1,50	1,42	1,30	1,21	1,22	1,36
9	1,62	1,68	1,27	1,02	1,00	1,49
10	1,56	1,15	1,27	1,31	1,18	0,96
11	1,61	1,40	1,40	1,56	1,42	1,48
12	1,57	1,52	1,08	1,75	1,33	0,86
13	1,44	1,34	1,18	0,95	1,28	1,10
14	1,82	1,50	1,47	1,53	1,15	1,18
15	1,51	1,26	1,57	1,48	1,04	1,09
16	1,57	1,35	1,11	1,52	1,35	0,87
17	1,60	1,43	1,41	1,54	1,17	1,18
18	1,45	1,59	1,22	1,61	1,18	1,17
19	1,58	1,54	1,21	1,83	1,38	1,01
20	1,44	1,48	1,51	1,37	1,19	1,02
átlag	1,62	1,47	1,33	1,39	1,26	1,22
szórás	0,18	0,13	0,16	0,25	0,15	0,24
minimum	1,25	1,15	1,05	0,95	1,00	0,86
maximum	2,03	1,68	1,57	1,83	1,50	1,86
var. koeff.	10,99%	8,75%	12,18%	17,84%	11,57%	19,75%
ASE _p [%]	29,37	35,60	41,74	39,14	45,00	46,50

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olai fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	D _h - Hűtirányvú dagadás [%]					
Sorszám	D _h - Hűtirányvú dagadás [%]					
1	2,05	1,78	1,02	1,02	2,15	1,12
2	1,57	1,65	1,60	1,59	1,57	1,28
3	1,93	1,53	1,38	1,54	1,27	1,40
4	1,30	1,73	1,26	1,57	1,20	1,10
5	1,55	1,64	1,46	1,45	1,31	1,44
6	1,60	1,86	1,55	1,44	1,44	1,45
7	1,73	1,63	1,45	1,39	1,22	1,00
8	1,86	1,03	1,10	1,44	1,12	1,03
9	1,58	1,38	1,47	1,24	1,36	1,13
10	1,11	1,27	1,34	1,29	1,36	1,47
11	1,23	1,45	1,15	1,21	1,32	1,48
12	1,67	1,45	1,20	1,40	1,21	1,30
13	1,73	1,50	1,27	1,39	1,03	1,33
14	2,12	1,24	1,15	1,44	0,92	1,20
15	1,26	1,20	1,27	1,55	1,20	1,29
16	1,63	1,56	0,98	1,48	1,13	1,33
17	1,42	1,39	1,51	1,35	1,16	0,99
18	1,55	1,36	1,63	1,12	1,10	1,07
19	1,40	1,55	1,46	1,17	1,26	1,09
20	1,69	1,52	1,42	1,29	1,18	1,20
átlag	1,60	1,49	1,33	1,37	1,28	1,23
szórás	0,27	0,21	0,19	0,16	0,25	0,16
minimum	1,11	1,03	0,98	1,02	0,92	0,99
maximum	2,12	1,86	1,63	1,59	2,15	1,48
var. koeff.	16,70%	13,85%	14,27%	11,43%	19,75%	13,29%
ASE _h [%]	30,07	35,02	41,74	40,14	44,23	46,00

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olai fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	D _h - Hűtirányvú dagadás [%]					
Sorszám	D _h - Hűtirányvú dagadás [%]					
1	1,69	1,39	1,36	1,42	1,23	1,88
2	1,72	1,38	1,24	1,51	1,42	1,09
3	1,65	1,61	1,33	1,36	1,57	1,38
4	1,39	1,33	1,38	1,35	1,11	1,29
5	1,65	1,34	1,37	1,30	1,29	1,17
6	1,56	1,63	1,39	1,12	1,22	1,30
7	1,70	1,38	1,43	1,49	1,26	1,27
8	1,85	1,40	1,30	1,43	0,83	1,03
9	1,63	2,04	1,32	1,32	1,25	1,32
10	1,55	1,54	1,34	1,34	1,10	1,00
11	1,60	1,58	1,38	1,50	1,17	1,05
12	1,64	1,70	1,34	1,31	1,18	0,86
14	1,67	1,63	1,28	1,61	1,29	1,15
15	1,57	1,78	1,30	1,40	1,43	1,38
16	1,74	1,44	1,33	1,22	1,71	1,17
17	1,55	1,08	1,44	1,49	0,89	1,36
18	1,49	1,54	1,47	1,40	1,63	1,19
19	1,57	1,41	1,32	1,53	1,30	1,30
20	1,53	1,70	1,47	1,35	1,33	1,31
átlag	1,62	1,51	1,36	1,39	1,28	1,24
szórás	0,10	0,21	0,06	0,12	0,22	0,21
minimum	1,39	1,08	1,24	1,12	0,83	0,86
maximum	1,85	2,04	1,47	1,61	1,71	1,88
var. koeff.	6,16%	13,74%	4,50%	8,28%	16,86%	16,73%
ASE _h [%]	29,18	33,96	40,63	39,26	44,16	45,73

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll D _n [%]
1	2,38
2	2,47
3	2,37
4	1,93
5	2,08
6	2,45
7	2,48
8	2,13
9	2,24
10	2,12
11	2,33
12	2,42
13	2,04
14	2,40
15	2,21
16	2,13
17	2,09
18	2,48
19	2,51
20	2,47
átlag	2,29
szórás	0,18
minimum	1,93
maximum	2,51
var. koeff.	7,87%

VII. Melléklet A hűrirányú dagadási együttható vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	K _{dh} - Hűrirányú dagadási együttható					
1	0,23	0,23	0,30	0,26	0,23	0,37
2	0,24	0,24	0,28	0,22	0,17	0,28
3	0,23	0,27	0,21	0,18	0,19	0,28
4	0,26	0,26	0,21	0,22	0,22	0,29
5	0,30	0,25	0,19	0,15	0,27	0,29
6	0,23	0,23	0,27	0,20	0,25	0,24
7	0,18	0,26	0,23	0,19	0,25	0,27
8	0,22	0,27	0,19	0,21	0,20	0,26
9	0,22	0,27	0,25	0,16	0,17	0,30
10	0,22	0,18	0,21	0,21	0,21	0,19
11	0,23	0,23	0,29	0,25	0,23	0,33
12	0,21	0,24	0,16	0,28	0,26	0,17
13	0,22	0,24	0,21	0,15	0,21	0,23
14	0,26	0,25	0,22	0,24	0,20	0,26
15	0,21	0,26	0,29	0,24	0,17	0,26
16	0,22	0,20	0,23	0,24	0,23	0,18
17	0,22	0,24	0,20	0,23	0,20	0,26
18	0,19	0,26	0,22	0,26	0,20	0,25
19	0,22	0,25	0,23	0,28	0,23	0,21
20	0,19	0,25	0,22	0,22	0,19	0,21
átlag	0,23	0,24	0,23	0,22	0,21	0,26
szórás	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,05
minimum	0,18	0,18	0,16	0,15	0,17	0,17
maximum	0,30	0,27	0,30	0,28	0,27	0,37
var. koeff.	11,58%	8,90%	16,16%	17,69%	13,35%	19,17%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	K _{dh} - Hűrirányú dagadási együttható					
1	0,32	0,28	0,18	0,16	0,43	0,22
2	0,24	0,34	0,26	0,32	0,30	0,26
3	0,29	0,26	0,23	0,23	0,24	0,28
4	0,19	0,25	0,21	0,25	0,23	0,24
5	0,23	0,23	0,24	0,23	0,25	0,29
6	0,25	0,29	0,25	0,22	0,27	0,30
7	0,25	0,25	0,23	0,21	0,23	0,21
8	0,31	0,15	0,18	0,23	0,20	0,19
9	0,25	0,22	0,24	0,19	0,25	0,25
10	0,17	0,25	0,21	0,20	0,26	0,29
11	0,18	0,23	0,19	0,19	0,24	0,29
12	0,24	0,23	0,19	0,22	0,26	0,26
13	0,25	0,23	0,23	0,21	0,19	0,27
14	0,32	0,21	0,20	0,23	0,17	0,24
15	0,18	0,21	0,20	0,25	0,22	0,27
16	0,30	0,23	0,19	0,24	0,22	0,27
17	0,25	0,22	0,24	0,21	0,22	0,20
18	0,22	0,25	0,25	0,20	0,20	0,21
19	0,22	0,21	0,23	0,18	0,23	0,21
20	0,25	0,21	0,23	0,20	0,23	0,24
átlag	0,24	0,24	0,22	0,22	0,24	0,25
szórás	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04
minimum	0,17	0,15	0,18	0,16	0,17	0,19
maximum	0,32	0,34	0,26	0,32	0,43	0,30
var. koeff.	18,62%	15,67%	11,45%	15,31%	21,55%	14,12%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	K _{dlh} - Húrirányú daqadási együttható					
1	0,30	0,20	0,29	0,22	0,21	0,36
2	0,28	0,20	0,19	0,24	0,24	0,22
3	0,26	0,26	0,23	0,25	0,29	0,29
4	0,21	0,20	0,23	0,21	0,19	0,25
5	0,28	0,19	0,22	0,19	0,22	0,23
6	0,23	0,26	0,26	0,18	0,23	0,23
7	0,25	0,22	0,25	0,23	0,24	0,26
8	0,39	0,19	0,21	0,22	0,14	0,20
9	0,24	0,29	0,26	0,21	0,20	0,23
10	0,24	0,23	0,23	0,21	0,20	0,19
11	0,23	0,28	0,25	0,24	0,21	0,23
12	0,24	0,25	0,25	0,21	0,20	0,17
13	0,28	0,19	0,28	0,21	0,23	0,27
14	0,24	0,25	0,21	0,26	0,23	0,21
15	0,25	0,37	0,24	0,22	0,25	0,27
16	0,29	0,22	0,23	0,19	0,30	0,23
17	0,23	0,20	0,22	0,30	0,16	0,26
18	0,23	0,24	0,27	0,23	0,33	0,23
19	0,24	0,21	0,23	0,30	0,25	0,26
20	0,29	0,29	0,23	0,22	0,26	0,26
átlag	0,26	0,24	0,24	0,23	0,23	0,24
szórás	0,04	0,05	0,02	0,03	0,05	0,04
minimum	0,21	0,19	0,19	0,18	0,14	0,17
maximum	0,39	0,37	0,29	0,30	0,33	0,36
var. koeff.	14,97%	19,24%	10,36%	13,73%	20,06%	16,90%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	K _{dlh}
1	0,24
2	0,24
3	0,23
4	0,20
5	0,21
6	0,25
7	0,25
8	0,22
9	0,23
10	0,22
11	0,25
12	0,26
13	0,22
14	0,26
15	0,23
16	0,22
17	0,22
18	0,26
19	0,27
20	0,26
átlag	0,24
szórás	0,02
minimum	0,20
maximum	0,27
var. koeff.	8,38%

VIII. Melléklet A sugárirányú dagadás és dimenzióstabilitás vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	D _s - Sugárirányú dagadás [%]					
1	1,08	1,33	0,92	0,84	0,73	0,61
2	0,98	0,91	0,78	0,81	0,76	0,81
3	1,02	0,75	0,76	0,79	0,73	0,76
4	0,99	0,69	0,80	0,80	1,09	0,68
5	0,76	0,96	0,80	0,85	0,75	0,54
6	0,98	0,90	0,72	0,73	0,92	0,75
7	0,86	0,90	0,91	0,75	0,76	0,71
8	0,76	0,80	0,92	0,82	0,70	0,85
9	0,92	0,78	0,84	0,78	0,72	0,74
10	0,97	1,01	0,84	0,87	0,73	0,84
11	0,96	0,86	0,78	0,86	0,77	0,70
12	0,76	0,89	0,71	0,77	0,64	0,68
13	0,95	0,92	0,86	0,89	0,76	0,65
14	1,01	1,07	0,87	0,82	0,72	0,67
15	0,93	1,07	1,02	0,82	0,69	0,59
16	0,50	0,98	0,85	0,84	0,76	0,71
17	1,05	0,96	0,83	0,90	0,71	0,64
18	0,99	0,89	0,86	0,84	0,54	0,75
19	0,99	1,19	0,80	0,89	0,67	0,57
20	1,09	1,11	0,85	0,91	0,78	0,79
átlag	0,93	0,95	0,84	0,83	0,75	0,70
szórás	0,14	0,15	0,07	0,05	0,11	0,09
minimum	0,50	0,69	0,71	0,73	0,54	0,54
maximum	1,09	1,33	1,02	0,91	1,09	0,85
var. koeff.	15,19%	16,10%	8,69%	6,04%	14,26%	12,31%
ASEs [%]	21,43	21,43	29,20	29,78	36,86	40,51

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajtája	len					
Hőmérséklet	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	D _s - Sugárirányvú dagadás [%]					
1	1,11	0,73	0,54	0,97	0,77	0,68
2	0,68	0,98	0,65	0,87	0,75	0,71
3	0,86	0,98	0,75	0,76	0,79	0,65
4	0,79	0,81	0,80	0,75	0,58	0,72
5	1,01	0,60	0,87	0,90	0,77	0,68
6	0,89	0,87	0,87	0,73	0,85	0,72
7	1,00	0,69	0,70	1,04	0,79	0,66
8	1,01	0,94	0,87	0,79	0,80	0,70
9	0,91	1,10	0,93	0,95	0,88	0,59
10	0,71	0,81	0,87	0,85	0,82	0,78
11	1,03	0,92	0,76	0,90	0,74	0,66
12	0,99	1,17	1,01	0,94	0,83	0,67
13	0,91	1,11	0,96	0,84	0,79	0,65
14	1,01	1,05	0,68	0,71	0,85	0,64
15	1,16	1,01	0,98	0,91	0,72	0,73
16	0,96	1,19	0,92	0,87	0,81	0,81
17	1,16	0,84	1,07	0,79	0,68	0,67
18	0,90	1,09	0,77	0,81	0,83	0,67
19	1,07	0,97	0,80	0,79	0,76	0,72
20	1,26	0,94	0,89	0,82	0,74	0,78
átlag	0,97	0,94	0,84	0,85	0,78	0,70
szórás	0,15	0,16	0,13	0,09	0,07	0,05
minimum	0,68	0,60	0,54	0,71	0,58	0,59
maximum	1,26	1,19	1,07	1,04	0,88	0,81
var. koeff.	15,14%	16,87%	15,84%	10,18%	8,61%	7,47%
ASE _s [%]	17,72	20,37	29,27	28,02	34,14	41,14

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajtája	repce					
Hőmérséklet	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	D _s - Sugárirányvú dagadás [%]					
1	0,94	1,01	0,89	0,86	0,85	0,65
2	0,83	0,92	0,82	0,82	0,73	0,65
3	0,94	0,95	0,76	0,86	0,79	1,04
4	0,96	0,97	0,82	0,86	0,75	0,70
5	1,02	0,94	0,81	0,87	0,80	1,19
6	0,88	0,93	0,80	0,83	0,75	0,69
7	0,97	1,01	0,79	0,86	0,78	0,70
8	0,94	0,96	0,81	0,86	0,77	0,63
9	1,00	0,89	0,82	0,92	0,89	0,77
10	0,98	0,86	0,79	0,81	0,77	0,65
11	0,91	0,90	0,78	0,81	0,74	0,60
12	0,93	0,51	0,79	0,85	0,79	0,60
14	0,98	0,94	0,77	0,78	0,75	0,67
15	0,98	0,87	0,82	0,77	0,82	0,70
16	0,91	0,89	0,82	0,82	0,66	0,64
17	0,84	0,94	0,80	0,98	0,75	0,62
18	0,90	0,86	0,83	0,80	0,68	0,59
19	0,84	0,97	0,80	0,79	0,71	0,68
20	0,95	0,88	0,80	0,80	0,78	0,79
átlag	0,93	0,91	0,80	0,84	0,77	0,72
szórás	0,05	0,10	0,03	0,05	0,05	0,15
minimum	0,83	0,51	0,76	0,77	0,66	0,59
maximum	1,02	1,01	0,89	0,98	0,89	1,19
var. koeff.	5,70%	11,45%	3,46%	6,03%	6,93%	20,86%
ASE _s [%]	21,00	23,23	31,89	28,59	34,95	39,15

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	D _s [%]
1	1,26
2	1,29
3	1,23
4	1,09
5	1,20
6	1,13
7	1,20
8	1,26
9	1,21
10	1,21
11	1,19
12	1,09
13	1,15
14	1,08
15	1,08
16	1,18
17	1,17
18	1,25
19	1,17
20	1,17
átlag	1,18
szórás	0,06
minimum	1,08
maximum	1,29
var. koeff.	5,36%

IX. Melléklet A sugárirányú dagadási együttható vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	K _{ds} - Sugárirányú dagadási együttható					
1	0,14	0,20	0,17	0,13	0,12	0,12
2	0,13	0,14	0,14	0,13	0,13	0,16
3	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,16
4	0,14	0,11	0,16	0,13	0,18	0,14
5	0,11	0,16	0,13	0,14	0,15	0,13
6	0,14	0,15	0,14	0,11	0,15	0,15
7	0,12	0,15	0,14	0,12	0,13	0,16
8	0,11	0,15	0,13	0,15	0,12	0,17
9	0,13	0,13	0,16	0,12	0,12	0,15
10	0,14	0,16	0,14	0,14	0,13	0,16
11	0,14	0,14	0,16	0,14	0,12	0,15
12	0,10	0,14	0,10	0,12	0,12	0,14
13	0,15	0,17	0,15	0,14	0,12	0,14
14	0,14	0,18	0,13	0,13	0,13	0,15
15	0,13	0,22	0,19	0,13	0,11	0,14
16	0,07	0,15	0,18	0,13	0,13	0,15
17	0,15	0,16	0,12	0,14	0,12	0,14
18	0,13	0,14	0,16	0,13	0,09	0,16
19	0,14	0,20	0,16	0,14	0,11	0,12
20	0,15	0,19	0,13	0,15	0,13	0,16
átlag	0,13	0,16	0,15	0,13	0,13	0,15
szórás	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01
minimum	0,07	0,11	0,10	0,11	0,09	0,12
maximum	0,15	0,22	0,19	0,15	0,18	0,17
var. koeff.	14,62%	17,40%	15,40%	7,08%	13,93%	9,89%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	K _{ds} - Sugárirányú dagadási együttható					
1	0,17	0,11	0,10	0,15	0,15	0,13
2	0,10	0,20	0,11	0,17	0,14	0,15
3	0,13	0,16	0,13	0,12	0,15	0,13
4	0,12	0,12	0,13	0,12	0,11	0,16
5	0,15	0,08	0,14	0,14	0,15	0,14
6	0,14	0,13	0,14	0,11	0,16	0,15
7	0,15	0,11	0,11	0,16	0,15	0,14
8	0,17	0,14	0,14	0,12	0,14	0,13
9	0,14	0,18	0,15	0,15	0,16	0,13
10	0,11	0,16	0,14	0,13	0,16	0,16
11	0,15	0,14	0,13	0,14	0,14	0,13
12	0,14	0,19	0,16	0,15	0,18	0,13
13	0,13	0,17	0,17	0,13	0,15	0,13
14	0,15	0,18	0,12	0,11	0,16	0,13
15	0,17	0,18	0,15	0,15	0,13	0,15
16	0,18	0,18	0,18	0,14	0,16	0,17
17	0,20	0,13	0,17	0,13	0,13	0,13
18	0,13	0,20	0,12	0,15	0,15	0,13
19	0,17	0,13	0,13	0,12	0,14	0,14
20	0,18	0,13	0,15	0,13	0,14	0,15
átlag	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,14
szórás	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
minimum	0,10	0,08	0,10	0,11	0,11	0,13
maximum	0,20	0,20	0,18	0,17	0,18	0,17
var. koeff.	17,58%	21,66%	16,46%	11,86%	10,06%	7,95%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	K _{ds} - Sugárirányú dagadási együttható					
1	0,17	0,15	0,19	0,13	0,14	0,13
2	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13
3	0,15	0,16	0,13	0,15	0,15	0,22
4	0,15	0,14	0,14	0,13	0,13	0,14
5	0,17	0,13	0,13	0,13	0,13	0,24
6	0,13	0,15	0,15	0,13	0,14	0,13
7	0,15	0,16	0,14	0,13	0,15	0,14
8	0,20	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
9	0,15	0,12	0,16	0,15	0,14	0,14
10	0,15	0,13	0,13	0,13	0,14	0,13
11	0,13	0,16	0,14	0,13	0,13	0,13
12	0,14	0,08	0,15	0,14	0,13	0,12
13	0,16	0,13	0,16	0,14	0,14	0,17
14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,12
15	0,16	0,18	0,15	0,12	0,14	0,14
16	0,15	0,14	0,14	0,13	0,11	0,12
17	0,12	0,17	0,12	0,19	0,13	0,12
18	0,14	0,14	0,15	0,13	0,14	0,11
19	0,13	0,14	0,14	0,15	0,14	0,14
20	0,18	0,15	0,13	0,13	0,15	0,15
átlag	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
szórás	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03
minimum	0,12	0,08	0,12	0,12	0,11	0,11
maximum	0,20	0,18	0,19	0,19	0,15	0,24
var. koeff.	12,70%	14,88%	11,30%	11,81%	6,52%	22,83%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	K _{ds}
1	0,13
2	0,12
3	0,12
4	0,11
5	0,12
6	0,12
7	0,12
8	0,13
9	0,13
10	0,12
11	0,13
12	0,12
13	0,12
14	0,11
15	0,11
16	0,12
17	0,12
18	0,13
19	0,12
20	0,12
átlag	0,12
szórás	0,01
minimum	0,11
maximum	0,13
var. koeff.	4,12%

X. Melléklet A dagadási anizotrópia vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	A _d - Dagadási anizotrópia					
1	1,65	1,14	1,70	1,94	1,92	3,03
2	1,87	1,70	1,97	1,80	1,38	1,74
3	1,64	2,17	1,79	1,46	1,60	1,74
4	1,84	2,31	1,31	1,79	1,22	2,10
5	2,69	1,60	1,54	1,14	1,79	2,33
6	1,68	1,58	1,95	1,83	1,64	1,56
7	1,45	1,73	1,65	1,59	1,96	1,76
8	1,97	1,78	1,42	1,47	1,73	1,59
9	1,76	2,15	1,51	1,31	1,40	2,01
10	1,60	1,13	1,51	1,50	1,60	1,14
11	1,68	1,63	1,81	1,81	1,86	2,12
12	2,06	1,70	1,52	2,28	2,07	1,27
13	1,51	1,46	1,37	1,07	1,69	1,69
14	1,81	1,40	1,69	1,85	1,60	1,75
15	1,62	1,18	1,54	1,80	1,52	1,85
16	3,15	1,38	1,31	1,80	1,78	1,22
17	1,51	1,48	1,69	1,72	1,65	1,85
18	1,47	1,79	1,42	1,93	2,19	1,56
19	1,60	1,29	1,51	2,06	2,06	1,76
20	1,31	1,33	1,78	1,50	1,53	1,30
átlag	1,79	1,60	1,60	1,68	1,71	1,77
szórás	0,43	0,34	0,20	0,30	0,25	0,43
minimum	1,31	1,13	1,31	1,07	1,22	1,14
maximum	3,15	2,31	1,97	2,28	2,19	3,03
var. koeff.	24,03%	20,98%	12,23%	17,87%	14,60%	24,27%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	A _d - Dagadási anizotrópia					
1	1,85	2,43	1,89	1,06	2,79	1,64
2	2,30	1,68	2,46	1,83	2,10	1,80
3	2,23	1,57	1,82	2,03	1,61	2,14
4	1,64	2,14	1,58	2,09	2,07	1,53
5	1,54	2,75	1,68	1,61	1,70	2,12
6	1,81	2,13	1,77	1,98	1,69	2,02
7	1,72	2,36	2,07	1,34	1,55	1,51
8	1,84	1,09	1,27	1,82	1,41	1,48
9	1,73	1,26	1,58	1,31	1,55	1,90
10	1,58	1,56	1,54	1,51	1,66	1,90
11	1,19	1,57	1,51	1,34	1,77	2,25
12	1,70	1,24	1,18	1,49	1,46	1,94
13	1,90	1,36	1,31	1,66	1,31	2,05
14	2,10	1,18	1,69	2,03	1,08	1,87
15	1,09	1,19	1,30	1,70	1,65	1,76
16	1,69	1,31	1,06	1,70	1,38	1,65
17	1,22	1,64	1,40	1,70	1,72	1,48
18	1,73	1,25	2,12	1,38	1,32	1,59
19	1,31	1,60	1,82	1,48	1,66	1,51
20	1,34	1,62	1,59	1,56	1,58	1,54
átlag	1,67	1,65	1,63	1,63	1,65	1,78
szórás	0,33	0,47	0,34	0,28	0,36	0,25
minimum	1,09	1,09	1,06	1,06	1,08	1,48
maximum	2,30	2,75	2,46	2,09	2,79	2,25
var. koeff.	19,74%	28,65%	20,99%	17,03%	21,63%	13,99%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	A _d - Dagadási anizotrópia					
1	1,80	1,37	1,52	1,64	1,45	2,88
2	2,07	1,50	1,50	1,86	1,95	1,67
3	1,76	1,69	1,76	1,58	1,99	1,32
4	1,46	1,37	1,70	1,56	1,48	1,83
5	1,61	1,43	1,69	1,48	1,62	0,99
6	1,77	1,75	1,74	1,35	1,62	1,87
7	1,75	1,37	1,80	1,73	1,61	1,83
8	1,96	1,47	1,60	1,67	1,08	1,64
9	1,64	2,29	1,62	1,43	1,40	1,72
10	1,58	1,80	1,70	1,65	1,42	1,53
11	1,76	1,75	1,77	1,85	1,59	1,76
12	1,75	3,33	1,70	1,54	1,49	1,42
13	1,72	1,44	1,76	1,47	1,65	1,65
14	1,70	1,73	1,66	2,06	1,72	1,72
15	1,61	2,05	1,59	1,83	1,75	1,98
16	1,91	1,63	1,63	1,48	2,61	1,83
17	1,84	1,15	1,80	1,53	1,19	2,18
18	1,66	1,78	1,77	1,75	2,38	2,02
19	1,86	1,45	1,66	1,92	1,83	1,91
20	1,61	1,93	1,83	1,70	1,71	1,66
átlag	1,74	1,71	1,69	1,65	1,68	1,77
szórás	0,14	0,47	0,09	0,18	0,36	0,37
minimum	1,46	1,15	1,50	1,35	1,08	0,99
maximum	2,07	3,33	1,83	2,06	2,61	2,88
var. koeff.	8,23%	27,30%	5,42%	11,12%	21,45%	20,87%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Sorszám	kontroll
	A _d
1	1,89
2	1,91
3	1,92
4	1,77
5	1,73
6	2,16
7	2,06
8	1,68
9	1,85
10	1,75
11	1,96
12	2,21
13	1,78
14	2,22
15	2,05
16	1,81
17	1,79
18	1,99
19	2,15
20	2,12
átlag	1,94
szórás	0,17
minimum	1,68
maximum	2,22
var. koeff.	8,83%

XI. Melléklet Egyensúlyi nedvességtartalmak az adott relatív páratartalmak mellett, 20°C-on

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Kontroll Sorszám	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	3,44	6,64	14,10	14,04	18,47
2	3,55	6,46	10,59	13,21	18,91
3	3,43	6,46	10,38	13,41	20,22
4	3,38	6,29	9,93	12,93	18,79
5	3,51	6,79	10,37	13,65	20,59
6	3,36	6,18	9,75	12,95	18,85
7	3,47	6,38	10,18	13,60	20,44
8	3,49	5,96	10,09	13,53	20,09
9	3,61	6,63	10,13	13,42	19,84
10	3,47	6,27	10,01	13,37	20,01
11	3,44	6,03	10,15	13,71	21,38
12	3,47	6,30	10,46	14,04	22,59
13	3,51	5,93	10,70	14,68	24,70
14	3,62	6,11	10,87	15,11	26,92
15	3,45	6,00	10,60	14,75	25,45
16	3,14	5,72	10,02	14,31	28,93
17	3,31	5,73	10,62	14,97	44,66
18	3,23	5,60	10,44	14,89	27,93
19	3,23	6,11	10,56	15,16	28,70
20	3,24	5,53	10,40	15,08	27,73
átlag	3,42	6,16	10,52	14,04	23,76
szórás	0,13	0,35	0,89	0,77	6,15
minimum	3,14	5,53	9,75	12,93	18,47
maximum	3,62	6,79	14,10	15,16	44,66
var. koeff.	3,83%	5,73%	8,48%	5,45%	25,89%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/2/N Sorszám	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	2,22	4,23	7,02	8,86	13,01
2	1,95	4,04	6,10	8,12	11,88
3	1,83	3,44	5,36	7,28	10,77
4	1,94	3,72	5,75	7,78	11,53
5	2,45	4,60	6,91	9,41	13,74
6	2,83	5,61	8,06	10,94	16,28
7	2,54	4,86	7,37	10,20	15,46
8	2,18	3,99	6,27	8,63	12,96
9	1,60	2,67	4,67	6,64	10,01
10	2,45	4,22	7,09	9,75	14,81
11	1,75	3,04	5,44	7,76	12,20
12	1,85	3,31	5,70	8,09	12,75
13	1,85	3,05	5,74	8,17	13,12
14	1,83	3,11	5,70	8,31	13,91
15	2,11	3,77	6,79	9,85	17,43
16	2,11	3,59	6,66	9,73	18,31
17	1,64	2,78	5,15	7,61	14,00
18	1,68	3,07	5,56	8,21	15,70
19	1,70	2,72	5,36	7,81	14,25
20	1,69	2,87	5,70	8,66	16,75
átlag	2,01	3,63	6,12	8,59	13,94
szórás	0,34	0,79	0,87	1,09	2,22
minimum	1,60	2,67	4,67	6,64	10,01
maximum	2,83	5,61	8,06	10,94	18,31
var. koeff.	17,09%	21,73%	14,15%	12,63%	15,91%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/4/N	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,54	2,83	4,76	6,27	9,32
2	1,34	2,38	4,02	5,37	7,99
3	1,59	2,98	4,62	6,11	9,07
4	1,62	2,82	4,76	6,45	9,52
5	1,46	2,78	4,44	6,04	8,96
6	1,68	2,92	5,05	6,93	10,01
7	1,85	3,20	5,44	7,66	11,39
8	1,76	3,00	5,32	7,58	11,35
9	1,53	2,82	4,81	6,87	10,56
10	1,84	3,30	5,90	8,62	13,80
11	1,52	2,90	4,74	6,90	10,77
12	1,56	2,76	4,79	7,02	11,20
13	1,92	3,50	5,86	8,55	14,22
14	1,81	3,06	5,21	7,56	12,43
15	2,01	3,42	6,25	9,11	15,48
16	1,72	2,94	5,48	7,98	13,26
17	1,71	2,92	5,66	8,44	15,03
18	1,39	2,55	4,50	6,63	10,76
19	2,18	3,75	7,02	10,29	16,88
20	1,64	2,78	5,20	7,67	13,24
átlag	1,68	2,98	5,19	7,40	11,76
szórás	0,21	0,32	0,70	1,19	2,44
minimum	1,34	2,38	4,02	5,37	7,99
maximum	2,18	3,75	7,02	10,29	16,88
var. koeff.	12,48%	10,83%	13,57%	16,12%	20,74%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/6/N	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,60	3,03	4,93	6,73	9,96
2	1,55	2,71	4,67	6,34	9,47
3	1,63	3,03	4,82	6,61	9,81
4	1,70	3,14	4,84	6,65	9,65
5	1,41	2,57	4,15	5,78	8,29
6	1,51	2,86	4,43	6,37	9,45
7	1,82	3,41	5,32	7,68	11,30
8	1,91	3,65	5,65	8,18	12,16
9	1,82	3,35	5,50	8,19	13,06
10	2,46	4,63	7,14	10,32	16,20
11	1,34	2,79	4,48	6,82	11,30
12	1,66	2,90	5,06	7,57	12,59
13	1,56	3,02	5,04	7,54	12,51
14	1,99	3,32	6,13	9,04	15,61
15	1,58	2,93	4,73	6,92	11,48
16	1,68	3,06	5,33	7,77	12,68
17	1,63	2,95	4,93	7,19	11,49
18	1,64	2,78	5,09	7,47	11,88
19	1,73	3,11	5,66	8,49	14,68
20	2,08	3,70	6,52	9,56	15,81
átlag	1,72	3,15	5,22	7,56	11,97
szórás	0,25	0,46	0,73	1,15	2,26
minimum	1,34	2,57	4,15	5,78	8,29
maximum	2,46	4,63	7,14	10,32	16,20
var. koeff.	14,71%	14,51%	13,93%	15,20%	18,90%

5. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/2/N	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,94	3,20	5,95	8,29	12,80
2	2,15	3,70	6,62	9,27	14,51
3	1,86	3,51	5,83	8,11	12,63
4	1,78	3,16	5,48	7,69	11,53
5	1,81	3,25	5,75	8,57	13,46
6	1,61	2,67	5,20	7,73	11,88
7	2,10	3,67	6,34	9,41	15,00
8	2,02	3,36	6,22	9,41	15,17
9	1,71	2,75	5,35	8,20	14,12
10	2,01	3,35	6,22	9,43	15,50
11	1,37	3,19	5,64	8,50	14,79
12	1,85	3,41	6,05	9,12	15,61
13	1,83	2,89	5,70	8,72	15,65
14	1,39	2,36	4,47	6,71	11,56
15	2,00	3,25	6,23	9,26	16,07
16	1,55	2,34	4,71	6,89	11,47
17	1,53	2,66	4,94	7,25	11,99
18	1,66	2,75	5,26	7,85	13,03
19	1,36	2,09	4,37	6,50	10,17
20	1,78	3,25	5,87	8,90	14,24
átlag	1,77	3,04	5,61	8,29	13,56
szórás	0,24	0,45	0,63	0,94	1,74
minimum	1,36	2,09	4,37	6,50	10,17
maximum	2,15	3,70	6,62	9,43	16,07
var. koeff.	13,61%	14,89%	11,29%	11,31%	12,83%

6. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/4/N	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,54	2,49	4,83	7,21	11,69
2	1,23	2,09	4,00	5,83	8,75
3	1,67	2,58	5,06	7,31	10,99
4	1,78	3,14	5,39	7,85	12,01
5	1,73	3,01	5,29	7,96	12,31
6	1,24	2,27	4,04	6,14	9,94
7	1,46	2,64	4,60	6,99	11,55
8	1,70	3,02	5,31	8,09	13,40
9	1,20	2,13	3,79	5,84	9,63
10	1,72	3,02	5,34	8,17	13,32
11	1,74	1,93	5,46	8,45	14,30
12	1,26	2,01	4,25	6,54	11,58
13	1,34	2,42	4,36	6,54	11,23
14	1,77	3,23	5,73	8,69	15,05
15	1,62	2,65	5,09	7,54	12,63
16	1,44	2,62	4,86	7,39	12,71
17	1,42	2,17	4,50	6,63	10,77
18	1,42	2,34	4,47	6,77	10,82
19	1,52	2,61	4,73	7,13	11,06
20	1,55	2,72	5,05	7,66	11,83
átlag	1,52	2,55	4,81	7,24	11,78
szórás	0,20	0,39	0,54	0,83	1,53
minimum	1,20	1,93	3,79	5,83	8,75
maximum	1,78	3,23	5,73	8,69	15,05
var. koeff.	12,87%	15,20%	11,31%	11,49%	13,02%

7. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/6/N	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,64	2,67	5,05	7,20	11,74
2	1,16	1,54	3,52	5,32	8,54
3	1,40	2,26	4,12	6,11	9,43
4	1,33	2,22	4,02	6,01	9,43
5	1,10	1,81	3,46	5,35	8,61
6	1,52	2,28	4,79	7,48	12,33
7	1,75	3,08	5,34	8,10	13,07
8	1,14	1,89	3,85	6,06	10,44
9	1,19	2,17	3,76	5,84	9,73
10	1,54	2,53	5,19	8,21	15,07
11	1,23	2,16	3,97	6,09	10,06
12	1,45	2,50	4,36	6,58	10,82
13	1,24	2,12	3,96	6,04	10,00
14	1,46	2,27	4,71	7,20	11,90
15	1,53	2,83	4,91	7,56	13,01
16	1,55	2,70	4,76	7,06	11,34
17	1,45	2,79	4,86	7,49	11,98
18	1,27	2,32	3,94	5,95	9,31
19	1,37	2,30	4,14	6,21	9,29
20	1,34	2,26	4,23	6,50	9,89
átlag	1,38	2,33	4,35	6,62	10,80
szórás	0,18	0,37	0,56	0,86	1,71
minimum	1,10	1,54	3,46	5,32	8,54
maximum	1,75	3,08	5,34	8,21	15,07
var. koeff.	12,77%	15,77%	12,92%	13,02%	15,88%

8. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/2/L	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	2,36	4,28	7,19	10,48	16,58
2	1,49	2,28	4,46	6,68	10,07
3	1,86	3,21	5,50	8,12	12,03
4	1,75	2,81	5,28	7,70	11,49
5	1,75	2,83	5,27	7,75	11,47
6	2,00	2,71	6,23	9,37	14,79
7	2,43	3,78	7,20	10,78	17,14
8	1,92	3,21	5,83	8,91	14,36
9	1,75	3,08	5,65	8,60	13,86
10	1,61	2,70	4,87	7,47	12,44
11	1,68	2,67	5,28	7,95	13,19
12	1,86	3,14	5,82	8,75	14,11
13	1,90	3,12	5,88	8,90	14,52
14	1,45	2,34	4,54	6,73	10,26
15	1,90	3,09	5,73	8,54	13,05
16	2,09	3,59	6,42	9,55	14,50
17	1,88	2,85	5,85	8,73	13,10
18	1,66	2,80	5,19	7,75	11,56
19	1,54	2,58	4,75	7,24	10,69
20	1,63	2,41	4,82	7,26	10,52
átlag	1,83	2,97	5,59	8,36	12,99
szórás	0,26	0,49	0,77	1,12	2,01
minimum	1,45	2,28	4,46	6,68	10,07
maximum	2,43	4,28	7,20	10,78	17,14
var. koeff.	14,09%	16,54%	13,71%	13,40%	15,50%

9. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/4/L	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,31	2,05	4,04	5,92	8,76
2	1,50	2,20	4,63	6,93	10,16
3	1,89	3,12	5,74	8,59	12,91
4	1,64	2,51	4,69	6,78	9,85
5	1,40	2,10	4,28	6,29	9,30
6	1,66	2,51	5,19	7,86	12,36
7	1,86	3,01	5,79	8,77	13,72
8	1,64	2,67	5,04	7,57	12,14
9	2,42	3,43	6,97	10,62	16,81
10	2,07	3,24	6,38	9,82	15,94
11	1,31	1,95	4,29	6,54	10,38
12	1,98	2,95	6,02	9,16	14,57
13	1,93	2,76	6,06	9,33	15,71
14	2,48	3,93	7,29	10,96	17,17
15	1,77	2,67	5,41	8,29	12,66
16	1,87	2,75	5,74	8,57	12,81
17	1,68	2,35	5,06	7,67	11,27
18	1,95	3,10	5,90	9,04	13,32
19	1,60	2,42	4,78	7,32	10,72
20	1,89	3,03	5,78	8,81	12,98
átlag	1,79	2,74	5,45	8,24	12,68
szórás	0,31	0,50	0,88	1,39	2,46
minimum	1,31	1,95	4,04	5,92	8,76
maximum	2,48	3,93	7,29	10,96	17,17
var. koef.	17,53%	18,34%	16,08%	16,88%	19,40%

10. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/6/L	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,46	2,36	4,14	6,15	8,96
2	1,46	2,32	4,40	6,72	9,80
3	1,75	3,06	5,35	8,17	12,44
4	1,88	2,83	5,50	8,24	12,29
5	1,51	2,55	4,40	6,61	9,72
6	1,87	3,02	5,64	8,88	13,85
7	1,95	3,13	5,89	9,06	14,36
8	1,75	3,03	5,31	8,14	12,80
9	1,57	2,59	4,82	7,34	11,35
10	1,51	2,46	4,73	7,30	11,57
11	2,26	3,80	6,89	10,79	17,68
12	2,21	3,35	6,50	10,19	16,73
13	1,66	2,52	4,77	7,26	11,35
14	2,01	3,11	5,77	8,74	13,52
15	1,79	2,97	5,34	8,21	12,84
16	2,10	3,21	6,38	9,68	14,43
17	1,77	2,79	5,07	7,75	11,36
18	1,83	2,78	5,45	8,45	12,29
19	1,90	3,15	5,47	8,41	12,25
20	1,87	3,01	5,51	8,69	12,80
átlag	1,81	2,90	5,37	8,24	12,62
szórás	0,23	0,37	0,72	1,17	2,14
minimum	1,46	2,32	4,14	6,15	8,96
maximum	2,26	3,80	6,89	10,79	17,68
var. koef.	12,99%	12,66%	13,33%	14,26%	16,98%

11. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/2/L	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,57	2,66	4,95	7,73	11,39
2	1,38	2,56	4,98	7,94	11,83
3	1,45	2,71	5,27	8,40	12,91
4	1,44	1,72	5,06	8,31	13,14
5	1,56	2,55	5,02	8,09	12,25
6	1,78	3,33	5,83	9,56	14,61
7	1,88	3,07	5,82	9,37	14,65
8	1,74	2,82	5,46	8,87	13,85
9	1,95	3,04	5,89	9,54	14,62
10	1,34	2,21	4,60	7,60	11,83
11	1,52	2,86	5,19	8,50	13,86
12	1,69	2,95	5,52	8,86	14,25
13	1,60	2,90	5,30	8,64	14,12
14	1,38	2,25	4,59	7,66	12,88
15	1,65	2,63	5,49	8,79	13,92
16	1,61	2,65	5,36	8,77	14,19
17	1,50	2,56	4,70	7,56	11,24
18	1,49	2,32	4,68	7,50	10,85
19	1,62	2,92	5,29	8,76	13,03
20	1,59	2,79	5,24	8,55	12,34
átlag	1,59	2,68	5,21	8,45	13,09
szórás	0,16	0,36	0,40	0,65	1,22
minimum	1,34	1,72	4,59	7,50	10,85
maximum	1,95	3,33	5,89	9,56	14,65
var. koeff.	10,31%	13,46%	7,59%	7,65%	9,34%

12. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/4/L	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,24	2,27	4,16	6,93	10,23
2	1,03	2,54	4,53	7,93	11,98
3	1,36	2,46	4,32	7,35	11,17
4	1,35	2,22	4,43	7,68	12,06
5	1,34	2,61	4,40	7,33	10,83
6	1,29	2,44	4,07	6,66	9,87
7	1,52	2,79	4,82	8,08	12,31
8	1,57	2,99	5,04	8,36	13,04
9	1,49	2,73	5,01	8,49	13,05
10	1,67	2,90	5,17	8,67	13,15
11	1,47	2,55	4,99	8,56	13,60
12	1,52	2,58	4,92	8,33	13,11
13	1,57	2,59	4,91	8,10	12,58
14	1,46	2,81	4,66	7,74	12,48
15	1,28	1,74	4,35	7,52	12,56
16	1,40	2,63	4,47	7,31	11,08
17	1,57	3,03	4,81	7,95	11,98
18	1,61	2,73	4,57	7,30	10,63
19	1,55	2,41	4,69	7,79	11,70
20	1,56	2,48	4,69	7,90	11,72
átlag	1,44	2,58	4,65	7,80	11,96
szórás	0,16	0,29	0,31	0,55	1,05
minimum	1,03	1,74	4,07	6,66	9,87
maximum	1,67	3,03	5,17	8,67	13,60
var. koeff.	10,80%	11,39%	6,62%	7,01%	8,75%

13. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/6/L	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,37	2,44	3,90	6,49	9,66
2	1,29	2,10	4,15	6,97	10,16
3	1,22	2,22	3,77	6,21	9,15
4	1,32	2,20	4,35	7,24	10,76
5	1,47	2,40	4,47	7,52	11,33
6	1,42	2,62	4,59	7,70	11,95
7	1,51	2,49	4,70	7,59	11,56
8	1,17	1,91	3,64	6,02	9,27
9	1,63	2,75	4,88	7,78	11,90
10	1,37	1,16	4,30	6,93	10,82
11	1,28	2,42	4,34	7,18	11,20
12	1,58	2,43	4,54	7,55	11,83
13	1,26	2,06	3,86	6,27	9,66
14	1,34	2,11	4,12	6,81	10,64
15	1,25	2,14	4,19	6,96	10,93
16	1,57	1,94	4,15	6,73	10,42
17	1,40	2,23	3,98	6,36	9,77
18	1,44	2,18	4,42	7,29	11,50
19	0,96	1,92	3,72	6,27	9,77
20	1,01	1,42	3,04	5,04	7,57
átlag	1,34	2,16	4,16	6,84	10,49
szórás	0,17	0,38	0,43	0,69	1,12
minimum	0,96	1,16	3,04	5,04	7,57
maximum	1,63	2,75	4,88	7,78	11,95
var. koef.	12,97%	17,41%	10,25%	10,06%	10,71%

14. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/2/R	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,43	2,56	4,41	6,12	9,43
2	1,72	2,90	5,23	7,39	11,22
3	2,01	3,70	5,98	8,36	12,98
4	1,76	3,22	5,46	7,70	12,20
5	1,41	2,52	4,57	6,42	10,05
6	2,09	3,77	6,23	8,66	13,31
7	2,06	3,48	6,02	8,35	12,78
8	2,17	3,41	6,33	8,81	13,65
9	2,73	4,69	7,84	10,88	16,61
10	1,36	2,22	4,31	6,24	9,76
11	1,67	2,84	5,18	7,35	11,22
12	1,61	3,12	4,94	6,98	10,68
13	2,13	3,96	6,54	9,50	15,18
14	1,68	2,96	5,26	7,60	11,81
15	1,77	3,47	5,74	8,43	13,64
16	1,57	2,87	4,80	7,03	11,13
17	2,16	3,81	6,79	9,95	15,70
18	2,12	3,86	6,56	9,64	15,33
19	1,85	3,37	5,97	8,77	14,07
20	2,12	3,96	6,84	10,08	16,07
átlag	1,87	3,34	5,75	8,21	12,84
szórás	0,34	0,60	0,93	1,35	2,19
minimum	1,36	2,22	4,31	6,12	9,43
maximum	2,73	4,69	7,84	10,88	16,61
var. koef.	18,03%	18,00%	16,14%	16,47%	17,02%

15. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/4/R	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	2,06	3,38	6,47	9,26	15,19
2	1,66	2,92	5,19	7,37	11,63
3	1,86	3,37	5,40	7,67	12,20
4	2,03	3,59	6,25	8,92	14,32
5	2,09	3,61	6,27	8,98	14,26
6	1,58	2,67	5,09	7,28	11,92
7	1,43	2,59	4,44	6,35	10,51
8	1,71	3,04	5,26	7,53	12,13
9	2,39	4,37	7,21	10,29	16,05
10	1,73	3,11	5,39	7,77	12,42
11	1,36	2,29	4,30	6,09	9,49
12	2,08	3,70	6,71	9,52	15,13
13	1,49	2,73	4,71	6,77	10,79
14	1,73	2,96	5,61	8,11	12,94
15	1,60	2,77	5,08	7,37	12,02
16	1,53	2,76	4,89	7,11	11,46
17	1,47	2,70	4,88	7,16	11,63
18	1,28	2,13	4,09	6,07	9,51
19	1,64	2,98	5,41	8,04	12,62
20	1,77	3,50	6,12	9,10	14,34
átlag	1,72	3,06	5,44	7,84	12,53
szórás	0,29	0,53	0,84	1,18	1,85
minimum	1,28	2,13	4,09	6,07	9,49
maximum	2,39	4,37	7,21	10,29	16,05
var. koeff.	16,57%	17,44%	15,38%	15,06%	14,77%

16. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/6/R	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,36	2,28	3,93	5,59	8,55
2	1,14	2,07	3,45	4,92	7,62
3	1,57	2,89	4,56	6,64	10,92
4	1,55	2,71	4,69	6,90	11,31
5	1,33	2,49	4,25	6,14	10,04
6	1,63	2,85	5,01	7,17	11,27
7	1,77	3,12	5,28	7,52	11,87
8	1,71	2,91	5,09	7,23	11,32
9	1,29	2,34	4,13	6,00	9,69
10	1,32	2,07	4,04	5,88	9,40
11	1,39	2,53	4,37	6,33	10,19
12	1,33	2,26	4,52	6,60	10,76
13	1,40	2,51	4,57	6,66	10,73
14	1,62	2,57	4,99	7,30	11,69
15	1,56	2,69	5,30	7,80	12,52
16	1,45	2,81	4,91	7,27	11,67
17	1,66	2,81	5,38	7,99	12,65
18	1,65	2,73	5,23	7,81	12,24
19	1,36	2,53	4,64	7,07	11,26
20	1,65	3,00	5,39	7,91	11,98
átlag	1,49	2,61	4,69	6,84	10,88
szórás	0,17	0,30	0,54	0,84	1,31
minimum	1,14	2,07	3,45	4,92	7,62
maximum	1,77	3,12	5,39	7,99	12,65
var. koeff.	11,46%	11,36%	11,56%	12,22%	12,06%

17. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/2/R	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,28	2,32	4,16	6,27	10,11
2	1,56	2,94	5,02	7,35	11,55
3	1,84	3,43	5,87	8,71	14,06
4	1,71	3,05	5,37	7,84	12,67
5	1,64	2,71	5,71	8,70	15,26
6	1,72	3,14	6,05	9,25	17,55
7	1,76	2,87	5,47	8,03	13,08
8	1,86	3,35	6,23	9,32	15,37
9	1,39	2,60	4,75	7,21	12,05
10	1,90	3,52	6,20	9,18	14,84
11	1,92	3,63	6,32	9,48	15,70
12	1,77	3,54	6,33	9,66	16,09
13	1,60	2,80	5,17	7,78	12,72
14	1,81	3,03	5,96	9,08	14,87
15	1,70	3,05	5,73	8,82	14,72
16	1,80	2,87	6,01	9,27	15,35
17	1,86	3,38	6,10	9,39	15,25
18	1,54	2,73	5,11	7,94	12,92
19	1,48	2,86	5,90	9,30	15,70
20	1,74	3,29	6,03	9,41	14,85
átlag	1,69	3,06	5,67	8,60	14,23
szórás	0,17	0,35	0,58	0,93	1,80
minimum	1,28	2,32	4,16	6,27	10,11
maximum	1,92	3,63	6,33	9,66	17,55
var. koeff.	10,25%	11,47%	10,27%	10,87%	12,64%

18. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/4/R	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,63	2,72	5,33	7,93	12,93
2	1,17	2,03	3,60	5,43	8,80
3	1,50	2,66	4,98	7,65	12,67
4	1,58	2,57	4,84	7,34	11,91
5	1,55	2,61	5,22	8,33	14,93
6	1,41	2,51	4,77	7,54	12,61
7	1,45	2,50	4,80	7,26	12,03
8	1,59	2,52	5,00	7,65	12,77
9	1,34	2,11	4,33	6,70	11,66
10	1,55	2,78	4,93	7,71	13,70
11	1,60	2,81	5,22	8,02	13,39
12	1,33	2,62	4,31	6,62	10,93
13	1,64	2,71	5,19	8,06	13,59
14	1,51	2,86	4,79	7,35	12,02
15	1,45	2,70	4,79	7,49	12,41
16	1,57	2,75	5,28	8,20	13,36
17	1,56	2,63	5,04	7,75	12,48
18	1,54	2,54	4,71	7,21	11,59
19	1,52	2,85	4,96	7,85	12,72
20	1,22	2,10	3,96	6,64	11,63
átlag	1,49	2,58	4,80	7,44	12,41
szórás	0,13	0,24	0,45	0,68	1,25
minimum	1,17	2,03	3,60	5,43	8,80
maximum	1,64	2,86	5,33	8,33	14,93
var. koeff.	8,81%	9,32%	9,33%	9,12%	10,05%

19. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/6/R	U _φ - Egyensúlyi nedvességtartalom, T=20°C				
Sorszám	φ=20%	φ=40%	φ=65%	φ=80%	φ=95%
1	1,35	2,70	4,41	7,05	11,93
2	1,07	2,31	3,77	5,82	9,42
3	1,59	3,18	5,10	7,77	12,39
4	1,35	2,56	4,18	6,34	10,09
5	1,11	1,98	3,57	5,52	9,01
6	1,00	2,84	4,14	6,74	11,52
7	1,38	2,94	4,60	7,25	12,00
8	1,44	2,84	4,39	6,84	11,38
9	1,15	2,35	3,84	6,01	10,04
10	1,30	2,46	4,16	6,52	10,58
11	1,14	2,23	3,95	6,27	10,22
12	1,16	2,21	3,72	5,77	9,41
13	1,43	2,78	4,61	7,24	12,15
14	1,17	2,38	3,72	5,93	9,74
15	1,37	2,53	4,50	7,21	11,97
16	1,12	2,25	3,56	5,58	8,91
17	1,41	2,93	4,65	7,47	12,23
18	1,35	2,54	4,71	7,46	12,17
19	1,29	2,31	4,08	6,43	10,04
20	1,00	1,91	3,62	5,70	9,28
átlag	1,26	2,51	4,16	6,55	10,72
szórás	0,16	0,33	0,44	0,71	1,24
minimum	1,00	1,91	3,56	5,52	8,91
maximum	1,59	3,18	5,10	7,77	12,39
var. koeff.	12,86%	13,30%	10,68%	10,87%	11,57%

XII. Melléklet Pillanatnyi nedvességtartalmak a vizsgált időpontokban (T=20°C;
φ=65%)

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Kontroll	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
	Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h
1	5,29	7,24	8,91	9,47	9,75	10,03
2	3,55	7,38	8,74	10,11	10,11	10,38
3	2,75	5,49	7,97	9,89	9,89	10,16
4	2,54	4,06	7,36	9,39	9,39	9,90
5	2,92	4,14	7,54	9,49	9,49	9,73
6	2,66	4,12	7,99	9,20	9,20	9,69
7	3,16	4,87	8,03	9,49	9,49	9,73
8	3,66	5,12	8,54	9,51	9,51	9,76
9	3,63	5,08	8,72	9,20	9,20	9,69
10	4,15	5,61	8,54	9,51	9,51	9,76
11	3,16	4,85	8,50	9,22	9,22	9,47
12	2,20	4,63	8,29	8,78	8,78	9,27
13	2,46	4,68	8,37	9,11	9,11	9,36
14	3,47	4,46	8,17	9,16	9,16	9,41
15	3,23	4,22	7,69	9,18	9,18	9,43
16	2,71	4,68	8,13	9,36	9,36	9,61
17	2,95	4,91	8,60	9,09	9,34	9,58
18	2,39	5,49	8,59	9,31	9,31	9,55
19	2,35	6,12	8,71	9,18	9,18	9,41
20	4,75	6,89	9,26	9,26	9,26	9,50
átlag	3,20	5,20	8,33	9,35	9,37	9,67
szórás	0,81	1,01	0,48	0,29	0,30	0,28
minimum	2,20	4,06	7,36	8,78	8,78	9,27
maximum	5,29	7,38	9,26	10,11	10,11	10,38
var. koeff.	25,38%	19,35%	5,71%	3,09%	3,15%	2,91%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/2/N	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
	Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h
1	3,94	4,93	6,90	7,39	7,39	7,64
2	3,16	4,85	6,80	7,28	7,28	7,52
3	2,94	4,41	6,62	7,11	7,11	7,35
4	2,80	3,73	6,06	6,76	6,99	6,99
5	2,37	3,79	5,92	6,64	6,87	6,87
6	2,64	3,85	5,77	6,97	6,97	7,21
7	2,35	3,76	5,65	6,82	6,82	7,06
8	2,60	3,78	5,44	6,38	6,62	6,86
9	2,80	3,96	5,59	6,99	6,99	7,23
10	2,46	3,93	5,65	6,88	6,88	7,13
11	2,42	3,86	5,80	6,76	6,76	7,00
12	3,34	4,30	6,44	6,92	7,16	7,40
13	2,61	3,48	5,43	6,30	6,30	6,52
14	2,32	3,94	5,80	6,73	6,73	6,96
15	3,41	4,63	6,10	7,07	7,07	7,32
16	3,81	4,52	5,95	6,90	6,90	7,14
17	3,17	4,07	6,11	7,01	7,01	7,24
18	3,61	4,81	6,25	6,97	7,21	7,45
19	2,73	4,09	6,36	6,82	7,05	7,05
20	3,96	5,20	6,68	7,18	7,43	7,43
átlag	2,97	4,20	6,07	6,90	6,98	7,17
szórás	0,55	0,48	0,45	0,27	0,26	0,27
minimum	2,32	3,48	5,43	6,30	6,30	6,52
maximum	3,96	5,20	6,90	7,39	7,43	7,64
var. koeff.	18,38%	11,47%	7,38%	3,85%	3,78%	3,71%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/4/N	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,75	4,92	6,09	6,32	6,32	6,56
2	2,85	4,28	5,70	6,18	6,18	6,41
3	2,52	3,57	5,46	5,88	6,09	6,09
4	2,15	3,66	5,16	6,02	6,24	6,24
5	1,97	3,51	5,26	5,92	5,92	6,14
6	1,68	3,37	5,26	5,89	5,89	6,11
7	2,11	3,58	5,26	6,11	6,11	6,11
8	1,58	2,64	4,39	5,10	5,10	5,27
9	2,05	3,48	5,74	5,94	6,15	6,15
10	2,10	3,50	5,37	6,07	6,07	6,31
11	1,47	2,94	5,46	5,67	5,88	6,09
12	2,19	3,50	5,47	5,91	6,13	6,35
13	1,97	3,35	4,72	5,31	5,31	5,51
14	2,63	3,73	5,70	5,70	5,92	5,92
15	1,54	2,56	4,27	4,95	4,95	4,95
16	3,10	4,52	6,19	6,67	6,67	6,67
17	2,73	3,57	5,46	5,88	5,88	5,88
18	2,33	4,02	5,71	5,92	5,92	6,13
19	2,25	4,28	5,63	5,86	5,86	6,08
20	2,94	4,40	5,45	5,66	5,66	5,87
átlag	2,29	3,67	5,39	5,85	5,91	6,04
szórás	0,58	0,60	0,48	0,39	0,41	0,41
minimum	1,47	2,56	4,27	4,95	4,95	4,95
maximum	3,75	4,92	6,19	6,67	6,67	6,67
var. koef.	25,17%	16,38%	8,96%	6,71%	6,86%	6,77%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/6/N	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	2,15	3,13	4,50	4,89	5,09	5,28
2	2,43	3,24	5,06	5,26	5,26	5,47
3	2,75	4,12	5,72	6,18	6,18	6,41
4	1,28	2,56	4,21	4,76	4,76	4,95
5	2,13	3,55	5,45	6,16	6,16	6,40
6	1,55	2,71	4,06	5,03	5,03	5,22
7	2,65	3,75	5,52	6,18	6,18	6,40
8	2,84	3,79	5,69	6,64	6,64	6,87
9	1,40	2,40	4,40	4,80	5,00	5,20
10	1,72	3,22	5,15	5,79	6,01	6,01
11	1,13	2,26	3,95	4,71	4,90	4,90
12	2,23	3,97	5,96	6,45	6,95	6,95
13	1,59	2,58	4,57	5,37	5,37	5,57
14	2,36	4,01	5,66	6,37	6,37	6,60
15	1,47	2,57	4,59	5,14	5,14	5,32
16	1,02	2,03	3,72	4,40	4,57	4,74
17	2,46	3,94	6,16	6,40	6,65	6,90
18	1,55	2,71	4,64	5,22	5,42	5,42
19	1,34	2,68	4,40	4,78	4,97	5,16
20	3,15	4,60	6,05	6,30	6,54	6,78
átlag	1,96	3,19	4,97	5,54	5,66	5,83
szórás	0,63	0,73	0,76	0,73	0,75	0,76
minimum	1,02	2,03	3,72	4,40	4,57	4,74
maximum	3,15	4,60	6,16	6,64	6,95	6,95
var. koef.	32,23%	22,98%	15,27%	13,14%	13,18%	13,05%

5. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/2/N	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,39	4,60	5,81	6,05	6,05	6,30
2	3,13	4,17	5,73	5,99	6,25	6,51
3	3,21	4,20	5,68	6,42	6,42	6,42
4	2,70	3,68	5,39	5,88	6,13	6,37
5	2,36	3,41	5,25	6,04	6,04	6,30
6	2,51	3,76	5,51	6,27	6,27	6,52
7	2,44	3,90	5,37	5,85	5,85	6,34
8	1,81	2,95	4,76	5,44	5,44	5,67
9	2,62	3,93	5,50	6,28	6,28	6,54
10	2,54	4,31	5,84	6,09	6,09	6,35
11	2,42	4,59	5,56	6,04	6,04	6,28
12	2,38	3,97	5,82	6,35	6,35	6,35
13	2,94	3,74	5,88	6,15	6,15	6,42
14	3,07	3,77	5,66	6,13	6,13	6,37
15	3,00	4,00	5,75	6,00	6,00	6,25
16	2,72	4,20	5,68	5,93	6,17	6,42
17	2,89	4,21	6,05	6,32	6,32	6,58
18	3,03	4,04	5,56	6,06	6,06	6,31
19	3,47	4,70	5,94	6,19	6,19	6,44
20	3,70	4,94	5,68	5,93	5,93	6,17
átlag	2,82	4,05	5,62	6,07	6,11	6,34
szórás	0,45	0,46	0,29	0,22	0,21	0,19
minimum	1,81	2,95	4,76	5,44	5,44	5,67
maximum	3,70	4,94	6,05	6,42	6,42	6,58
var. koeff.	16,07%	11,35%	5,08%	3,59%	3,47%	2,99%

6. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/4/N	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,42	4,16	5,62	5,87	5,87	6,11
2	2,27	3,53	5,54	5,79	5,79	6,05
3	2,08	3,38	5,45	5,97	5,97	6,23
4	2,77	3,53	5,54	5,79	5,79	6,05
5	2,19	2,59	4,18	4,58	4,78	4,98
6	2,58	3,36	5,17	5,68	5,68	5,94
7	2,26	3,51	5,01	5,51	5,76	6,02
8	2,07	3,37	4,92	5,70	5,70	5,96
9	2,76	3,76	5,01	5,76	5,76	6,02
10	2,43	3,40	4,61	5,10	5,34	5,58
11	2,81	3,83	5,10	5,61	5,87	6,12
12	1,73	2,60	4,11	4,76	4,98	5,19
13	2,53	3,54	5,05	5,81	5,81	6,06
14	2,44	3,41	4,88	5,37	5,37	5,61
15	3,02	3,78	5,29	5,54	5,79	6,05
16	2,75	3,75	5,25	5,50	5,75	6,00
17	2,56	3,33	4,87	5,38	5,64	5,90
18	2,54	3,30	5,08	5,58	5,58	5,84
19	2,70	3,43	4,90	5,64	5,64	5,88
20	3,56	4,33	5,60	5,60	5,85	6,11
átlag	2,57	3,49	5,06	5,53	5,64	5,88
szórás	0,44	0,41	0,42	0,35	0,30	0,32
minimum	1,73	2,59	4,11	4,58	4,78	4,98
maximum	3,56	4,33	5,62	5,97	5,97	6,23
var. koeff.	17,07%	11,78%	8,25%	6,41%	5,39%	5,38%

7. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/6/N	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	2,42	3,38	4,59	5,07	5,07	5,07
2	1,74	3,23	4,47	4,71	4,71	4,96
3	1,97	2,82	4,51	4,79	4,79	4,79
4	2,26	3,02	4,27	4,52	4,77	5,03
5	1,22	2,04	3,46	3,87	4,07	4,28
6	1,74	2,99	4,23	4,73	4,73	4,98
7	1,89	2,70	4,05	4,59	4,59	4,59
8	2,05	3,33	4,62	4,87	4,87	5,13
9	1,92	3,01	4,11	4,38	4,66	4,93
10	2,15	2,96	4,30	4,57	4,84	5,11
11	1,76	2,77	3,78	4,28	4,28	4,53
12	2,19	3,01	4,10	4,64	4,64	4,92
13	2,12	3,06	4,00	4,47	4,47	4,71
14	1,90	2,72	3,80	4,08	4,35	4,62
15	1,58	2,48	3,83	4,05	4,05	4,28
16	1,90	2,86	4,29	4,52	4,52	4,76
17	1,88	2,95	4,02	4,29	4,29	4,56
18	1,97	2,71	4,19	4,43	4,43	4,68
19	2,07	3,10	4,39	4,65	4,65	4,91
20	2,82	3,53	4,47	4,71	4,71	4,94
átlag	1,98	2,93	4,17	4,51	4,58	4,79
szórás	0,33	0,33	0,30	0,29	0,27	0,25
minimum	1,22	2,04	3,46	3,87	4,05	4,28
maximum	2,82	3,53	4,62	5,07	5,07	5,13
var. koef.	16,48%	11,27%	7,25%	6,49%	5,81%	5,29%

8. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/2/L	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	2,74	3,72	5,87	6,07	6,26	6,46
2	1,55	2,71	5,43	6,20	6,20	6,59
3	1,64	2,55	5,11	6,02	6,20	6,57
4	2,56	3,50	5,83	6,29	6,53	6,76
5	2,53	3,68	5,75	6,44	6,67	6,90
6	2,14	3,50	5,45	6,03	6,03	6,42
7	2,53	3,92	5,76	6,45	6,68	6,91
8	2,26	3,21	5,09	5,85	5,85	6,04
9	2,17	3,36	5,14	5,93	6,13	6,32
10	2,36	3,34	5,50	6,29	6,48	6,68
11	2,78	3,71	5,80	6,26	6,50	6,96
12	2,84	3,78	5,91	6,62	6,86	7,09
13	2,58	3,51	5,85	6,56	6,79	7,03
14	2,53	3,51	5,46	6,24	6,43	6,63
15	2,77	3,70	5,77	6,47	6,70	6,93
16	1,71	2,39	4,44	4,95	5,29	5,46
17	1,88	2,98	4,87	5,34	5,49	5,65
18	2,71	4,06	6,09	6,55	6,77	7,00
19	2,33	3,29	5,62	6,01	6,20	6,40
20	3,53	4,64	6,18	6,40	6,62	6,84
átlag	2,41	3,45	5,55	6,15	6,33	6,58
szórás	0,47	0,52	0,44	0,41	0,43	0,45
minimum	1,55	2,39	4,44	4,95	5,29	5,46
maximum	3,53	4,64	6,18	6,62	6,86	7,09
var. koef.	19,68%	15,10%	7,86%	6,72%	6,72%	6,77%

9. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/4/L	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,46	4,62	5,77	6,00	6,24	6,47
2	1,92	2,72	4,00	4,48	4,64	4,80
3	2,66	3,48	5,33	5,53	5,74	5,94
4	2,91	4,12	6,30	6,54	6,78	7,02
5	3,42	4,65	6,36	7,09	7,09	7,09
6	2,56	3,73	5,59	6,06	6,29	6,53
7	2,10	3,27	5,37	6,31	6,54	6,54
8	2,22	3,33	5,56	6,22	6,44	6,67
9	2,14	3,63	5,13	5,98	5,98	6,20
10	1,10	1,83	3,85	4,59	4,77	5,14
11	2,77	3,62	5,54	6,18	6,40	6,40
12	2,38	3,46	5,40	6,05	6,26	6,26
13	2,38	3,89	5,62	6,26	6,26	6,48
14	2,00	3,01	5,01	5,61	5,81	5,81
15	1,84	2,76	5,34	5,34	5,52	5,71
16	2,61	3,70	6,30	6,52	6,52	6,74
17	2,39	3,48	5,65	5,87	6,09	6,30
18	2,86	3,58	5,01	5,19	5,37	5,55
19	4,17	5,15	6,62	6,86	7,11	7,35
20	4,21	5,37	6,78	7,01	7,24	7,24
átlag	2,61	3,67	5,53	5,99	6,16	6,31
szórás	0,76	0,83	0,75	0,71	0,70	0,67
minimum	1,10	1,83	3,85	4,48	4,64	4,80
maximum	4,21	5,37	6,78	7,09	7,24	7,35
var. koeff.	29,26%	22,65%	13,56%	11,85%	11,42%	10,63%

10. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/6/L	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	2,69	3,65	4,80	4,99	5,37	5,57
2	2,76	3,82	5,52	5,73	6,16	6,16
3	2,07	3,32	5,19	5,60	5,81	6,02
4	2,22	3,56	5,11	5,56	5,78	6,00
5	2,12	3,85	5,39	5,59	5,78	6,17
6	1,81	3,85	5,43	5,88	5,88	6,11
7	2,46	3,80	5,37	6,04	6,26	6,26
8	3,08	3,85	5,38	5,77	6,15	6,15
9	2,25	3,56	5,44	5,63	5,82	6,00
10	1,96	3,70	5,45	5,88	6,10	6,32
11	1,65	3,10	4,96	5,37	5,79	5,99
12	2,32	3,47	5,02	5,79	6,18	6,18
13	2,34	3,24	4,68	5,40	5,58	5,58
14	2,52	3,35	5,03	5,66	5,87	5,87
15	3,09	4,25	5,60	5,98	6,18	6,37
16	1,72	2,75	4,47	4,81	4,98	5,15
17	3,47	4,57	5,85	6,03	6,22	6,40
18	3,92	4,71	5,88	6,08	6,27	6,47
19	3,86	4,77	5,91	6,14	6,36	6,36
20	3,80	4,56	5,89	5,89	6,08	6,08
átlag	2,61	3,79	5,32	5,69	5,93	6,06
szórás	0,71	0,55	0,41	0,35	0,34	0,32
minimum	1,65	2,75	4,47	4,81	4,98	5,15
maximum	3,92	4,77	5,91	6,14	6,36	6,47
var. koeff.	27,43%	14,52%	7,75%	6,12%	5,75%	5,32%

11. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/2/L	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,16	4,13	5,83	6,31	6,31	6,55
2	1,15	2,11	3,83	4,79	4,98	4,98
3	2,36	3,14	5,24	6,28	6,28	6,54
4	2,07	3,11	4,66	5,70	5,96	6,22
5	2,22	3,20	4,93	6,16	6,40	6,40
6	2,36	3,40	5,24	6,28	6,28	6,54
7	2,58	3,52	5,40	6,10	6,10	6,57
8	2,12	3,17	5,03	5,82	6,08	6,35
9	2,49	3,23	5,47	5,97	6,47	6,47
10	1,85	3,17	5,54	6,07	6,33	6,33
11	1,73	2,96	5,19	6,17	6,17	6,42
12	2,22	3,21	5,43	6,17	6,17	6,42
13	2,59	3,63	5,18	5,96	6,22	6,48
14	2,34	3,64	5,45	5,97	5,97	6,23
15	1,71	2,93	5,12	5,85	6,10	6,10
16	2,20	3,17	5,37	5,85	5,85	6,10
17	2,10	3,15	5,25	6,04	6,04	6,30
18	1,33	2,22	4,44	5,11	5,33	5,56
19	2,41	3,22	5,09	5,90	5,90	6,43
20	3,15	3,94	5,25	5,51	5,77	6,30
átlag	2,21	3,21	5,15	5,90	6,04	6,27
szórás	0,50	0,47	0,43	0,39	0,36	0,38
minimum	1,15	2,11	3,83	4,79	4,98	4,98
maximum	3,16	4,13	5,83	6,31	6,47	6,57
var. koeff.	22,75%	14,66%	8,43%	6,55%	5,92%	6,06%

12. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/4/L	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	1,76	2,64	4,18	4,62	4,84	5,05
2	1,26	2,02	4,29	4,80	5,05	5,30
3	1,15	2,08	4,16	4,62	4,85	5,31
4	1,60	2,66	4,52	4,79	5,05	5,32
5	1,61	2,30	4,15	4,84	4,84	5,30
6	1,62	2,31	4,39	4,85	4,85	5,31
7	1,60	2,66	4,79	5,05	5,05	5,32
8	1,84	2,76	4,61	5,07	5,30	5,53
9	1,80	2,84	4,64	4,90	5,15	5,41
10	1,87	2,81	4,22	4,92	4,92	5,15
11	1,56	2,86	4,42	4,94	4,94	5,45
12	1,25	2,09	3,55	4,18	4,38	4,59
13	2,10	3,03	4,20	4,90	5,13	5,36
14	2,11	2,81	4,22	4,92	5,15	5,39
15	1,81	2,84	4,13	4,91	4,91	5,43
16	1,69	2,66	4,11	4,59	4,59	5,07
17	1,75	2,49	4,24	4,74	4,74	5,24
18	1,85	2,90	4,75	5,01	5,01	5,54
19	2,08	2,86	4,68	4,94	4,94	5,45
20	2,86	3,64	4,68	4,94	4,94	5,19
átlag	1,76	2,66	4,34	4,82	4,93	5,29
szórás	0,37	0,38	0,30	0,20	0,21	0,21
minimum	1,15	2,02	3,55	4,18	4,38	4,59
maximum	2,86	3,64	4,79	5,07	5,30	5,54
var. koeff.	20,98%	14,16%	6,84%	4,23%	4,18%	3,99%

13. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/6/L	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	2,70	3,43	4,66	4,90	4,90	5,15
2	2,32	3,16	4,22	4,64	4,64	4,85
3	2,26	2,76	4,51	4,76	5,01	5,01
4	1,90	2,53	3,80	4,43	4,64	4,64
5	1,24	2,48	4,13	4,75	4,75	4,96
6	1,05	2,32	4,01	4,43	4,43	4,85
7	1,28	2,30	4,09	4,60	4,60	4,86
8	1,76	2,77	4,28	4,79	5,04	5,29
9	0,84	1,68	3,37	4,00	4,21	4,42
10	1,74	2,60	3,90	4,56	4,77	4,99
11	1,76	2,77	4,03	4,79	4,79	5,04
12	1,75	2,51	4,26	4,51	4,51	5,01
13	1,80	2,57	4,11	4,63	4,88	4,88
14	1,75	2,49	3,99	4,49	4,74	4,99
15	1,72	2,37	3,88	4,53	4,53	4,74
16	1,68	2,32	4,00	4,42	4,63	4,84
17	1,77	2,53	4,04	4,80	4,80	5,05
18	1,78	2,80	4,58	4,83	4,83	5,09
19	2,26	3,26	4,51	5,01	5,01	5,26
20	2,64	3,46	4,47	4,88	4,88	5,08
átlag	1,80	2,66	4,14	4,64	4,73	4,95
szórás	0,48	0,42	0,31	0,23	0,21	0,20
minimum	0,84	1,68	3,37	4,00	4,21	4,42
maximum	2,70	3,46	4,66	5,01	5,04	5,29
var. koeff.	26,43%	15,98%	7,45%	4,96%	4,45%	4,09%

14. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/2/R	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	2,71	3,73	4,75	5,25	5,42	5,59
2	1,80	3,01	4,81	5,81	5,81	6,21
3	1,31	2,81	4,87	5,81	5,99	6,37
4	1,10	2,64	5,05	6,37	6,37	6,59
5	1,21	2,41	4,31	5,52	5,52	5,86
6	1,30	2,60	4,99	6,07	6,51	6,72
7	1,90	3,05	5,14	6,10	6,10	6,67
8	1,30	1,87	3,46	4,47	4,61	4,76
9	1,85	2,96	5,00	6,11	6,48	6,67
10	1,92	3,07	4,79	5,94	6,32	6,51
11	1,76	2,86	5,29	6,39	6,61	6,83
12	1,50	2,78	5,13	6,20	6,62	6,84
13	1,57	2,43	4,35	5,57	5,74	5,91
14	1,56	2,90	4,90	6,24	6,68	6,90
15	1,71	2,66	4,56	5,89	6,08	6,27
16	1,60	2,66	4,43	5,67	5,85	6,03
17	1,53	2,83	5,01	6,10	6,54	6,75
18	1,24	2,68	4,95	5,98	6,19	6,39
19	1,26	2,51	5,02	6,07	6,28	6,49
20	1,51	2,52	4,36	5,03	5,03	5,20
átlag	1,58	2,75	4,76	5,83	6,04	6,28
szórás	0,36	0,36	0,42	0,48	0,56	0,57
minimum	1,10	1,87	3,46	4,47	4,61	4,76
maximum	2,71	3,73	5,29	6,39	6,68	6,90
var. koeff.	23,01%	13,06%	8,80%	8,16%	9,23%	9,15%

15. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/4/R	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,02	4,19	5,81	6,74	6,74	6,98
2	1,90	3,33	5,00	6,43	6,67	6,90
3	1,82	2,83	4,25	5,67	5,87	6,07
4	1,95	3,25	4,98	6,28	6,49	6,71
5	1,87	3,04	5,39	6,56	6,79	7,03
6	1,53	2,62	5,46	5,90	6,11	6,33
7	1,65	2,69	5,17	5,99	6,20	6,40
8	2,17	3,38	6,04	6,76	7,00	7,25
9	1,67	3,10	5,48	6,43	6,90	7,14
10	2,03	3,15	5,41	6,31	6,53	6,76
11	1,13	1,88	3,94	5,07	5,44	5,63
12	1,84	2,99	5,29	6,21	6,44	6,67
13	1,93	2,90	5,56	6,52	6,76	7,00
14	1,99	3,09	5,08	5,96	6,40	6,62
15	1,13	1,78	3,55	4,52	4,68	4,85
16	1,57	2,70	5,17	6,07	6,29	6,52
17	1,28	2,39	4,40	5,14	5,32	5,50
18	1,71	2,99	5,12	5,97	6,18	6,40
19	2,03	3,16	5,42	6,32	6,55	6,77
20	2,63	3,64	5,26	5,47	5,67	5,87
átlag	1,84	2,95	5,09	6,01	6,25	6,47
szórás	0,45	0,55	0,61	0,59	0,60	0,62
minimum	1,13	1,78	3,55	4,52	4,68	4,85
maximum	3,02	4,19	6,04	6,76	7,00	7,25
var. koeff.	24,36%	18,50%	12,08%	9,81%	9,52%	9,52%

16. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/6/R	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	1,30	1,94	3,57	4,54	4,54	4,70
2	1,88	3,33	5,00	6,04	6,25	6,46
3	1,89	3,35	4,40	5,66	5,66	5,87
4	1,43	2,65	4,07	5,70	5,70	5,91
5	1,47	2,52	4,41	5,88	6,09	6,30
6	1,35	2,12	3,85	5,00	5,19	5,38
7	1,64	2,67	4,72	5,54	5,54	5,75
8	1,77	2,88	5,10	5,99	5,99	6,21
9	1,38	1,90	3,45	4,66	4,84	5,01
10	1,68	2,53	4,00	5,47	5,68	5,89
11	1,38	2,16	4,13	5,11	5,30	5,50
12	1,53	2,30	3,83	4,79	5,17	5,36
13	1,36	1,87	3,57	4,58	4,75	4,92
14	1,97	2,85	4,61	5,92	5,92	6,14
15	1,63	2,24	4,07	5,28	5,49	5,49
16	1,45	2,27	4,55	5,17	5,58	5,79
17	1,57	2,70	4,94	5,84	6,29	6,52
18	1,23	2,26	4,32	5,35	5,35	5,56
19	1,67	2,71	4,59	5,64	5,64	5,85
20	2,93	3,83	5,41	5,86	6,08	6,31
átlag	1,63	2,55	4,33	5,40	5,55	5,75
szórás	0,37	0,52	0,54	0,49	0,49	0,51
minimum	1,23	1,87	3,45	4,54	4,54	4,70
maximum	2,93	3,83	5,41	6,04	6,29	6,52
var. koeff.	22,83%	20,26%	12,58%	9,06%	8,81%	8,86%

17. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/2/R	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,17	4,31	5,67	5,90	6,35	6,58
2	2,17	3,54	5,12	5,91	6,10	6,30
3	1,79	2,78	4,37	5,17	5,37	5,57
4	2,07	3,00	5,30	5,99	6,22	6,45
5	2,08	3,23	5,31	6,24	6,47	6,70
6	2,00	3,56	5,33	5,78	6,00	6,22
7	2,28	3,88	5,25	6,16	6,39	6,62
8	2,31	3,70	5,31	6,00	6,24	6,47
9	2,48	3,61	4,97	5,87	6,09	6,32
10	2,02	3,23	5,25	6,06	6,26	6,46
11	1,79	2,91	4,93	5,83	6,05	6,28
12	2,16	3,24	4,97	5,83	6,05	6,26
13	2,30	3,22	5,06	5,98	6,21	6,44
14	2,00	2,88	4,88	5,76	5,99	6,21
15	2,22	3,10	5,10	5,99	6,21	6,43
16	2,02	3,14	5,16	6,05	6,28	6,50
17	1,35	2,19	3,87	4,71	4,88	5,05
18	1,48	2,75	4,86	5,71	5,92	6,13
19	1,20	2,24	4,13	4,82	4,99	5,16
20	2,97	3,89	5,49	5,72	5,95	6,18
átlag	2,09	3,22	5,02	5,77	6,00	6,22
szórás	0,47	0,53	0,44	0,41	0,43	0,45
minimum	1,20	2,19	3,87	4,71	4,88	5,05
maximum	3,17	4,31	5,67	6,24	6,47	6,70
var. koeff.	22,41%	16,54%	8,82%	7,07%	7,18%	7,20%

18. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/4/R	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,61	4,38	5,41	5,67	5,93	5,93
2	3,07	4,09	5,37	5,63	5,88	5,88
3	1,96	3,19	4,66	5,15	5,39	5,39
4	2,54	3,55	5,33	5,58	5,84	5,84
5	2,22	3,45	5,17	5,42	5,67	5,91
6	2,10	3,04	4,67	4,91	5,14	5,37
7	1,74	2,61	4,57	5,00	5,22	5,22
8	2,05	3,33	5,38	5,64	5,90	6,15
9	2,33	3,37	5,44	5,70	5,96	6,22
10	1,64	2,82	4,93	5,16	5,40	5,63
11	1,46	2,68	4,87	5,11	5,35	5,60
12	1,96	3,19	5,15	5,39	5,64	5,88
13	2,01	3,26	4,76	5,26	5,51	5,76
14	2,05	3,07	5,12	5,37	5,63	5,63
15	2,06	3,08	4,88	7,71	5,40	5,66
16	1,74	2,99	4,73	5,22	5,47	5,72
17	1,78	3,05	4,82	5,08	5,33	5,58
18	1,57	2,47	3,81	4,48	4,71	4,93
19	2,01	3,01	4,76	5,01	5,51	5,26
20	2,48	3,22	4,70	4,95	5,20	5,20
átlag	2,12	3,19	4,93	5,37	5,50	5,64
szórás	0,51	0,45	0,39	0,63	0,31	0,33
minimum	1,46	2,47	3,81	4,48	4,71	4,93
maximum	3,61	4,38	5,44	7,71	5,96	6,22
var. koeff.	24,06%	14,20%	7,91%	11,76%	5,72%	5,88%

19. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/6/R	U _T - Pillanatnyi nedvességtartalom [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	3,22	3,96	4,70	4,95	5,20	5,20
2	2,74	3,74	4,24	4,49	4,74	4,99
3	2,51	3,42	4,34	4,57	4,79	4,79
4	2,66	3,62	4,83	4,83	5,07	5,07
5	2,40	3,60	4,56	4,80	4,80	5,04
6	3,02	3,78	4,79	5,04	5,29	5,54
7	2,14	3,00	4,07	4,71	4,93	4,93
8	2,46	3,45	4,43	4,68	4,93	5,17
9	2,81	4,08	5,10	5,36	5,61	5,61
10	2,48	3,71	4,70	4,95	5,20	5,20
11	1,85	2,78	4,17	4,40	4,63	4,63
12	1,71	2,44	4,39	4,63	4,88	5,12
13	1,47	2,32	4,42	4,63	4,84	4,84
14	2,03	3,05	5,08	5,33	5,33	5,58
15	1,73	2,72	4,69	4,94	4,94	5,19
16	1,65	2,36	4,48	4,72	4,95	5,19
17	1,73	2,72	4,69	4,94	5,19	5,19
18	1,97	2,71	4,68	4,93	5,17	5,17
19	1,68	2,40	4,80	4,80	5,04	5,04
20	2,18	3,16	4,85	4,85	5,10	5,10
átlag	2,22	3,15	4,60	4,83	5,03	5,13
szórás	0,51	0,58	0,28	0,24	0,24	0,25
minimum	1,47	2,32	4,07	4,40	4,63	4,63
maximum	3,22	4,08	5,10	5,36	5,61	5,61
var. koeff.	22,74%	18,30%	6,11%	5,06%	4,68%	4,82%

XIII. Melléklet A párafelvétel sebessége a vizsgálati szakaszokban (T=20°C; φ=65%)

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Kontroll	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
	Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h
1	1,323	0,487	0,104	0,023	0,012	0,003
2	0,888	0,956	0,085	0,057	0,000	0,003
3	0,687	0,687	0,155	0,080	0,000	0,003
4	0,635	0,381	0,206	0,085	0,000	0,005
5	0,730	0,304	0,213	0,081	0,000	0,002
6	0,666	0,363	0,242	0,050	0,000	0,005
7	0,791	0,426	0,198	0,061	0,000	0,002
8	0,915	0,366	0,213	0,041	0,000	0,002
9	0,908	0,363	0,227	0,020	0,000	0,005
10	1,037	0,366	0,183	0,041	0,000	0,002
11	0,789	0,425	0,228	0,030	0,000	0,002
12	0,549	0,610	0,229	0,020	0,000	0,005
13	0,616	0,554	0,231	0,031	0,000	0,002
14	0,866	0,248	0,232	0,041	0,000	0,002
15	0,806	0,248	0,217	0,062	0,000	0,002
16	0,677	0,493	0,216	0,051	0,000	0,002
17	0,737	0,491	0,230	0,020	0,010	0,002
18	0,597	0,776	0,194	0,030	0,000	0,002
19	0,588	0,941	0,162	0,020	0,000	0,002
20	1,188	0,534	0,148	0,000	0,000	0,002
átlag	0,800	0,501	0,196	0,042	0,001	0,003
szórás	0,203	0,204	0,044	0,023	0,003	0,001
minimum	0,55	0,25	0,09	0,00	0,00	0,00
maximum	1,32	0,96	0,24	0,08	0,01	0,01
var. koeff.	25,38%	40,82%	22,35%	55,33%	308,46%	33,60%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/2/N	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
	Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h
1	0,985	0,246	0,123	0,021	0,000	0,002
2	0,789	0,425	0,121	0,020	0,000	0,002
3	0,735	0,368	0,138	0,020	0,000	0,002
4	0,699	0,233	0,146	0,029	0,010	0,000
5	0,592	0,355	0,133	0,030	0,010	0,000
6	0,661	0,300	0,120	0,050	0,000	0,002
7	0,588	0,353	0,118	0,049	0,000	0,002
8	0,650	0,296	0,103	0,039	0,010	0,002
9	0,699	0,291	0,102	0,058	0,000	0,002
10	0,614	0,369	0,107	0,051	0,000	0,002
11	0,604	0,362	0,121	0,040	0,000	0,002
12	0,835	0,239	0,134	0,020	0,010	0,002
13	0,652	0,217	0,122	0,036	0,000	0,002
14	0,580	0,406	0,116	0,039	0,000	0,002
15	0,854	0,305	0,091	0,041	0,000	0,002
16	0,952	0,179	0,089	0,040	0,000	0,002
17	0,792	0,226	0,127	0,038	0,000	0,002
18	0,901	0,300	0,090	0,030	0,010	0,002
19	0,682	0,341	0,142	0,019	0,009	0,000
20	0,990	0,309	0,093	0,021	0,010	0,000
átlag	0,743	0,306	0,117	0,035	0,003	0,002
szórás	0,137	0,067	0,018	0,012	0,005	0,001
minimum	0,58	0,18	0,09	0,02	0,00	0,00
maximum	0,99	0,42	0,15	0,06	0,01	0,00
var. koeff.	18,38%	21,87%	15,06%	34,95%	139,88%	51,43%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/4/N	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,937	0,293	0,073	0,010	0,000	0,002
2	0,713	0,356	0,089	0,020	0,000	0,002
3	0,630	0,263	0,118	0,018	0,009	0,000
4	0,538	0,376	0,094	0,036	0,009	0,000
5	0,493	0,384	0,110	0,027	0,000	0,002
6	0,421	0,421	0,118	0,026	0,000	0,002
7	0,526	0,368	0,105	0,035	0,000	0,000
8	0,395	0,264	0,110	0,029	0,000	0,002
9	0,512	0,359	0,141	0,009	0,009	0,000
10	0,526	0,350	0,117	0,029	0,000	0,002
11	0,368	0,368	0,158	0,009	0,009	0,002
12	0,547	0,328	0,123	0,018	0,009	0,002
13	0,492	0,344	0,086	0,025	0,000	0,002
14	0,658	0,274	0,123	0,000	0,009	0,000
15	0,384	0,256	0,107	0,028	0,000	0,000
16	0,774	0,357	0,104	0,020	0,000	0,000
17	0,683	0,210	0,118	0,018	0,000	0,000
18	0,581	0,423	0,106	0,009	0,000	0,002
19	0,563	0,507	0,084	0,009	0,000	0,002
20	0,734	0,367	0,066	0,009	0,000	0,002
átlag	0,574	0,343	0,108	0,019	0,003	0,001
szórás	0,144	0,069	0,022	0,010	0,004	0,001
minimum	0,37	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00
maximum	0,94	0,51	0,16	0,04	0,01	0,00
var. koef.	25,17%	20,05%	20,27%	53,11%	156,79%	84,39%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/6/N	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,538	0,245	0,086	0,016	0,008	0,002
2	0,607	0,202	0,114	0,008	0,000	0,002
3	0,686	0,343	0,100	0,019	0,000	0,002
4	0,321	0,321	0,103	0,023	0,000	0,002
5	0,533	0,355	0,118	0,030	0,000	0,002
6	0,387	0,290	0,085	0,040	0,000	0,002
7	0,662	0,276	0,110	0,028	0,000	0,002
8	0,711	0,237	0,118	0,039	0,000	0,002
9	0,350	0,250	0,125	0,017	0,008	0,002
10	0,429	0,376	0,121	0,027	0,009	0,000
11	0,282	0,282	0,106	0,031	0,008	0,000
12	0,558	0,434	0,124	0,021	0,021	0,000
13	0,398	0,249	0,124	0,033	0,000	0,002
14	0,590	0,413	0,103	0,029	0,000	0,002
15	0,367	0,275	0,126	0,023	0,000	0,002
16	0,254	0,254	0,106	0,028	0,007	0,002
17	0,616	0,369	0,139	0,010	0,010	0,002
18	0,387	0,290	0,121	0,024	0,008	0,000
19	0,335	0,335	0,108	0,016	0,008	0,002
20	0,787	0,363	0,091	0,010	0,010	0,002
átlag	0,490	0,308	0,111	0,024	0,005	0,002
szórás	0,158	0,063	0,014	0,009	0,006	0,001
minimum	0,25	0,20	0,08	0,01	0,00	0,00
maximum	0,79	0,43	0,14	0,04	0,02	0,00
var. koef.	32,23%	20,55%	12,86%	38,54%	116,95%	52,93%

5. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/2/N	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,847	0,303	0,076	0,010	0,000	0,002
2	0,781	0,260	0,098	0,011	0,011	0,003
3	0,802	0,247	0,093	0,031	0,000	0,000
4	0,674	0,245	0,107	0,020	0,010	0,002
5	0,591	0,262	0,115	0,033	0,000	0,003
6	0,627	0,313	0,110	0,031	0,000	0,003
7	0,610	0,366	0,091	0,020	0,000	0,005
8	0,454	0,283	0,113	0,028	0,000	0,002
9	0,654	0,327	0,098	0,033	0,000	0,003
10	0,635	0,444	0,095	0,011	0,000	0,003
11	0,604	0,543	0,060	0,020	0,000	0,002
12	0,595	0,397	0,116	0,022	0,000	0,000
13	0,735	0,201	0,134	0,011	0,000	0,003
14	0,767	0,177	0,118	0,020	0,000	0,002
15	0,750	0,250	0,109	0,010	0,000	0,002
16	0,679	0,370	0,093	0,010	0,010	0,002
17	0,724	0,329	0,115	0,011	0,000	0,003
18	0,758	0,253	0,095	0,021	0,000	0,003
19	0,866	0,309	0,077	0,010	0,000	0,002
20	0,926	0,309	0,046	0,010	0,000	0,002
átlag	0,704	0,309	0,098	0,019	0,002	0,002
szórás	0,113	0,085	0,021	0,009	0,004	0,001
minimum	0,45	0,18	0,05	0,01	0,00	0,00
maximum	0,93	0,54	0,13	0,03	0,01	0,00
var. koeff.	16,07%	27,52%	21,32%	46,16%	244,34%	41,05%

6. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/4/N	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,856	0,183	0,092	0,010	0,000	0,002
2	0,567	0,315	0,126	0,010	0,000	0,003
3	0,519	0,325	0,130	0,022	0,000	0,003
4	0,693	0,189	0,126	0,010	0,000	0,003
5	0,548	0,100	0,100	0,017	0,008	0,002
6	0,646	0,194	0,113	0,022	0,000	0,003
7	0,564	0,313	0,094	0,021	0,010	0,003
8	0,518	0,324	0,097	0,032	0,000	0,003
9	0,689	0,251	0,078	0,031	0,000	0,003
10	0,607	0,243	0,076	0,020	0,010	0,002
11	0,702	0,255	0,080	0,021	0,011	0,003
12	0,433	0,216	0,095	0,027	0,009	0,002
13	0,631	0,253	0,095	0,032	0,000	0,003
14	0,610	0,244	0,091	0,020	0,000	0,002
15	0,756	0,189	0,094	0,010	0,010	0,003
16	0,688	0,250	0,094	0,010	0,010	0,002
17	0,641	0,192	0,096	0,021	0,011	0,003
18	0,635	0,190	0,111	0,021	0,000	0,003
19	0,674	0,184	0,092	0,031	0,000	0,002
20	0,891	0,191	0,080	0,000	0,011	0,003
átlag	0,643	0,230	0,098	0,020	0,005	0,002
szórás	0,110	0,058	0,016	0,009	0,005	0,000
minimum	0,43	0,10	0,08	0,00	0,00	0,00
maximum	0,89	0,32	0,13	0,03	0,01	0,00
var. koeff.	17,07%	25,42%	16,10%	44,87%	114,06%	5,93%

7. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/6/N	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,604	0,242	0,075	0,020	0,000	0,000
2	0,434	0,372	0,078	0,010	0,000	0,002
3	0,493	0,211	0,106	0,012	0,000	0,000
4	0,565	0,188	0,079	0,010	0,010	0,003
5	0,305	0,204	0,089	0,017	0,008	0,002
6	0,435	0,311	0,078	0,021	0,000	0,002
7	0,473	0,203	0,084	0,023	0,000	0,000
8	0,513	0,321	0,080	0,011	0,000	0,003
9	0,479	0,274	0,068	0,011	0,011	0,003
10	0,538	0,202	0,084	0,011	0,011	0,003
11	0,441	0,252	0,063	0,021	0,000	0,003
12	0,546	0,205	0,068	0,023	0,000	0,003
13	0,529	0,235	0,059	0,020	0,000	0,002
14	0,476	0,204	0,068	0,011	0,011	0,003
15	0,394	0,225	0,084	0,009	0,000	0,002
16	0,476	0,238	0,089	0,010	0,000	0,002
17	0,469	0,268	0,067	0,011	0,000	0,003
18	0,493	0,185	0,092	0,010	0,000	0,002
19	0,517	0,258	0,081	0,011	0,000	0,003
20	0,706	0,176	0,059	0,010	0,000	0,002
átlag	0,494	0,239	0,078	0,014	0,003	0,002
szórás	0,081	0,051	0,012	0,005	0,005	0,001
minimum	0,31	0,18	0,06	0,01	0,00	0,00
maximum	0,71	0,37	0,11	0,02	0,01	0,00
var. koeff.	16,48%	21,26%	15,43%	35,36%	178,98%	43,87%

8. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/2/L	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,685	0,245	0,135	0,008	0,008	0,002
2	0,388	0,291	0,170	0,032	0,000	0,004
3	0,411	0,228	0,160	0,038	0,008	0,004
4	0,641	0,233	0,146	0,019	0,010	0,002
5	0,632	0,287	0,129	0,029	0,010	0,002
6	0,535	0,340	0,122	0,024	0,000	0,004
7	0,634	0,346	0,115	0,029	0,010	0,002
8	0,566	0,236	0,118	0,031	0,000	0,002
9	0,543	0,296	0,111	0,033	0,008	0,002
10	0,589	0,246	0,135	0,033	0,008	0,002
11	0,696	0,232	0,131	0,019	0,010	0,005
12	0,709	0,236	0,133	0,030	0,010	0,002
13	0,644	0,234	0,146	0,029	0,010	0,002
14	0,634	0,244	0,122	0,032	0,008	0,002
15	0,693	0,231	0,130	0,029	0,010	0,002
16	0,427	0,171	0,128	0,021	0,014	0,002
17	0,471	0,275	0,118	0,020	0,007	0,002
18	0,677	0,339	0,127	0,019	0,009	0,002
19	0,581	0,242	0,145	0,016	0,008	0,002
20	0,883	0,276	0,097	0,009	0,009	0,002
átlag	0,602	0,261	0,131	0,025	0,008	0,002
szórás	0,118	0,044	0,017	0,008	0,004	0,001
minimum	0,39	0,17	0,10	0,01	0,00	0,00
maximum	0,88	0,35	0,17	0,04	0,01	0,00
var. koeff.	19,68%	17,03%	12,86%	32,75%	47,15%	33,98%

9. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/4/L	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,866	0,289	0,072	0,010	0,010	0,002
2	0,480	0,200	0,080	0,020	0,007	0,002
3	0,666	0,205	0,115	0,009	0,009	0,002
4	0,726	0,303	0,136	0,010	0,010	0,002
5	0,856	0,306	0,107	0,031	0,000	0,000
6	0,641	0,291	0,117	0,019	0,010	0,002
7	0,526	0,292	0,131	0,039	0,010	0,000
8	0,556	0,278	0,139	0,028	0,009	0,002
9	0,534	0,374	0,093	0,036	0,000	0,002
10	0,275	0,183	0,126	0,031	0,008	0,004
11	0,693	0,213	0,120	0,027	0,009	0,000
12	0,594	0,270	0,121	0,027	0,009	0,000
13	0,594	0,378	0,108	0,027	0,000	0,002
14	0,501	0,251	0,125	0,025	0,008	0,000
15	0,460	0,230	0,161	0,000	0,008	0,002
16	0,652	0,272	0,163	0,009	0,000	0,002
17	0,598	0,272	0,136	0,009	0,009	0,002
18	0,716	0,179	0,089	0,007	0,007	0,002
19	1,042	0,245	0,092	0,010	0,010	0,002
20	1,051	0,292	0,088	0,010	0,010	0,000
átlag	0,651	0,266	0,116	0,019	0,007	0,002
szórás	0,191	0,055	0,025	0,011	0,004	0,001
minimum	0,28	0,18	0,07	0,00	0,00	0,00
maximum	1,05	0,38	0,16	0,04	0,01	0,00
var. koeff.	29,26%	20,60%	21,67%	58,47%	52,95%	71,75%

10. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/6/L	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,672	0,240	0,072	0,008	0,016	0,002
2	0,690	0,265	0,106	0,009	0,018	0,000
3	0,519	0,311	0,117	0,017	0,009	0,002
4	0,556	0,333	0,097	0,019	0,009	0,002
5	0,530	0,434	0,096	0,008	0,008	0,004
6	0,452	0,509	0,099	0,019	0,000	0,002
7	0,615	0,336	0,098	0,028	0,009	0,000
8	0,769	0,192	0,096	0,016	0,016	0,000
9	0,563	0,328	0,117	0,008	0,008	0,002
10	0,490	0,436	0,109	0,018	0,009	0,002
11	0,413	0,362	0,116	0,017	0,017	0,002
12	0,579	0,290	0,097	0,032	0,016	0,000
13	0,585	0,225	0,090	0,030	0,007	0,000
14	0,629	0,210	0,105	0,026	0,009	0,000
15	0,772	0,290	0,084	0,016	0,008	0,002
16	0,430	0,258	0,107	0,014	0,007	0,002
17	0,868	0,274	0,080	0,008	0,008	0,002
18	0,980	0,196	0,074	0,008	0,008	0,002
19	0,966	0,227	0,071	0,009	0,009	0,000
20	0,951	0,190	0,083	0,000	0,008	0,000
átlag	0,651	0,295	0,096	0,016	0,010	0,001
szórás	0,179	0,088	0,015	0,009	0,004	0,001
minimum	0,41	0,19	0,07	0,00	0,00	0,00
maximum	0,98	0,51	0,12	0,03	0,02	0,00
var. koeff.	27,43%	29,86%	15,30%	55,27%	43,96%	89,98%

11. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/2/L	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,789	0,243	0,106	0,020	0,000	0,002
2	0,287	0,239	0,108	0,040	0,008	0,000
3	0,589	0,196	0,131	0,044	0,000	0,003
4	0,518	0,259	0,097	0,043	0,011	0,003
5	0,554	0,246	0,108	0,051	0,010	0,000
6	0,589	0,262	0,115	0,044	0,000	0,003
7	0,646	0,235	0,117	0,029	0,000	0,005
8	0,529	0,265	0,116	0,033	0,011	0,003
9	0,622	0,187	0,140	0,021	0,021	0,000
10	0,462	0,330	0,148	0,022	0,011	0,000
11	0,432	0,309	0,139	0,041	0,000	0,002
12	0,556	0,247	0,139	0,031	0,000	0,002
13	0,648	0,259	0,097	0,032	0,011	0,003
14	0,584	0,325	0,114	0,022	0,000	0,003
15	0,427	0,305	0,137	0,030	0,010	0,000
16	0,549	0,244	0,137	0,020	0,000	0,002
17	0,525	0,262	0,131	0,033	0,000	0,003
18	0,333	0,222	0,139	0,028	0,009	0,002
19	0,603	0,201	0,117	0,034	0,000	0,005
20	0,787	0,197	0,082	0,011	0,011	0,005
átlag	0,551	0,252	0,121	0,031	0,006	0,002
szórás	0,125	0,041	0,018	0,010	0,006	0,002
minimum	0,29	0,19	0,08	0,01	0,00	0,00
maximum	0,79	0,33	0,15	0,05	0,02	0,01
var. koeff.	22,75%	16,40%	14,91%	32,58%	110,89%	71,86%

12. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,440	0,220	0,096	0,018	0,009	0,002
2	0,316	0,189	0,142	0,021	0,011	0,003
3	0,289	0,231	0,130	0,019	0,010	0,005
4	0,399	0,266	0,116	0,011	0,011	0,003
5	0,403	0,173	0,115	0,029	0,000	0,005
6	0,404	0,173	0,130	0,019	0,000	0,005
7	0,399	0,266	0,133	0,011	0,000	0,003
8	0,461	0,230	0,115	0,019	0,010	0,002
9	0,451	0,258	0,113	0,011	0,011	0,003
10	0,468	0,234	0,088	0,029	0,000	0,002
11	0,390	0,325	0,097	0,022	0,000	0,005
12	0,313	0,209	0,091	0,026	0,009	0,002
13	0,524	0,233	0,073	0,029	0,010	0,002
14	0,527	0,176	0,088	0,029	0,010	0,002
15	0,452	0,258	0,081	0,032	0,000	0,005
16	0,423	0,242	0,091	0,020	0,000	0,005
17	0,436	0,187	0,109	0,021	0,000	0,005
18	0,462	0,264	0,115	0,011	0,000	0,005
19	0,519	0,195	0,114	0,011	0,000	0,005
20	0,714	0,195	0,065	0,011	0,000	0,003
átlag	0,440	0,226	0,105	0,020	0,004	0,004
szórás	0,092	0,040	0,021	0,007	0,005	0,001
minimum	0,29	0,17	0,06	0,01	0,00	0,00
maximum	0,71	0,32	0,14	0,03	0,01	0,01
var. koeff.	20,98%	17,60%	19,93%	36,72%	113,98%	36,80%

13. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/6/L	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,674	0,184	0,077	0,010	0,000	0,002
2	0,580	0,211	0,066	0,018	0,000	0,002
3	0,564	0,125	0,110	0,010	0,010	0,000
4	0,475	0,158	0,079	0,026	0,009	0,000
5	0,310	0,310	0,103	0,026	0,000	0,002
6	0,264	0,316	0,105	0,018	0,000	0,004
7	0,320	0,256	0,112	0,021	0,000	0,003
8	0,441	0,252	0,094	0,021	0,010	0,003
9	0,211	0,211	0,105	0,026	0,009	0,002
10	0,434	0,217	0,081	0,027	0,009	0,002
11	0,441	0,252	0,079	0,031	0,000	0,003
12	0,439	0,188	0,110	0,010	0,000	0,005
13	0,450	0,193	0,096	0,021	0,011	0,000
14	0,436	0,187	0,094	0,021	0,010	0,002
15	0,431	0,162	0,094	0,027	0,000	0,002
16	0,421	0,158	0,105	0,018	0,009	0,002
17	0,442	0,189	0,095	0,032	0,000	0,003
18	0,445	0,254	0,111	0,011	0,000	0,003
19	0,564	0,251	0,078	0,021	0,000	0,003
20	0,661	0,203	0,064	0,017	0,000	0,002
átlag	0,450	0,214	0,093	0,021	0,004	0,002
szórás	0,119	0,050	0,015	0,007	0,005	0,001
minimum	0,21	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00
maximum	0,67	0,32	0,11	0,03	0,01	0,01
var. koeff.	26,43%	23,42%	16,46%	32,84%	126,45%	54,45%

14. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/2/R	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,678	0,254	0,064	0,021	0,007	0,002
2	0,451	0,301	0,113	0,042	0,000	0,004
3	0,328	0,375	0,129	0,039	0,008	0,004
4	0,275	0,385	0,151	0,055	0,000	0,002
5	0,302	0,302	0,119	0,050	0,000	0,003
6	0,325	0,325	0,149	0,045	0,018	0,002
7	0,476	0,286	0,131	0,040	0,000	0,006
8	0,324	0,144	0,099	0,042	0,006	0,001
9	0,463	0,278	0,127	0,046	0,015	0,002
10	0,479	0,287	0,108	0,048	0,016	0,002
11	0,441	0,275	0,151	0,046	0,009	0,002
12	0,374	0,321	0,147	0,045	0,018	0,002
13	0,391	0,217	0,120	0,051	0,007	0,002
14	0,390	0,334	0,125	0,056	0,019	0,002
15	0,428	0,238	0,119	0,055	0,008	0,002
16	0,399	0,266	0,111	0,052	0,007	0,002
17	0,381	0,327	0,136	0,045	0,018	0,002
18	0,309	0,361	0,142	0,043	0,009	0,002
19	0,314	0,314	0,157	0,044	0,009	0,002
20	0,378	0,252	0,115	0,028	0,000	0,002
átlag	0,395	0,292	0,126	0,045	0,009	0,002
szórás	0,091	0,056	0,022	0,009	0,007	0,001
minimum	0,27	0,14	0,06	0,02	0,00	0,00
maximum	0,68	0,38	0,16	0,06	0,02	0,01
var. koeff.	23,01%	19,30%	17,53%	19,13%	76,90%	43,14%

15. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/4/R	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,756	0,291	0,102	0,039	0,000	0,002
2	0,476	0,357	0,104	0,060	0,010	0,002
3	0,455	0,253	0,089	0,059	0,008	0,002
4	0,487	0,325	0,108	0,054	0,009	0,002
5	0,468	0,293	0,146	0,049	0,010	0,002
6	0,382	0,273	0,177	0,018	0,009	0,002
7	0,413	0,258	0,155	0,034	0,009	0,002
8	0,543	0,302	0,166	0,030	0,010	0,002
9	0,417	0,357	0,149	0,040	0,020	0,002
10	0,507	0,282	0,141	0,038	0,009	0,002
11	0,281	0,188	0,129	0,047	0,016	0,002
12	0,460	0,287	0,144	0,038	0,010	0,002
13	0,483	0,242	0,166	0,040	0,010	0,002
14	0,497	0,276	0,124	0,037	0,018	0,002
15	0,283	0,162	0,111	0,040	0,007	0,002
16	0,393	0,281	0,154	0,037	0,009	0,002
17	0,321	0,275	0,126	0,031	0,008	0,002
18	0,426	0,320	0,133	0,036	0,009	0,002
19	0,508	0,282	0,141	0,038	0,009	0,002
20	0,658	0,253	0,101	0,008	0,008	0,002
átlag	0,461	0,278	0,133	0,039	0,010	0,002
szórás	0,112	0,047	0,025	0,012	0,004	0,000
minimum	0,28	0,16	0,09	0,01	0,00	0,00
maximum	0,76	0,36	0,18	0,06	0,02	0,00
var. koeff.	24,36%	16,98%	18,68%	31,26%	41,81%	9,81%

16. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/6/R	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,324	0,162	0,101	0,041	0,000	0,002
2	0,469	0,365	0,104	0,043	0,009	0,002
3	0,472	0,367	0,066	0,052	0,000	0,002
4	0,356	0,305	0,089	0,068	0,000	0,002
5	0,368	0,263	0,118	0,061	0,009	0,002
6	0,337	0,192	0,108	0,048	0,008	0,002
7	0,411	0,257	0,128	0,034	0,000	0,002
8	0,443	0,277	0,139	0,037	0,000	0,002
9	0,345	0,130	0,097	0,050	0,007	0,002
10	0,421	0,211	0,092	0,061	0,009	0,002
11	0,344	0,196	0,123	0,041	0,008	0,002
12	0,383	0,192	0,096	0,040	0,016	0,002
13	0,340	0,127	0,106	0,042	0,007	0,002
14	0,493	0,219	0,110	0,055	0,000	0,002
15	0,407	0,152	0,114	0,051	0,008	0,000
16	0,362	0,207	0,142	0,026	0,017	0,002
17	0,393	0,281	0,140	0,037	0,019	0,002
18	0,309	0,257	0,129	0,043	0,000	0,002
19	0,418	0,261	0,117	0,043	0,000	0,002
20	0,732	0,225	0,099	0,019	0,009	0,002
átlag	0,406	0,232	0,111	0,045	0,006	0,002
szórás	0,093	0,068	0,019	0,012	0,006	0,000
minimum	0,31	0,13	0,07	0,02	0,00	0,00
maximum	0,73	0,37	0,14	0,07	0,02	0,00
var. koeff.	22,83%	29,14%	17,43%	26,43%	97,67%	25,23%

17. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/2/R	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,794	0,283	0,085	0,009	0,019	0,002
2	0,541	0,344	0,098	0,033	0,008	0,002
3	0,447	0,249	0,099	0,033	0,008	0,002
4	0,518	0,230	0,144	0,029	0,010	0,002
5	0,520	0,289	0,130	0,038	0,010	0,002
6	0,500	0,389	0,111	0,019	0,009	0,002
7	0,571	0,400	0,086	0,038	0,010	0,002
8	0,577	0,346	0,101	0,029	0,010	0,002
9	0,621	0,282	0,085	0,038	0,009	0,002
10	0,505	0,303	0,126	0,034	0,008	0,002
11	0,448	0,280	0,126	0,037	0,009	0,002
12	0,540	0,270	0,108	0,036	0,009	0,002
13	0,575	0,230	0,115	0,038	0,010	0,002
14	0,499	0,222	0,125	0,037	0,009	0,002
15	0,554	0,222	0,125	0,037	0,009	0,002
16	0,504	0,280	0,126	0,037	0,009	0,002
17	0,337	0,210	0,105	0,035	0,007	0,002
18	0,370	0,317	0,132	0,035	0,009	0,002
19	0,301	0,258	0,118	0,029	0,007	0,002
20	0,744	0,229	0,100	0,010	0,010	0,002
átlag	0,523	0,282	0,112	0,032	0,009	0,002
szórás	0,117	0,055	0,017	0,009	0,002	0,000
minimum	0,30	0,21	0,08	0,01	0,01	0,00
maximum	0,79	0,40	0,14	0,04	0,02	0,00
var. koeff.	22,41%	19,52%	15,24%	28,35%	24,89%	8,70%

18. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/4/R	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,902	0,193	0,064	0,011	0,011	0,000
2	0,767	0,256	0,080	0,011	0,011	0,000
3	0,490	0,306	0,092	0,020	0,010	0,000
4	0,635	0,254	0,111	0,011	0,011	0,000
5	0,554	0,308	0,108	0,010	0,010	0,002
6	0,526	0,234	0,102	0,010	0,010	0,002
7	0,435	0,217	0,122	0,018	0,009	0,000
8	0,513	0,321	0,128	0,011	0,011	0,003
9	0,583	0,259	0,130	0,011	0,011	0,003
10	0,411	0,293	0,132	0,010	0,010	0,002
11	0,365	0,304	0,137	0,010	0,010	0,002
12	0,490	0,306	0,123	0,010	0,010	0,002
13	0,501	0,313	0,094	0,021	0,010	0,003
14	0,512	0,256	0,128	0,011	0,011	0,000
15	0,514	0,257	0,112	0,118	-0,096	0,003
16	0,435	0,311	0,109	0,021	0,010	0,002
17	0,444	0,317	0,111	0,011	0,011	0,003
18	0,392	0,224	0,084	0,028	0,009	0,002
19	0,501	0,251	0,110	0,010	0,021	-0,003
20	0,619	0,186	0,093	0,010	0,010	0,000
átlag	0,529	0,268	0,108	0,019	0,005	0,001
szórás	0,127	0,043	0,019	0,024	0,024	0,001
minimum	0,36	0,19	0,06	0,01	-0,10	0,00
maximum	0,90	0,32	0,14	0,12	0,02	0,00
var. koeff.	24,06%	15,90%	17,83%	128,87%	442,00%	110,77%

19. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/6/R	S _{U-T} - Párafelvétel sebessége [%/h] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	0,804	0,186	0,046	0,010	0,010	0,000
2	0,686	0,249	0,031	0,010	0,010	0,002
3	0,628	0,228	0,057	0,010	0,010	0,000
4	0,664	0,242	0,075	0,000	0,010	0,000
5	0,600	0,300	0,060	0,010	0,000	0,002
6	0,756	0,189	0,063	0,010	0,010	0,003
7	0,535	0,214	0,067	0,027	0,009	0,000
8	0,616	0,246	0,062	0,010	0,010	0,002
9	0,702	0,319	0,064	0,011	0,011	0,000
10	0,619	0,309	0,062	0,010	0,010	0,000
11	0,463	0,231	0,087	0,010	0,010	0,000
12	0,427	0,183	0,122	0,010	0,010	0,002
13	0,368	0,211	0,132	0,009	0,009	0,000
14	0,508	0,254	0,127	0,011	0,000	0,003
15	0,432	0,247	0,123	0,010	0,000	0,002
16	0,413	0,177	0,133	0,010	0,010	0,002
17	0,432	0,247	0,123	0,010	0,010	0,000
18	0,493	0,185	0,123	0,010	0,010	0,000
19	0,420	0,180	0,150	0,000	0,010	0,000
20	0,546	0,243	0,106	0,000	0,010	0,000
átlag	0,556	0,232	0,091	0,009	0,008	0,001
szórás	0,126	0,043	0,036	0,006	0,004	0,001
minimum	0,37	0,18	0,03	0,00	0,00	0,00
maximum	0,80	0,32	0,15	0,03	0,01	0,00
var. koeff.	22,74%	18,49%	39,39%	58,52%	43,46%	125,71%

XIV. Melléklet ENT-hányados a vizsgált időpontokban (T=20°C; φ=65%)

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Kontroll Sorszám	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	52,78	72,22	88,89	94,44	97,22	100,00
2	34,21	71,05	84,21	97,37	97,37	100,00
3	27,03	54,05	78,38	97,30	97,30	100,00
4	25,64	41,03	74,36	94,87	94,87	100,00
5	30,00	42,50	77,50	97,50	97,50	100,00
6	27,50	42,50	82,50	95,00	95,00	100,00
7	32,50	50,00	82,50	97,50	97,50	100,00
8	37,50	52,50	87,50	97,50	97,50	100,00
9	37,50	52,50	90,00	95,00	95,00	100,00
10	42,50	57,50	87,50	97,50	97,50	100,00
11	33,33	51,28	89,74	97,44	97,44	100,00
12	23,68	50,00	89,47	94,74	94,74	100,00
13	26,32	50,00	89,47	97,37	97,37	100,00
14	36,84	47,37	86,84	97,37	97,37	100,00
15	34,21	44,74	81,58	97,37	97,37	100,00
16	28,21	48,72	84,62	97,44	97,44	100,00
17	30,77	51,28	89,74	94,87	97,44	100,00
18	25,00	57,50	90,00	97,50	97,50	100,00
19	25,00	65,00	92,50	97,50	97,50	100,00
20	50,00	72,50	97,50	97,50	97,50	100,00
átlag	33,03	53,71	86,24	96,65	96,92	100,00
szórás	8,10	9,64	5,55	1,24	1,04	0,00
minimum	23,68	41,03	74,36	94,44	94,74	100,00
maximum	52,78	72,50	97,50	97,50	97,50	100,00
var. koeff.	24,52%	17,95%	6,44%	1,28%	1,07%	0,00%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/2/N Sorszám	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	51,61	64,52	90,32	96,77	96,77	100,00
2	41,94	64,52	90,32	96,77	96,77	100,00
3	40,00	60,00	90,00	96,67	96,67	100,00
4	40,00	53,33	86,67	96,67	100,00	100,00
5	34,48	55,17	86,21	96,55	100,00	100,00
6	36,67	53,33	80,00	96,67	96,67	100,00
7	33,33	53,33	80,00	96,67	96,67	100,00
8	37,93	55,17	79,31	93,10	96,55	100,00
9	38,71	54,84	77,42	96,77	96,77	100,00
10	34,48	55,17	79,31	96,55	96,55	100,00
11	34,48	55,17	82,76	96,55	96,55	100,00
12	45,16	58,06	87,10	93,55	96,77	100,00
13	40,00	53,33	83,33	96,67	96,67	100,00
14	33,33	56,67	83,33	96,67	96,67	100,00
15	46,67	63,33	83,33	96,67	96,67	100,00
16	53,33	63,33	83,33	96,67	96,67	100,00
17	43,75	56,25	84,38	96,88	96,88	100,00
18	48,39	64,52	83,87	93,55	96,77	100,00
19	38,71	58,06	90,32	96,77	100,00	100,00
20	53,33	70,00	90,00	96,67	100,00	100,00
átlag	41,32	58,41	84,57	96,19	97,35	100,00
szórás	6,55	4,94	4,17	1,21	1,36	0,00
minimum	33,33	53,33	77,42	93,10	96,55	100,00
maximum	53,33	70,00	90,32	96,88	100,00	100,00
var. koeff.	15,84%	8,45%	4,93%	1,26%	1,40%	0,00%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/4/N	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	57,14	75,00	92,86	96,43	96,43	100,00
2	44,44	66,67	88,89	96,30	96,30	100,00
3	41,38	58,62	89,66	96,55	100,00	100,00
4	34,48	58,62	82,76	96,55	100,00	100,00
5	32,14	57,14	85,71	96,43	96,43	100,00
6	27,59	55,17	86,21	96,55	96,55	100,00
7	34,48	58,62	86,21	100,00	100,00	100,00
8	30,00	50,00	83,33	96,67	96,67	100,00
9	33,33	56,67	93,33	96,67	100,00	100,00
10	33,33	55,56	85,19	96,30	96,30	100,00
11	24,14	48,28	89,66	93,10	96,55	100,00
12	34,48	55,17	86,21	93,10	96,55	100,00
13	35,71	60,71	85,71	96,43	96,43	100,00
14	44,44	62,96	96,30	96,30	100,00	100,00
15	31,03	51,72	86,21	100,00	100,00	100,00
16	46,43	67,86	92,86	100,00	100,00	100,00
17	46,43	60,71	92,86	100,00	100,00	100,00
18	37,93	65,52	93,10	96,55	96,55	100,00
19	37,04	70,37	92,59	96,30	96,30	100,00
20	50,00	75,00	92,86	96,43	96,43	100,00
átlag	37,80	60,52	89,12	96,83	97,87	100,00
szórás	8,21	7,59	3,98	1,92	1,78	0,00
minimum	24,14	48,28	82,76	93,10	96,30	100,00
maximum	57,14	75,00	96,30	100,00	100,00	100,00
var. koeff.	21,72%	12,55%	4,46%	1,98%	1,82%	0,00%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/6/N	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	0-4h	4-8h	8-24h	24-48h	48-72h	72-172h
1	40,74	59,26	85,19	92,59	96,30	100,00
2	44,44	59,26	92,59	96,30	96,30	100,00
3	42,86	64,29	89,29	96,43	96,43	100,00
4	25,93	51,85	85,19	96,30	96,30	100,00
5	33,33	55,56	85,19	96,30	96,30	100,00
6	29,63	51,85	77,78	96,30	96,30	100,00
7	41,38	58,62	86,21	96,55	96,55	100,00
8	41,38	55,17	82,76	96,55	96,55	100,00
9	26,92	46,15	84,62	92,31	96,15	100,00
10	28,57	53,57	85,71	96,43	100,00	100,00
11	23,08	46,15	80,77	96,15	100,00	100,00
12	32,14	57,14	85,71	92,86	100,00	100,00
13	28,57	46,43	82,14	96,43	96,43	100,00
14	35,71	60,71	85,71	96,43	96,43	100,00
15	27,59	48,28	86,21	96,55	96,55	100,00
16	21,43	42,86	78,57	92,86	96,43	100,00
17	35,71	57,14	89,29	92,86	96,43	100,00
18	28,57	50,00	85,71	96,43	100,00	100,00
19	25,93	51,85	85,19	92,59	96,30	100,00
20	46,43	67,86	89,29	92,86	96,43	100,00
átlag	33,02	54,20	85,15	95,10	97,11	100,00
szórás	7,59	6,53	3,57	1,81	1,49	0,00
minimum	21,43	42,86	77,78	92,31	96,15	100,00
maximum	46,43	67,86	92,59	96,55	100,00	100,00
var. koeff.	22,97%	12,04%	4,19%	1,91%	1,53%	0,00%

5. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/2/N	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	53,85	73,08	92,31	96,15	96,15	100,00
2	48,00	64,00	88,00	92,00	96,00	100,00
3	50,00	65,38	88,46	100,00	100,00	100,00
4	42,31	57,69	84,62	92,31	96,15	100,00
5	37,50	54,17	83,33	95,83	95,83	100,00
6	38,46	57,69	84,62	96,15	96,15	100,00
7	38,46	61,54	84,62	92,31	92,31	100,00
8	32,00	52,00	84,00	96,00	96,00	100,00
9	40,00	60,00	84,00	96,00	96,00	100,00
10	40,00	68,00	92,00	96,00	96,00	100,00
11	38,46	73,08	88,46	96,15	96,15	100,00
12	37,50	62,50	91,67	100,00	100,00	100,00
13	45,83	58,33	91,67	95,83	95,83	100,00
14	48,15	59,26	88,89	96,30	96,30	100,00
15	48,00	64,00	92,00	96,00	96,00	100,00
16	42,31	65,38	88,46	92,31	96,15	100,00
17	44,00	64,00	92,00	96,00	96,00	100,00
18	48,00	64,00	88,00	96,00	96,00	100,00
19	53,85	73,08	92,31	96,15	96,15	100,00
20	60,00	80,00	92,00	96,00	96,00	100,00
átlag	44,33	63,86	88,57	95,68	96,26	100,00
szórás	6,92	6,97	3,33	2,14	1,53	0,00
minimum	32,00	52,00	83,33	92,00	92,31	100,00
maximum	60,00	80,00	92,31	100,00	100,00	100,00
var. koeff.	15,61%	10,91%	3,76%	2,24%	1,59%	0,00%

6. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/4/N	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	56,00	68,00	92,00	96,00	96,00	100,00
2	37,50	58,33	91,67	95,83	95,83	100,00
3	33,33	54,17	87,50	95,83	95,83	100,00
4	45,83	58,33	91,67	95,83	95,83	100,00
5	44,00	52,00	84,00	92,00	96,00	100,00
6	43,48	56,52	86,96	95,65	95,65	100,00
7	37,50	58,33	83,33	91,67	95,83	100,00
8	34,78	56,52	82,61	95,65	95,65	100,00
9	45,83	62,50	83,33	95,83	95,83	100,00
10	43,48	60,87	82,61	91,30	95,65	100,00
11	45,83	62,50	83,33	91,67	95,83	100,00
12	33,33	50,00	79,17	91,67	95,83	100,00
13	41,67	58,33	83,33	95,83	95,83	100,00
14	43,48	60,87	86,96	95,65	95,65	100,00
15	50,00	62,50	87,50	91,67	95,83	100,00
16	45,83	62,50	87,50	91,67	95,83	100,00
17	43,48	56,52	82,61	91,30	95,65	100,00
18	43,48	56,52	86,96	95,65	95,65	100,00
19	45,83	58,33	83,33	95,83	95,83	100,00
20	58,33	70,83	91,67	91,67	95,83	100,00
átlag	43,65	59,22	85,90	93,91	95,80	100,00
szórás	6,50	4,90	3,72	2,13	0,11	0,00
minimum	33,33	50,00	79,17	91,30	95,65	100,00
maximum	58,33	70,83	92,00	96,00	96,00	100,00
var. koeff.	14,90%	8,27%	4,33%	2,27%	0,11%	0,00%

7. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/6/N	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	47,62	66,67	90,48	100,00	100,00	100,00
2	35,00	65,00	90,00	95,00	95,00	100,00
3	41,18	58,82	94,12	100,00	100,00	100,00
4	45,00	60,00	85,00	90,00	95,00	100,00
5	28,57	47,62	80,95	90,48	95,24	100,00
6	35,00	60,00	85,00	95,00	95,00	100,00
7	41,18	58,82	88,24	100,00	100,00	100,00
8	40,00	65,00	90,00	95,00	95,00	100,00
9	38,89	61,11	83,33	88,89	94,44	100,00
10	42,11	57,89	84,21	89,47	94,74	100,00
11	38,89	61,11	83,33	94,44	94,44	100,00
12	44,44	61,11	83,33	94,44	94,44	100,00
13	45,00	65,00	85,00	95,00	95,00	100,00
14	41,18	58,82	82,35	88,24	94,12	100,00
15	36,84	57,89	89,47	94,74	94,74	100,00
16	40,00	60,00	90,00	95,00	95,00	100,00
17	41,18	64,71	88,24	94,12	94,12	100,00
18	42,11	57,89	89,47	94,74	94,74	100,00
19	42,11	63,16	89,47	94,74	94,74	100,00
20	57,14	71,43	90,48	95,24	95,24	100,00
átlag	41,17	61,10	87,12	94,23	95,55	100,00
szórás	5,65	4,77	3,56	3,43	1,94	0,00
minimum	28,57	47,62	80,95	88,24	94,12	100,00
maximum	57,14	71,43	94,12	100,00	100,00	100,00
var. koeff.	13,72%	7,81%	4,09%	3,64%	2,03%	0,00%

8. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/2/L	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	42,42	57,58	90,91	93,94	96,97	100,00
2	23,53	41,18	82,35	94,12	94,12	100,00
3	25,00	38,89	77,78	91,67	94,44	100,00
4	37,93	51,72	86,21	93,10	96,55	100,00
5	36,67	53,33	83,33	93,33	96,67	100,00
6	33,33	54,55	84,85	93,94	93,94	100,00
7	36,67	56,67	83,33	93,33	96,67	100,00
8	37,50	53,12	84,38	96,88	96,88	100,00
9	34,38	53,13	81,25	93,75	96,88	100,00
10	35,29	50,00	82,35	94,12	97,06	100,00
11	40,00	53,33	83,33	90,00	93,33	100,00
12	40,00	53,33	83,33	93,33	96,67	100,00
13	36,67	50,00	83,33	93,33	96,67	100,00
14	38,24	52,94	82,35	94,12	97,06	100,00
15	40,00	53,33	83,33	93,33	96,67	100,00
16	31,25	43,75	81,25	90,63	96,88	100,00
17	33,33	52,78	86,11	94,44	97,22	100,00
18	38,71	58,06	87,10	93,55	96,77	100,00
19	36,36	51,52	87,88	93,94	96,97	100,00
20	51,61	67,74	90,32	93,55	96,77	100,00
átlag	36,44	52,35	84,25	93,42	96,26	100,00
szórás	5,92	6,15	3,13	1,42	1,21	0,00
minimum	23,53	38,89	77,78	90,00	93,33	100,00
maximum	51,61	67,74	90,91	96,88	97,22	100,00
var. koeff.	16,24%	11,74%	3,71%	1,52%	1,25%	0,00%

9. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/4/L	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	53,57	71,43	89,29	92,86	96,43	100,00
2	40,00	56,67	83,33	93,33	96,67	100,00
3	44,83	58,62	89,66	93,10	96,55	100,00
4	41,38	58,62	89,66	93,10	96,55	100,00
5	48,28	65,52	89,66	100,00	100,00	100,00
6	39,29	57,14	85,71	92,86	96,43	100,00
7	32,14	50,00	82,14	96,43	100,00	100,00
8	33,33	50,00	83,33	93,33	96,67	100,00
9	34,48	58,62	82,76	96,55	96,55	100,00
10	21,43	35,71	75,00	89,29	92,86	100,00
11	43,33	56,67	86,67	96,67	100,00	100,00
12	37,93	55,17	86,21	96,55	100,00	100,00
13	36,67	60,00	86,67	96,67	96,67	100,00
14	34,48	51,72	86,21	96,55	100,00	100,00
15	32,26	48,39	93,55	93,55	96,77	100,00
16	38,71	54,84	93,55	96,77	96,77	100,00
17	37,93	55,17	89,66	93,10	96,55	100,00
18	51,61	64,52	90,32	93,55	96,77	100,00
19	56,67	70,00	90,00	93,33	96,67	100,00
20	58,06	74,19	93,55	96,77	100,00	100,00
átlag	40,82	57,65	87,35	94,72	97,45	100,00
szórás	9,20	8,81	4,56	2,40	1,91	0,00
minimum	21,43	35,71	75,00	89,29	92,86	100,00
maximum	58,06	74,19	93,55	100,00	100,00	100,00
var. koeff.	22,54%	15,28%	5,22%	2,54%	1,96%	0,00%

10. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/6/L	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	48,28	65,52	86,21	89,66	96,55	100,00
2	44,83	62,07	89,66	93,10	100,00	100,00
3	34,48	55,17	86,21	93,10	96,55	100,00
4	37,04	59,26	85,19	92,59	96,30	100,00
5	34,37	62,50	87,50	90,63	93,75	100,00
6	29,63	62,96	88,89	96,30	96,30	100,00
7	39,29	60,71	85,71	96,43	100,00	100,00
8	50,00	62,50	87,50	93,75	100,00	100,00
9	37,50	59,37	90,62	93,75	96,87	100,00
10	31,03	58,62	86,21	93,10	96,55	100,00
11	27,59	51,72	82,76	89,66	96,55	100,00
12	37,50	56,25	81,25	93,75	100,00	100,00
13	41,94	58,06	83,87	96,77	100,00	100,00
14	42,86	57,14	85,71	96,43	100,00	100,00
15	48,48	66,67	87,88	93,94	96,97	100,00
16	33,33	53,33	86,67	93,33	96,67	100,00
17	54,29	71,43	91,43	94,29	97,14	100,00
18	60,61	72,73	90,91	93,94	96,97	100,00
19	60,71	75,00	92,86	96,43	100,00	100,00
20	62,50	75,00	96,88	96,88	100,00	100,00
átlag	42,81	62,30	87,69	93,89	97,86	100,00
szórás	10,64	6,89	3,64	2,21	1,92	0,00
minimum	27,59	51,72	81,25	89,66	93,75	100,00
maximum	62,50	75,00	96,88	96,88	100,00	100,00
var. koeff.	24,86%	11,06%	4,15%	2,36%	1,96%	0,00%

11. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/2/L	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	48,15	62,96	88,89	96,30	96,30	100,00
2	23,08	42,31	76,92	96,15	100,00	100,00
3	36,00	48,00	80,00	96,00	96,00	100,00
4	33,33	50,00	75,00	91,67	95,83	100,00
5	34,62	50,00	76,92	96,15	100,00	100,00
6	36,00	52,00	80,00	96,00	96,00	100,00
7	39,29	53,57	82,14	92,86	92,86	100,00
8	33,33	50,00	79,17	91,67	95,83	100,00
9	38,46	50,00	84,62	92,31	100,00	100,00
10	29,17	50,00	87,50	95,83	100,00	100,00
11	26,92	46,15	80,77	96,15	96,15	100,00
12	34,62	50,00	84,62	96,15	96,15	100,00
13	40,00	56,00	80,00	92,00	96,00	100,00
14	37,50	58,33	87,50	95,83	95,83	100,00
15	28,00	48,00	84,00	96,00	100,00	100,00
16	36,00	52,00	88,00	96,00	96,00	100,00
17	33,33	50,00	83,33	95,83	95,83	100,00
18	24,00	40,00	80,00	92,00	96,00	100,00
19	37,50	50,00	79,17	91,67	91,67	100,00
20	50,00	62,50	83,33	87,50	91,67	100,00
átlag	34,96	51,09	82,09	94,20	96,41	100,00
szórás	6,84	5,66	3,97	2,51	2,56	0,00
minimum	23,08	40,00	75,00	87,50	91,67	100,00
maximum	50,00	62,96	88,89	96,30	100,00	100,00
var. koeff.	19,56%	11,08%	4,83%	2,67%	2,65%	0,00%

12. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/4/L	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	34,78	52,17	82,61	91,30	95,65	100,00
2	23,81	38,10	80,95	90,48	95,24	100,00
3	21,74	39,13	78,26	86,96	91,30	100,00
4	30,00	50,00	85,00	90,00	95,00	100,00
5	30,43	43,48	78,26	91,30	91,30	100,00
6	30,43	43,48	82,61	91,30	91,30	100,00
7	30,00	50,00	90,00	95,00	95,00	100,00
8	33,33	50,00	83,33	91,67	95,83	100,00
9	33,33	52,38	85,71	90,48	95,24	100,00
10	36,36	54,55	81,82	95,45	95,45	100,00
11	28,57	52,38	80,95	90,48	90,48	100,00
12	27,27	45,45	77,27	90,91	95,45	100,00
13	39,13	56,52	78,26	91,30	95,65	100,00
14	39,13	52,17	78,26	91,30	95,65	100,00
15	33,33	52,38	76,19	90,48	90,48	100,00
16	33,33	52,38	80,95	90,48	90,48	100,00
17	33,33	47,62	80,95	90,48	90,48	100,00
18	33,33	52,38	85,71	90,48	90,48	100,00
19	38,10	52,38	85,71	90,48	90,48	100,00
20	55,00	70,00	90,00	95,00	95,00	100,00
átlag	33,24	50,35	82,14	91,27	93,30	100,00
szórás	6,86	6,79	3,95	1,93	2,39	0,00
minimum	21,74	38,10	76,19	86,96	90,48	100,00
maximum	55,00	70,00	90,00	95,45	95,83	100,00
var. koeff.	20,64%	13,48%	4,81%	2,12%	2,56%	0,00%

13. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/6/L	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	52,38	66,67	90,48	95,24	95,24	100,00
2	47,83	65,22	86,96	95,65	95,65	100,00
3	45,00	55,00	90,00	95,00	100,00	100,00
4	40,91	54,55	81,82	95,45	100,00	100,00
5	25,00	50,00	83,33	95,83	95,83	100,00
6	21,74	47,83	82,61	91,30	91,30	100,00
7	26,32	47,37	84,21	94,74	94,74	100,00
8	33,33	52,38	80,95	90,48	95,24	100,00
9	19,05	38,10	76,19	90,48	95,24	100,00
10	34,78	52,17	78,26	91,30	95,65	100,00
11	35,00	55,00	80,00	95,00	95,00	100,00
12	35,00	50,00	85,00	90,00	90,00	100,00
13	36,84	52,63	84,21	94,74	100,00	100,00
14	35,00	50,00	80,00	90,00	95,00	100,00
15	36,36	50,00	81,82	95,45	95,45	100,00
16	34,78	47,83	82,61	91,30	95,65	100,00
17	35,00	50,00	80,00	95,00	95,00	100,00
18	35,00	55,00	90,00	95,00	95,00	100,00
19	42,86	61,90	85,71	95,24	95,24	100,00
20	52,00	68,00	88,00	96,00	96,00	100,00
átlag	36,21	53,48	83,61	93,66	95,56	100,00
szórás	8,99	7,27	4,00	2,28	2,42	0,00
minimum	19,05	38,10	76,19	90,00	90,00	100,00
maximum	52,38	68,00	90,48	96,00	100,00	100,00
var. koeff.	24,84%	13,59%	4,79%	2,43%	2,53%	0,00%

14. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/2/R	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	48,48	66,67	84,85	93,94	96,97	100,00
2	29,03	48,39	77,42	93,55	93,55	100,00
3	20,59	44,12	76,47	91,18	94,12	100,00
4	16,67	40,00	76,67	96,67	96,67	100,00
5	20,59	41,18	73,53	94,12	94,12	100,00
6	19,35	38,71	74,19	90,32	96,77	100,00
7	28,57	45,71	77,14	91,43	91,43	100,00
8	27,27	39,39	72,73	93,94	96,97	100,00
9	27,78	44,44	75,00	91,67	97,22	100,00
10	29,41	47,06	73,53	91,18	97,06	100,00
11	25,81	41,94	77,42	93,55	96,77	100,00
12	21,88	40,62	75,00	90,62	96,88	100,00
13	26,47	41,18	73,53	94,12	97,06	100,00
14	22,58	41,94	70,97	90,32	96,77	100,00
15	27,27	42,42	72,73	93,94	96,97	100,00
16	26,47	44,12	73,53	94,12	97,06	100,00
17	22,58	41,94	74,19	90,32	96,77	100,00
18	19,35	41,94	77,42	93,55	96,77	100,00
19	19,35	38,71	77,42	93,55	96,77	100,00
20	29,03	48,39	83,87	96,77	96,77	100,00
átlag	25,43	43,94	75,88	92,94	96,17	100,00
szórás	6,73	6,09	3,48	1,96	1,56	0,00
minimum	16,67	38,71	70,97	90,32	91,43	100,00
maximum	48,48	66,67	84,85	96,77	97,22	100,00
var. koeff.	26,48%	13,86%	4,58%	2,11%	1,63%	0,00%

15. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/4/R	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	43,33	60,00	83,33	96,67	96,67	100,00
2	27,59	48,28	72,41	93,10	96,55	100,00
3	30,00	46,67	70,00	93,33	96,67	100,00
4	29,03	48,39	74,19	93,55	96,77	100,00
5	26,67	43,33	76,67	93,33	96,67	100,00
6	24,14	41,38	86,21	93,10	96,55	100,00
7	25,81	41,94	80,65	93,55	96,77	100,00
8	30,00	46,67	83,33	93,33	96,67	100,00
9	23,33	43,33	76,67	90,00	96,67	100,00
10	30,00	46,67	80,00	93,33	96,67	100,00
11	20,00	33,33	70,00	90,00	96,67	100,00
12	27,59	44,83	79,31	93,10	96,55	100,00
13	27,59	41,38	79,31	93,10	96,55	100,00
14	30,00	46,67	76,67	90,00	96,67	100,00
15	23,33	36,67	73,33	93,33	96,67	100,00
16	24,14	41,38	79,31	93,10	96,55	100,00
17	23,33	43,33	80,00	93,33	96,67	100,00
18	26,67	46,67	80,00	93,33	96,67	100,00
19	30,00	46,67	80,00	93,33	96,67	100,00
20	44,83	62,07	89,66	93,10	96,55	100,00
átlag	28,37	45,48	78,55	92,95	96,64	100,00
szórás	6,09	6,54	5,04	1,49	0,07	0,00
minimum	20,00	33,33	70,00	90,00	96,55	100,00
maximum	44,83	62,07	89,66	96,67	96,77	100,00
var. koeff.	21,47%	14,38%	6,42%	1,60%	0,07%	0,00%

16. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/6/R	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	27,59	41,38	75,86	96,55	96,55	100,00
2	29,03	51,61	77,42	93,55	96,77	100,00
3	32,14	57,14	75,00	96,43	96,43	100,00
4	24,14	44,83	68,97	96,55	96,55	100,00
5	23,33	40,00	70,00	93,33	96,67	100,00
6	25,00	39,29	71,43	92,86	96,43	100,00
7	28,57	46,43	82,14	96,43	96,43	100,00
8	28,57	46,43	82,14	96,43	96,43	100,00
9	27,59	37,93	68,97	93,10	96,55	100,00
10	28,57	42,86	67,86	92,86	96,43	100,00
11	25,00	39,29	75,00	92,86	96,43	100,00
12	28,57	42,86	71,43	89,29	96,43	100,00
13	27,59	37,93	72,41	93,10	96,55	100,00
14	32,14	46,43	75,00	96,43	96,43	100,00
15	29,63	40,74	74,07	96,30	100,00	100,00
16	25,00	39,29	78,57	89,29	96,43	100,00
17	24,14	41,38	75,86	89,66	96,55	100,00
18	22,22	40,74	77,78	96,30	96,30	100,00
19	28,57	46,43	78,57	96,43	96,43	100,00
20	46,43	60,71	85,71	92,86	96,43	100,00
átlag	28,19	44,18	75,21	94,03	96,66	100,00
szórás	5,08	6,19	4,80	2,55	0,79	0,00
minimum	22,22	37,93	67,86	89,29	96,30	100,00
maximum	46,43	60,71	85,71	96,55	100,00	100,00
var. koeff.	18,03%	14,01%	6,39%	2,72%	0,82%	0,00%

17. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/2/R	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	48,28	65,52	86,21	89,66	96,55	100,00
2	34,38	56,25	81,25	93,75	96,87	100,00
3	32,14	50,00	78,57	92,86	96,43	100,00
4	32,14	46,43	82,14	92,86	96,43	100,00
5	31,03	48,28	79,31	93,10	96,55	100,00
6	32,14	57,14	85,71	92,86	96,43	100,00
7	34,48	58,62	79,31	93,10	96,55	100,00
8	35,71	57,14	82,14	92,86	96,43	100,00
9	39,29	57,14	78,57	92,86	96,43	100,00
10	31,25	50,00	81,25	93,75	96,88	100,00
11	28,57	46,43	78,57	92,86	96,43	100,00
12	34,48	51,72	79,31	93,10	96,55	100,00
13	35,71	50,00	78,57	92,86	96,43	100,00
14	32,14	46,43	78,57	92,86	96,43	100,00
15	34,48	48,28	79,31	93,10	96,55	100,00
16	31,03	48,28	79,31	93,10	96,55	100,00
17	26,67	43,33	76,67	93,33	96,67	100,00
18	24,14	44,83	79,31	93,10	96,55	100,00
19	23,33	43,33	80,00	93,33	96,67	100,00
20	48,15	62,96	88,89	92,59	96,30	100,00
átlag	33,48	51,61	80,65	92,89	96,53	100,00
szórás	6,35	6,45	3,06	0,82	0,15	0,00
minimum	23,33	43,33	76,67	89,66	96,30	100,00
maximum	48,28	65,52	88,89	93,75	96,88	100,00
var. koeff.	18,97%	12,49%	3,80%	0,88%	0,15%	0,00%

18. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/4/R	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	60,87	73,91	91,30	95,65	100,00	100,00
2	52,17	69,57	91,30	95,65	100,00	100,00
3	36,36	59,09	86,36	95,45	100,00	100,00
4	43,48	60,87	91,30	95,65	100,00	100,00
5	37,50	58,33	87,50	91,67	95,83	100,00
6	39,13	56,52	86,96	91,30	95,65	100,00
7	33,33	50,00	87,50	95,83	100,00	100,00
8	33,33	54,17	87,50	91,67	95,83	100,00
9	37,50	54,17	87,50	91,67	95,83	100,00
10	29,17	50,00	87,50	91,67	95,83	100,00
11	26,09	47,83	86,96	91,30	95,65	100,00
12	33,33	54,17	87,50	91,67	95,83	100,00
13	34,78	56,52	82,61	91,30	95,65	100,00
14	36,36	54,55	90,91	95,45	100,00	100,00
15	36,36	54,55	86,36	136,36	95,45	100,00
16	30,43	52,17	82,61	91,30	95,65	100,00
17	31,82	54,55	86,36	90,91	95,45	100,00
18	31,82	50,00	77,27	90,91	95,45	100,00
19	38,10	57,14	90,48	95,24	104,76	100,00
20	47,62	61,90	90,48	95,24	100,00	100,00
átlag	37,48	56,50	87,31	95,30	97,65	100,00
szórás	8,21	6,41	3,47	9,88	2,68	0,00
minimum	26,09	47,83	77,27	90,91	95,45	100,00
maximum	60,87	73,91	91,30	136,36	104,76	100,00
var. koeff.	21,90%	11,35%	3,98%	10,37%	2,74%	0,00%

19. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/6/R	S _{EMC} - ENT hányados [%] (T=20°C; φ=65%)					
Sorszám	4h	8h	24h	48h	72h	172h
1	61,90	76,19	90,48	95,24	100,00	100,00
2	55,00	75,00	85,00	90,00	95,00	100,00
3	52,38	71,43	90,48	95,24	100,00	100,00
4	52,38	71,43	95,24	95,24	100,00	100,00
5	47,62	71,43	90,48	95,24	95,24	100,00
6	54,55	68,18	86,36	90,91	95,45	100,00
7	43,48	60,87	82,61	95,65	100,00	100,00
8	47,62	66,67	85,71	90,48	95,24	100,00
9	50,00	72,73	90,91	95,45	100,00	100,00
10	47,62	71,43	90,48	95,24	100,00	100,00
11	40,00	60,00	90,00	95,00	100,00	100,00
12	33,33	47,62	85,71	90,48	95,24	100,00
13	30,43	47,83	91,30	95,65	100,00	100,00
14	36,36	54,55	90,91	95,45	95,45	100,00
15	33,33	52,38	90,48	95,24	95,24	100,00
16	31,82	45,45	86,36	90,91	95,45	100,00
17	33,33	52,38	90,48	95,24	100,00	100,00
18	38,10	52,38	90,48	95,24	100,00	100,00
19	33,33	47,62	95,24	95,24	100,00	100,00
20	42,86	61,90	95,24	95,24	100,00	100,00
átlag	43,27	61,37	89,70	94,12	98,12	100,00
szórás	9,34	10,56	3,47	2,12	2,37	0,00
minimum	30,43	45,45	82,61	90,00	95,00	100,00
maximum	61,90	76,19	95,24	95,65	100,00	100,00
var. koeff.	21,58%	17,21%	3,86%	2,26%	2,42%	0,00%

XV. Melléklet A vizsgált faanyagok színjellemzői

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (kontroll)

Kontroll Sorszám	Színjellemzők			
	L*	a*	b*	C*
1	85,35	3,91	18,08	18,50
2	84,72	4,03	18,00	18,45
3	82,96	3,62	20,52	20,84
4	87,40	2,40	17,57	17,74
5	81,66	3,93	17,93	18,35
6	87,30	2,84	16,11	16,35
7	84,31	2,97	19,57	19,79
8	85,71	2,27	18,12	18,26
9	86,94	2,78	16,11	16,34
10	87,84	2,68	17,18	17,39
11	89,88	1,31	14,36	14,42
12	89,48	1,31	14,55	14,61
13	86,23	2,23	16,66	16,81
14	85,95	2,54	17,25	17,44
15	89,33	1,76	16,09	16,18
16	86,94	3,13	17,66	17,94
17	88,72	1,88	14,86	14,98
18	86,15	2,89	16,27	16,53
19	87,30	2,39	15,90	16,08
20	86,22	2,96	17,47	17,72
átlag	86,52	2,69	17,01	17,24
szórás	2,10	0,80	1,56	1,63
minimum	81,66	1,31	14,36	14,42
maximum	89,88	4,03	20,52	20,84
var. koeff.	2,43%	29,55%	9,16%	9,46%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/2/N Sorszám	Színjellemzők				
	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	71,99	9,34	30,41	31,81	20,76
2	76,09	6,92	28,86	29,68	17,80
3	65,85	7,89	28,94	30,00	26,31
4	66,10	7,87	28,50	29,56	26,01
5	73,92	8,01	31,93	32,92	20,28
6	68,69	7,87	28,23	29,30	16,73
7	64,98	11,45	36,15	37,92	26,22
8	65,45	10,60	34,04	35,65	25,36
9	60,55	9,43	27,46	29,04	25,82
10	69,53	9,34	29,40	30,85	20,41
11	72,54	8,05	30,88	31,91	22,59
12	70,65	8,98	30,62	31,91	20,71
13	63,66	9,47	29,55	31,03	26,43
14	71,00	8,07	30,74	31,78	22,87
15	73,08	8,04	36,01	36,90	25,98
16	69,54	8,87	31,86	33,08	26,66
17	74,48	7,24	31,24	32,07	19,37
18	71,10	8,98	32,86	34,06	24,29
19	69,65	9,38	30,92	32,31	19,82
20	64,84	9,07	29,27	30,64	22,45
átlag	69,18	8,74	30,89	32,12	22,84
szórás	4,09	1,10	2,40	2,45	3,19
minimum	60,55	6,92	27,46	29,04	16,73
maximum	76,09	11,45	36,15	37,92	26,66
var. koeff.	5,92%	12,57%	7,76%	7,63%	13,97%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/4/N	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	73,39	7,79	29,96	30,96	20,02
2	65,11	6,44	17,69	18,82	18,81
3	56,20	9,00	25,64	27,18	30,41
4	53,93	9,18	25,70	27,29	33,37
5	66,09	8,05	28,22	29,35	24,43
6	64,63	8,17	26,35	27,58	25,22
7	57,78	10,85	30,57	32,44	31,49
8	66,49	9,56	30,62	32,08	25,73
9	64,56	10,72	32,18	33,92	25,96
10	64,60	9,64	30,39	31,88	25,32
11	68,00	11,24	37,19	38,85	30,81
12	62,68	10,83	28,19	30,20	25,19
13	62,43	9,93	28,59	30,27	26,70
14	65,64	10,08	30,65	32,26	26,44
15	62,81	9,49	27,90	29,47	29,82
16	62,54	9,71	29,82	31,36	30,66
17	62,37	12,35	35,72	37,80	29,51
18	66,98	7,61	23,28	24,49	20,74
19	61,10	11,60	31,84	33,89	25,35
20	68,78	8,32	26,66	27,93	19,81
átlag	63,81	9,53	28,86	30,40	26,29
szórás	4,41	1,50	4,23	4,41	4,19
minimum	53,93	6,44	17,69	18,82	18,81
maximum	73,39	12,35	37,19	38,85	33,37
var. koeff.	6,92%	15,73%	14,65%	14,51%	15,92%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

160/6/N	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	57,71	11,22	25,81	28,14	28,23
2	62,77	11,26	29,67	31,74	29,02
3	64,58	8,75	24,94	26,43	25,10
4	61,22	9,36	25,32	26,99	25,96
5	61,87	8,98	26,63	28,10	26,65
6	63,30	8,46	26,51	27,83	24,24
7	61,97	9,63	25,84	27,58	27,01
8	64,00	11,12	30,49	32,45	28,05
9	67,11	10,08	32,66	34,18	25,94
10	70,45	9,38	29,37	30,83	21,83
11	59,67	11,13	30,74	32,70	30,40
12	67,71	7,88	25,87	27,04	25,55
13	62,25	10,61	28,56	30,47	30,30
14	54,03	13,20	30,39	33,13	36,48
15	65,23	8,30	26,47	27,75	26,26
16	59,18	10,84	29,57	31,49	31,03
17	64,05	9,07	25,85	27,40	23,74
18	64,20	12,16	34,43	36,51	34,48
19	59,28	11,48	30,23	32,34	30,54
20	64,94	9,68	27,83	29,46	26,07
átlag	62,78	10,13	28,36	30,13	27,84
szórás	3,72	1,41	2,65	2,85	3,58
minimum	54,03	7,88	24,94	26,43	21,83
maximum	70,45	13,20	34,43	36,51	36,48
var. koeff.	5,92%	13,90%	9,36%	9,47%	12,87%

5. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/2/N	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	49,63	14,62	28,49	32,02	40,06
2	53,84	10,94	25,87	28,09	32,48
3	50,12	11,94	25,90	28,52	38,13
4	51,34	13,07	27,39	30,35	38,25
5	49,91	12,62	26,38	29,25	37,66
6	51,31	14,13	28,41	31,73	37,00
7	46,45	11,78	22,42	25,33	42,72
8	44,03	15,93	25,34	29,93	46,30
9	49,26	13,08	26,65	29,68	40,09
10	52,70	12,86	27,62	30,47	37,43
11	55,19	11,66	26,49	28,94	37,58
12	55,90	12,72	29,70	32,31	36,48
13	51,33	13,13	27,97	30,90	38,01
14	47,95	11,35	22,79	25,46	40,07
15	49,66	13,06	26,66	29,68	40,88
16	50,77	13,82	27,50	30,78	41,61
17	54,20	12,75	29,31	31,96	37,46
18	48,62	13,42	26,59	29,78	41,75
19	51,47	13,38	26,58	29,76	35,08
20	48,32	12,81	25,66	28,68	40,30
átlag	50,60	12,95	26,68	29,68	38,97
szórás	2,90	1,15	1,83	1,89	2,98
minimum	44,03	10,94	22,42	25,33	32,48
maximum	55,90	15,93	29,70	32,31	46,30
var. koeff.	5,74%	8,89%	6,85%	6,37%	7,66%

6. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/4/N	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	48,02	13,25	26,81	29,91	42,31
2	53,28	10,87	24,81	27,08	33,54
3	41,21	14,02	21,60	25,75	45,26
4	42,82	14,15	23,23	27,20	46,74
5	47,69	12,88	25,92	28,94	39,21
6	45,50	12,53	23,16	26,33	39,81
7	41,58	12,97	19,44	23,37	45,90
8	39,17	12,75	18,32	22,32	48,28
9	46,95	11,88	22,71	25,63	40,28
10	48,88	13,92	26,80	30,20	41,50
11	49,88	13,06	26,54	29,58	40,90
12	51,10	9,96	21,93	24,08	38,69
13	47,27	10,56	20,83	23,35	40,51
14	47,33	11,03	22,57	25,12	40,72
15	44,59	12,63	20,85	24,38	45,39
16	45,22	12,14	22,48	25,55	42,17
17	48,77	10,18	20,83	23,18	38,85
18	46,88	13,12	24,94	28,18	43,73
19	50,73	10,05	22,13	24,31	36,81
20	46,21	14,92	27,36	31,17	42,87
átlag	46,65	12,34	23,16	26,28	41,68
szórás	3,54	1,47	2,60	2,64	3,56
minimum	39,17	9,96	18,32	22,32	33,54
maximum	53,28	14,92	27,36	31,17	48,28
var. koeff.	7,59%	11,91%	11,23%	10,06%	8,55%

7. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (napraforgóolaj)

200/6/N	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	40,96	12,74	20,41	24,06	43,44
2	46,93	10,09	21,76	23,99	40,60
3	40,58	12,86	18,79	22,76	48,52
4	43,11	11,87	19,85	23,13	46,86
5	49,90	10,90	23,20	25,63	37,71
6	40,74	14,29	21,48	25,79	47,28
7	37,49	11,65	15,86	19,68	49,96
8	38,25	10,41	16,60	19,59	47,75
9	44,63	11,37	21,50	24,32	41,97
10	42,45	11,77	20,33	23,49	44,71
11	42,21	10,15	18,74	21,31	41,08
12	47,67	11,71	22,67	25,52	39,25
13	40,32	9,99	15,99	18,86	43,06
14	43,97	11,36	20,91	23,80	40,73
15	39,38	9,18	17,24	19,53	42,89
16	44,42	10,51	19,45	22,11	44,98
17	38,55	13,01	17,99	22,20	50,68
18	38,70	9,89	16,17	18,96	47,78
19	39,98	11,50	18,03	21,39	48,11
20	42,50	11,36	20,18	23,16	43,32
átlag	42,14	11,33	19,36	22,46	44,53
szórás	3,34	1,25	2,25	2,24	3,70
minimum	37,49	9,18	15,86	18,86	37,71
maximum	49,90	14,29	23,20	25,79	50,68
var. koeff.	7,93%	11,04%	11,62%	9,97%	8,31%

8. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/2/L	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	76,22	6,54	31,70	32,37	20,08
2	64,00	8,60	32,28	33,41	29,35
3	65,12	9,15	32,04	33,32	29,14
4	67,15	7,20	28,38	29,28	23,13
5	68,13	10,82	36,17	37,76	25,67
6	74,79	6,58	32,83	33,48	20,96
7	68,42	10,38	39,00	40,36	27,22
8	67,91	9,09	33,67	34,88	24,69
9	71,24	8,43	33,29	34,34	24,19
10	66,22	8,32	30,03	31,16	22,26
11	72,57	7,94	35,42	36,30	26,11
12	78,10	5,51	36,98	37,39	24,16
13	68,04	9,36	35,64	36,85	26,86
14	71,15	8,65	33,12	34,23	22,13
15	71,56	8,03	36,34	37,22	27,33
16	73,03	7,55	38,28	39,02	29,17
17	75,06	6,90	32,23	32,96	22,10
18	73,76	7,32	36,53	37,26	25,47
19	67,41	9,17	31,60	32,91	25,24
20	71,00	9,39	36,05	37,25	23,70
átlag	70,54	8,25	34,08	35,09	24,95
szórás	3,88	1,34	2,80	2,81	2,72
minimum	64,00	5,51	28,38	29,28	20,08
maximum	78,10	10,82	39,00	40,36	29,35
var. koeff.	5,50%	16,22%	8,21%	8,01%	10,90%

9. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/4/L	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	58,17	9,17	29,05	30,46	31,57
2	68,33	9,63	33,82	35,17	22,69
3	54,73	12,25	32,28	34,52	34,15
4	65,24	5,13	25,16	25,68	23,24
5	64,04	7,89	29,26	30,30	24,73
6	63,20	9,88	33,16	34,60	29,28
7	61,89	12,30	35,78	37,84	32,47
8	62,68	10,39	34,95	36,46	28,02
9	73,61	8,13	32,14	33,15	21,92
10	65,81	10,49	34,75	36,30	26,91
11	69,23	8,87	31,68	32,90	23,54
12	71,43	8,54	32,72	33,82	23,41
13	64,57	9,62	30,65	32,12	25,27
14	73,91	7,18	31,07	31,89	18,11
15	60,41	10,84	31,46	33,28	31,54
16	68,93	7,74	30,00	30,98	23,81
17	68,36	8,58	32,33	33,44	26,83
18	68,02	10,22	37,81	39,17	32,19
19	64,46	8,71	29,82	31,07	27,27
20	64,76	9,89	31,79	33,29	27,54
átlag	65,59	9,27	31,98	33,32	26,72
szórás	4,85	1,68	2,76	2,99	4,20
minimum	54,73	5,13	25,16	25,68	18,11
maximum	73,91	12,30	37,81	39,17	34,15
var. koeff.	7,39%	18,14%	8,63%	8,98%	15,72%

10. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

160/6/L	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	52,54	13,12	30,34	33,05	37,73
2	57,22	11,99	28,80	31,20	31,37
3	52,37	12,16	27,21	29,81	32,19
4	64,40	11,18	34,02	35,81	27,76
5	58,63	10,90	30,71	32,59	32,92
6	57,44	11,94	32,01	34,16	33,66
7	58,40	14,24	37,30	39,93	36,53
8	55,39	12,68	32,11	34,52	34,34
9	63,90	11,60	34,89	36,77	27,14
10	64,52	11,00	37,06	38,66	31,95
11	64,63	12,15	39,22	41,06	33,42
12	65,09	11,78	39,47	41,19	34,30
13	54,25	12,83	31,17	33,71	34,43
14	66,10	9,79	33,74	35,13	30,01
15	53,63	11,44	28,09	30,33	28,25
16	61,23	11,07	31,28	33,18	29,35
17	65,11	11,77	38,12	39,89	33,30
18	59,96	13,90	37,79	40,27	39,06
19	63,30	10,11	33,43	34,92	30,51
20	67,11	9,82	34,36	35,74	26,75
átlag	60,26	11,77	33,56	35,60	32,25
szórás	4,89	1,20	3,71	3,56	3,42
minimum	52,37	9,79	27,21	29,81	26,75
maximum	67,11	14,24	39,47	41,19	39,06
var. koeff.	8,12%	10,23%	11,06%	9,99%	10,62%

11. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/2/L	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	58,11	12,47	32,10	34,44	32,58
2	53,68	11,87	28,87	31,21	36,89
3	51,29	13,93	29,72	32,82	35,76
4	50,50	14,91	32,80	36,03	36,25
5	58,63	10,89	29,64	31,57	28,89
6	57,04	13,68	35,65	38,18	36,05
7	46,36	13,43	25,77	29,06	39,63
8	53,11	12,61	28,95	31,58	37,51
9	62,87	11,75	36,80	38,63	32,23
10	58,54	10,73	28,23	30,20	30,42
11	57,61	12,00	30,39	32,67	35,75
12	47,98	16,55	29,15	33,52	44,93
13	52,93	11,95	27,75	30,21	35,64
14	46,48	15,44	29,21	33,04	40,53
15	55,70	11,30	28,26	30,44	35,02
16	52,89	14,24	32,33	35,33	38,26
17	55,68	13,48	33,76	36,35	37,51
18	53,13	12,60	28,38	31,05	39,44
19	52,00	12,34	28,10	30,69	36,64
20	59,75	12,13	33,49	35,62	34,32
átlag	54,21	12,92	30,47	33,13	36,21
szórás	4,45	1,53	2,88	2,79	3,60
minimum	46,36	10,73	25,77	29,06	28,89
maximum	62,87	16,55	36,80	38,63	44,93
var. koeff.	8,21%	11,86%	9,44%	8,41%	9,95%

12. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/4/L	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	46,98	14,01	26,03	29,56	42,92
2	46,20	15,65	28,68	32,67	44,07
3	42,37	14,14	22,98	26,99	43,27
4	46,65	12,70	26,65	29,52	39,43
5	44,14	14,54	24,18	28,22	43,37
6	51,43	12,07	26,61	29,22	36,00
7	42,56	12,43	21,18	24,56	44,64
8	40,08	12,75	19,49	23,29	45,29
9	49,28	15,40	30,70	34,35	42,55
10	49,39	15,07	31,09	34,55	42,59
11	48,69	12,98	25,52	28,63	43,40
12	46,60	15,50	28,31	32,27	46,17
13	42,19	12,58	21,14	24,60	47,98
14	48,05	10,78	22,70	25,13	39,87
15	42,01	11,86	21,48	24,54	42,57
16	42,38	13,12	21,88	25,51	49,08
17	44,64	14,86	25,79	29,77	43,06
18	42,13	13,76	21,01	25,11	43,98
19	43,92	12,05	22,61	25,62	40,99
20	45,62	13,40	25,01	28,37	41,08
átlag	45,26	13,48	24,65	28,12	43,11
szórás	3,10	1,38	3,34	3,40	2,92
minimum	40,08	10,78	19,49	23,29	36,00
maximum	51,43	15,65	31,09	34,55	49,08
var. koeff.	6,85%	10,23%	13,57%	12,10%	6,77%

13. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (lenolaj)

200/6/L	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	47,49	11,27	23,17	25,77	36,68
2	47,79	11,45	23,71	26,33	40,21
3	38,82	14,55	20,33	25,00	46,55
4	43,15	12,40	21,73	25,02	46,45
5	42,08	16,59	24,17	29,31	49,43
6	43,51	13,09	22,32	25,87	47,38
7	36,28	14,05	18,76	23,44	51,76
8	38,87	11,96	19,33	22,73	45,01
9	41,76	15,68	23,81	28,51	47,07
10	40,49	15,40	22,05	26,89	48,73
11	44,74	12,28	21,91	25,11	43,22
12	46,26	11,01	21,59	24,24	42,37
13	41,55	11,58	19,79	22,93	45,60
14	37,91	14,06	18,77	23,46	51,25
15	39,54	12,86	19,10	23,03	48,69
16	40,77	13,14	20,90	24,69	45,14
17	42,59	11,21	20,05	22,97	44,69
18	41,71	13,55	22,67	26,41	49,54
19	40,62	12,56	19,55	23,24	44,27
20	44,99	13,96	24,10	27,85	44,83
átlag	42,05	13,13	21,39	25,14	45,94
szórás	3,11	1,59	1,85	1,97	3,64
minimum	36,28	11,01	18,76	22,73	36,68
maximum	47,79	16,59	24,17	29,31	51,76
var. koeff.	7,39%	12,11%	8,66%	7,82%	7,93%

14. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

160/2/R	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	67,13	7,55	24,82	25,94	18,50
2	75,29	7,56	31,25	32,15	19,19
3	61,91	10,26	32,52	34,10	28,23
4	57,14	11,39	31,58	33,57	27,59
5	68,36	9,70	33,77	35,13	25,18
6	73,01	8,98	34,18	35,34	22,10
7	67,78	9,69	31,44	32,90	24,34
8	65,49	9,97	32,96	34,43	24,14
9	74,24	6,30	26,72	27,45	15,04
10	65,94	8,10	28,92	30,03	22,65
11	74,92	5,81	31,32	31,85	21,90
12	73,59	6,58	33,37	34,01	23,46
13	68,63	9,00	31,82	33,07	25,06
14	72,42	7,78	29,95	30,95	19,47
15	68,59	8,19	30,97	32,04	23,60
16	67,87	8,40	27,63	28,88	22,94
17	72,96	8,22	36,12	37,04	28,61
18	73,69	7,53	34,90	35,70	24,77
19	67,10	9,08	32,39	33,63	25,58
20	74,45	7,23	30,08	30,94	18,73
átlag	69,53	8,36	31,34	32,46	23,05
szórás	4,79	1,41	2,77	2,82	3,50
minimum	57,14	5,81	24,82	25,94	15,04
maximum	75,29	11,39	36,12	37,04	28,61
var. koeff.	6,89%	16,89%	8,85%	8,67%	15,20%

15. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repcelaj)

160/4/R	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	63,96	12,54	35,10	37,27	30,90
2	62,85	8,95	23,08	24,75	21,75
3	56,56	10,88	29,09	31,06	31,22
4	54,62	12,49	28,69	31,29	34,34
5	65,76	7,71	26,31	27,41	23,33
6	62,24	9,24	29,21	30,64	26,00
7	56,54	10,50	26,66	28,66	26,63
8	56,06	11,08	29,05	31,09	31,69
9	74,86	7,34	29,90	30,79	19,22
10	66,40	10,63	33,00	34,66	28,56
11	66,71	8,16	27,61	28,79	26,63
12	69,87	9,37	34,60	35,85	27,01
13	65,55	8,45	29,22	30,42	27,83
14	62,14	9,75	29,36	30,94	30,46
15	62,63	9,87	30,33	31,90	26,86
16	64,46	9,46	29,75	31,22	27,62
17	69,58	7,61	27,37	28,41	24,09
18	65,64	7,78	26,45	27,57	22,48
19	63,82	8,84	27,65	29,03	23,99
20	67,59	9,53	30,58	32,03	23,34
átlag	63,89	9,51	29,15	30,69	26,70
szórás	5,08	1,51	2,82	2,92	3,82
minimum	54,62	7,34	23,08	24,75	19,22
maximum	74,86	12,54	35,10	37,27	34,34
var. koeff.	7,95%	15,85%	9,66%	9,50%	14,30%

16. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repcelaj)

160/6/R	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	70,09	8,93	27,99	29,38	22,26
2	66,89	6,07	24,31	25,05	22,42
3	48,26	9,60	23,38	25,27	33,98
4	57,23	9,43	29,39	30,86	32,66
5	65,21	9,73	33,19	34,58	25,89
6	67,82	8,78	27,97	29,32	21,07
7	62,38	7,57	24,34	25,50	23,92
8	65,37	10,09	30,19	31,83	24,54
9	65,29	8,80	26,18	27,62	23,18
10	66,62	7,06	25,25	26,22	23,51
11	68,85	8,49	27,45	28,73	24,11
12	67,32	9,28	30,91	32,27	25,65
13	64,56	7,63	24,90	26,04	23,34
14	61,68	8,57	26,11	27,48	24,62
15	60,92	9,51	27,20	28,81	26,92
16	61,31	9,90	28,20	29,89	29,10
17	64,46	11,13	32,44	34,29	30,12
18	65,33	10,37	31,11	32,79	27,26
19	64,07	8,76	27,30	28,67	26,47
20	66,57	9,28	27,33	28,86	23,16
átlag	64,01	8,95	27,76	29,17	25,71
szórás	4,78	1,19	2,76	2,89	3,46
minimum	48,26	6,07	23,38	25,05	21,07
maximum	70,09	11,13	33,19	34,58	33,98
var. koeff.	7,46%	13,25%	9,94%	9,91%	13,47%

17. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/2/R	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	49,78	12,08	26,44	29,07	35,19
2	52,63	12,16	27,48	30,05	33,84
3	51,53	12,42	28,30	30,90	35,80
4	51,47	13,62	29,61	32,60	40,55
5	49,08	13,65	28,26	31,39	36,14
6	51,84	11,76	26,85	29,31	33,43
7	49,72	12,62	25,77	28,69	38,89
8	42,36	15,81	23,27	28,13	46,87
9	51,82	11,94	25,81	28,44	34,30
10	59,55	13,47	34,01	36,58	35,86
11	55,35	13,66	31,64	34,46	37,59
12	56,58	12,91	31,47	34,02	35,67
13	50,53	12,94	26,66	29,63	37,42
14	49,55	12,28	25,10	27,94	41,34
15	50,93	12,98	27,03	29,99	39,24
16	52,87	13,09	28,34	31,22	34,64
17	50,29	15,57	30,93	34,63	43,61
18	55,92	11,58	28,05	30,34	30,22
19	49,67	11,93	25,48	28,14	36,73
20	46,02	15,31	26,67	30,75	41,75
átlag	51,38	13,09	27,86	30,81	37,45
szórás	3,72	1,25	2,59	2,47	3,91
minimum	42,36	11,58	23,27	27,94	30,22
maximum	59,55	15,81	34,01	36,58	46,87
var. koeff.	7,25%	9,53%	9,31%	8,02%	10,43%

18. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repceolaj)

200/4/R	Színjellemzők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	42,79	13,37	22,07	25,81	45,36
2	50,56	11,51	24,78	27,32	37,47
3	38,86	12,79	18,16	22,21	46,23
4	42,83	13,22	22,49	26,09	43,96
5	43,73	13,44	23,38	26,97	42,06
6	43,78	14,01	23,51	27,37	42,80
7	36,86	13,39	16,53	21,28	52,78
8	41,21	12,78	20,01	23,74	42,83
9	44,42	12,96	22,47	25,93	42,34
10	45,54	12,11	23,35	26,30	41,60
11	42,66	15,80	23,64	28,44	45,70
12	47,68	11,47	22,55	25,30	41,89
13	43,60	11,47	20,81	23,76	41,99
14	44,76	12,76	21,10	24,66	40,06
15	37,20	13,87	16,80	21,79	53,15
16	49,98	13,35	27,31	30,40	42,20
17	41,48	14,34	21,66	25,97	48,28
18	47,81	11,58	23,85	26,51	37,44
19	39,45	14,57	19,26	24,15	49,83
20	45,32	10,55	22,31	24,68	38,22
átlag	43,53	12,97	21,80	25,43	43,81
szórás	3,77	1,26	2,65	2,25	4,49
minimum	36,86	10,55	16,53	21,28	37,44
maximum	50,56	15,80	27,31	30,40	53,15
var. koeff.	8,67%	9,75%	12,16%	8,83%	10,25%

19. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (repeolaj)

200/6/R	Színjellemezők				
Sorszám	L*	a*	b*	C*	ΔE^*
1	45,93	12,17	24,61	27,45	42,54
2	45,00	11,72	21,56	24,54	42,98
3	44,58	13,18	23,13	26,63	42,89
4	43,60	11,78	20,83	23,92	43,13
5	48,73	10,08	22,42	24,58	36,80
6	46,08	11,27	23,48	26,04	39,71
7	40,06	10,07	17,17	19,90	44,22
8	40,22	9,48	16,66	19,17	46,54
9	45,06	9,39	19,41	21,56	40,55
10	46,99	11,86	23,90	26,69	42,85
11	40,55	10,91	17,08	20,27	46,65
12	44,28	12,31	21,50	24,77	42,20
13	46,25	10,76	21,87	24,37	41,93
14	47,58	10,63	21,70	24,17	38,54
15	38,72	11,91	16,78	20,58	45,08
16	48,08	10,36	21,52	23,89	37,39
17	46,53	11,45	22,38	25,14	43,92
18	41,82	12,61	20,59	24,14	47,12
19	45,30	9,31	19,36	21,48	41,89
20	48,65	10,26	22,14	24,41	41,72
átlag	44,70	11,08	20,90	23,69	42,43
szórás	3,00	1,12	2,42	2,40	2,85
minimum	38,72	9,31	16,66	19,17	36,80
maximum	48,73	13,18	24,61	27,45	47,12
var. koeff.	6,71%	10,12%	11,58%	10,12%	6,72%

XVI. Melléklet A vizsgált faanyagok színjellemezőinek változása a kültéri kitettség során

1. táblázat Az L* színkoordináta értékei a vizsgálati időpontokban

Napok	L*									
	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/N	65,39	64,52	63,72	55,85	46,82	43,02	38,50	37,00	30,60	29,80
160/4/N	52,96	58,39	57,97	54,22	49,29	46,11	41,78	40,55	32,10	31,30
160/6/N	60,18	61,54	57,49	52,32	45,10	41,40	37,68	33,03	29,14	28,56
200/2/N	48,50	52,14	51,04	45,82	40,60	38,33	35,90	34,36	28,78	28,96
200/4/N	41,13	46,01	47,75	43,72	39,87	36,03	35,08	34,81	28,46	28,38
200/6/N	35,90	40,10	40,44	38,92	36,29	33,82	33,13	32,09	26,92	27,06
Kontroll	85,11	71,91	64,27	58,41	59,08	57,64	55,32	54,27	53,31	53,61
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/L	69,49	69,64	65,00	54,62	47,15	43,53	40,53	40,01	35,39	35,41
160/4/L	59,85	65,11	62,79	54,59	47,07	43,63	41,56	40,82	36,22	36,27
160/6/L	58,73	64,43	60,43	50,67	45,57	42,85	41,12	40,20	36,00	35,60
200/2/L	48,80	61,22	56,37	48,93	45,12	42,89	42,23	41,77	37,71	37,62
200/4/L	39,72	43,11	44,42	39,31	37,80	35,76	35,68	35,17	31,68	31,73
200/6/L	36,36	42,91	44,08	40,90	37,82	37,07	37,15	37,29	34,67	34,81
Kontroll	85,11	71,91	64,27	58,41	59,08	57,64	55,32	54,27	53,31	53,61
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/R	68,01	65,18	58,70	51,81	44,66	38,77	35,19	33,11	26,65	25,68
160/4/R	59,75	61,57	57,07	51,05	43,75	38,53	34,61	34,36	27,30	25,62
160/6/R	56,96	57,41	52,89	46,79	42,37	37,67	33,73	35,08	29,38	25,96
200/2/R	49,02	53,36	52,32	49,61	44,35	39,33	36,78	34,63	28,34	27,64
200/4/R	39,88	45,54	45,08	43,76	40,52	36,83	35,38	33,28	28,58	28,39
200/6/R	36,63	45,26	46,16	43,78	40,35	36,70	35,38	34,52	28,62	29,27
Kontroll	85,11	71,91	64,27	58,41	59,08	57,64	55,32	54,27	53,31	53,61

1. táblázat folytatása Az L* színkoordináta értékei a vizsgálati időpontokban

	L*									
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/N	24,99	24,30	24,11	23,39	23,69	24,03	24,22	23,21	22,99	20,15
160/4/N	24,54	24,32	23,71	23,62	23,92	23,92	24,47	24,13	23,26	20,16
160/6/N	25,19	23,59	24,13	23,07	24,01	23,83	24,54	23,87	22,68	19,67
200/2/N	25,95	24,80	24,45	24,49	24,89	25,29	25,68	25,16	24,36	21,35
200/4/N	25,45	24,22	24,15	23,25	24,25	24,14	24,47	23,70	23,66	20,09
200/6/N	23,60	23,19	22,23	21,87	22,26	22,35	22,92	22,17	21,81	18,05
Kontroll	51,51	49,32	49,02	49,85	49,86	49,96	48,65	48,14	46,57	43,41
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/L	33,04	33,71	32,24	32,33	32,87	32,85	33,47	32,22	31,29	27,51
160/4/L	33,90	32,27	32,21	32,27	33,20	32,87	33,26	32,83	31,50	27,84
160/6/L	33,41	32,56	30,76	31,29	31,84	31,43	32,20	31,48	31,06	27,19
200/2/L	35,08	35,39	33,45	34,55	34,29	34,33	35,11	34,62	33,95	30,96
200/4/L	28,46	27,75	27,25	27,13	27,78	27,65	27,63	27,44	26,72	22,82
200/6/L	32,77	30,89	31,81	31,77	32,41	32,31	32,44	32,09	31,44	27,87
Kontroll	51,51	49,32	49,02	49,85	49,86	49,96	48,65	48,14	46,57	43,41
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/R	22,16	20,75	20,57	19,90	20,30	20,39	21,12	20,53	20,05	17,49
160/4/R	21,85	20,96	20,21	19,77	20,10	20,53	20,95	20,58	20,34	17,87
160/6/R	23,61	21,97	21,49	20,03	20,34	20,57	21,51	20,75	20,27	17,93
200/2/R	22,92	21,38	21,35	21,00	21,60	21,73	21,94	21,41	20,98	17,92
200/4/R	24,18	23,20	23,17	22,51	22,57	22,76	22,86	22,55	22,09	19,05
200/6/R	24,31	23,51	23,08	23,31	23,83	23,34	24,23	23,77	22,60	18,93
Kontroll	51,51	49,32	49,02	49,85	49,86	49,96	48,65	48,14	46,57	43,41

2. táblázat Az a* színkoordináta értékei a vizsgálati időpontokban

	a*									
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/N	10,01	10,32	10,81	8,88	6,94	5,03	3,51	3,24	2,04	2,05
160/4/N	12,70	10,38	10,20	9,16	7,94	6,21	4,78	4,05	2,31	2,52
160/6/N	11,77	11,25	11,46	9,77	7,56	5,49	3,78	3,10	1,71	1,91
200/2/N	13,78	12,60	11,94	9,13	7,07	4,53	2,99	3,21	1,78	1,50
200/4/N	12,60	11,92	11,51	9,63	7,41	5,36	4,32	3,61	1,96	1,70
200/6/N	10,55	10,86	10,93	9,36	7,49	6,22	5,19	4,31	2,36	2,25
Kontroll	3,49	3,05	1,84	1,15	1,69	0,89	0,82	0,86	1,25	1,03
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/L	9,23	10,00	11,97	8,77	6,69	4,45	3,16	2,86	1,47	1,22
160/4/L	12,64	10,65	11,35	9,16	6,99	4,62	3,11	2,46	1,24	1,06
160/6/L	13,26	11,21	10,89	7,98	6,50	4,84	3,85	2,76	1,55	1,40
200/2/L	14,40	10,28	8,63	5,97	4,35	3,00	2,33	2,06	1,36	1,11
200/4/L	11,35	11,02	10,93	8,52	6,43	4,89	3,56	3,83	1,82	1,34
200/6/L	12,99	10,60	10,73	7,84	5,81	3,96	3,17	2,45	1,52	1,34
Kontroll	3,49	3,05	1,84	1,15	1,69	0,89	0,82	0,86	1,25	1,03
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/R	9,34	10,72	12,16	9,88	8,08	5,41	4,15	4,36	2,41	1,85
160/4/R	12,15	10,90	11,75	9,20	7,19	4,93	3,50	4,50	2,57	1,57
160/6/R	12,01	12,40	13,08	10,88	9,21	6,60	4,94	5,52	3,54	2,12
200/2/R	13,66	12,70	14,10	11,16	9,35	6,12	4,94	5,02	3,21	2,27
200/4/R	11,71	12,82	13,43	11,34	9,42	6,84	5,94	4,87	3,33	2,88
200/6/R	11,96	11,40	12,22	9,45	8,20	6,50	4,59	4,54	3,34	2,51
Kontroll	3,49	3,05	1,84	1,15	1,69	0,89	0,82	0,86	1,25	1,03

2. táblázat folytatása Az a* szinkordináta értékei a vizsgálati időpontokban

	a*									
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/N	1,16	1,06	1,00	0,91	0,85	1,03	0,83	0,93	0,95	0,84
160/4/N	1,20	1,08	1,06	1,13	1,15	1,11	1,06	1,16	1,18	0,89
160/6/N	1,14	1,07	1,07	0,93	0,96	0,91	0,83	0,95	0,94	0,84
200/2/N	1,42	1,19	1,09	0,90	0,87	0,87	0,76	0,88	0,92	0,78
200/4/N	1,31	1,14	1,16	1,07	1,04	1,08	0,97	1,09	1,10	0,88
200/6/N	1,53	1,23	1,18	1,08	1,05	1,06	0,98	0,99	1,02	0,77
Kontroll	1,47	1,53	1,86	1,38	1,41	1,31	1,33	1,31	1,42	1,15
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/L	0,95	0,87	0,85	0,78	0,74	0,77	0,71	0,82	0,84	0,81
160/4/L	0,80	0,73	0,74	0,69	0,65	0,69	0,64	0,71	0,73	0,72
160/6/L	0,86	0,77	0,93	0,82	0,86	0,89	0,79	0,87	0,87	0,81
200/2/L	0,83	0,86	0,88	0,77	0,76	0,79	0,72	0,82	0,88	0,91
200/4/L	1,40	1,03	0,89	0,77	0,74	0,79	0,77	0,85	0,86	0,79
200/6/L	1,10	0,96	0,98	0,91	0,85	0,90	0,85	0,93	1,00	0,97
Kontroll	1,47	1,53	1,86	1,38	1,41	1,31	1,33	1,31	1,42	1,15
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/R	1,07	0,85	0,80	0,70	0,71	0,75	0,67	0,72	0,70	0,58
160/4/R	1,03	0,92	0,80	0,67	0,69	0,74	0,66	0,71	0,73	0,56
160/6/R	1,64	1,23	1,11	0,88	0,82	0,86	0,82	0,85	0,79	0,73
200/2/R	1,42	1,11	1,13	0,92	0,92	0,96	0,87	0,91	0,87	0,69
200/4/R	1,74	1,45	1,29	1,22	1,13	1,18	1,05	1,16	1,10	0,80
200/6/R	1,81	1,29	1,18	1,06	1,01	1,07	0,97	1,01	1,00	0,72
Kontroll	1,47	1,53	1,86	1,38	1,41	1,31	1,33	1,31	1,42	1,15

3. táblázat A b* szinkordináta értékei a vizsgálati időpontokban

Napok	b*									
	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/N	30,86	33,96	33,77	27,91	20,64	16,55	11,96	9,68	5,75	5,29
160/4/N	27,99	28,47	26,44	24,31	20,33	17,57	13,59	11,79	6,69	6,67
160/6/N	31,09	32,91	29,61	26,28	20,23	15,64	11,56	8,72	4,63	4,79
200/2/N	26,22	27,34	24,62	19,60	15,37	11,73	8,69	7,72	4,11	3,57
200/4/N	20,46	21,73	21,45	17,96	14,38	10,84	9,04	7,98	4,39	3,80
200/6/N	15,10	16,35	15,90	14,38	12,11	9,68	8,56	6,95	4,25	4,07
Kontroll	18,54	14,74	8,73	5,26	7,84	5,88	4,42	3,91	4,32	2,99
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/L	35,50	36,73	35,69	26,60	19,77	14,41	10,62	8,16	4,24	3,50
160/4/L	33,41	32,89	31,03	25,03	18,22	13,14	9,52	7,15	3,80	3,15
160/6/L	34,29	33,86	30,05	22,40	17,24	13,60	11,08	8,02	4,52	3,99
200/2/L	28,40	27,54	22,40	16,10	11,81	9,43	7,70	6,62	4,22	3,48
200/4/L	18,81	20,35	20,34	16,15	12,57	9,89	7,68	7,55	3,98	3,07
200/6/L	17,39	18,47	18,28	15,31	10,92	8,78	7,45	6,00	4,01	3,48
Kontroll	18,54	14,74	8,73	5,26	7,84	5,88	4,42	3,91	4,32	2,99
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/R	32,41	35,78	34,02	28,01	21,99	15,95	12,29	11,20	5,98	4,83
160/4/R	32,09	33,36	31,67	25,77	19,73	15,04	11,23	12,03	6,75	4,47
160/6/R	29,95	32,42	30,06	24,35	20,55	15,75	11,73	12,73	8,33	4,98
200/2/R	26,62	29,70	29,40	25,17	20,60	15,35	12,91	11,73	7,33	5,69
200/4/R	18,83	22,79	22,57	20,62	17,36	13,55	12,07	9,91	6,86	5,94
200/6/R	16,24	21,39	22,50	18,69	15,77	12,92	10,42	9,63	6,71	5,54
Kontroll	18,54	14,74	8,73	5,26	7,84	5,88	4,42	3,91	4,32	2,99

3. táblázat folytatása A b* színkoordináta értékei a vizsgálati időpontokban

	b*									
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/N	3,22	2,88	2,69	2,40	2,24	2,65	2,21	2,29	2,23	2,60
160/4/N	3,50	3,16	3,24	3,17	3,21	2,99	3,01	3,17	2,94	2,89
160/6/N	3,01	2,71	2,54	2,35	2,48	2,34	2,34	2,37	2,21	2,43
200/2/N	3,35	2,72	2,51	2,03	2,05	2,05	2,04	2,12	2,12	2,37
200/4/N	3,06	2,62	2,66	2,30	2,39	2,42	2,42	2,44	2,35	2,43
200/6/N	2,95	2,41	2,36	2,19	2,22	2,16	2,30	2,11	2,15	2,25
Kontroll	3,73	3,91	4,47	3,62	3,63	3,69	3,83	3,91	3,98	3,56
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/L	2,72	2,32	2,29	2,14	2,21	2,20	2,30	2,37	2,37	2,64
160/4/L	2,44	2,03	1,94	1,86	1,90	1,94	1,98	2,08	2,03	2,31
160/6/L	2,67	2,35	2,51	2,23	2,32	2,39	2,30	2,40	2,34	2,52
200/2/L	2,61	2,38	2,44	2,28	2,36	2,35	2,51	2,51	2,57	2,94
200/4/L	3,13	2,49	2,18	1,89	1,94	1,98	2,09	2,09	2,03	2,33
200/6/L	2,69	2,36	2,33	2,33	2,27	2,39	2,47	2,46	2,45	2,74
Kontroll	3,73	3,91	4,47	3,62	3,63	3,69	3,83	3,91	3,98	3,56
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/R	3,17	2,69	2,50	2,12	2,08	2,16	2,18	2,07	1,97	2,18
160/4/R	3,26	2,94	2,52	2,01	2,04	2,13	2,15	2,01	1,92	2,15
160/6/R	4,53	3,53	3,29	2,39	2,32	2,37	2,52	2,40	2,10	2,37
200/2/R	3,93	3,18	3,16	2,53	2,51	2,53	2,41	2,37	2,18	2,32
200/4/R	4,01	3,46	3,22	2,91	2,78	2,86	2,71	2,80	2,67	2,68
200/6/R	4,27	3,15	2,92	2,54	2,48	2,53	2,50	2,43	2,32	2,32
Kontroll	3,73	3,91	4,47	3,62	3,63	3,69	3,83	3,91	3,98	3,56

4. táblázat A színtelítettség (C*) értékei a vizsgálati időpontokban

Napok	C*									
	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/N	32,44	35,49	35,46	29,29	21,78	17,30	12,46	10,20	6,10	5,68
160/4/N	30,74	30,30	28,34	25,98	21,83	18,64	14,40	12,46	7,08	7,13
160/6/N	33,25	34,78	31,75	28,03	21,60	16,58	12,17	9,25	4,93	5,15
200/2/N	29,62	30,10	27,36	21,62	16,91	12,58	9,19	8,36	4,48	3,87
200/4/N	24,02	24,78	24,34	20,38	16,18	12,09	10,02	8,76	4,80	4,16
200/6/N	18,42	19,63	19,30	17,16	14,24	11,50	10,01	8,18	4,86	4,65
Kontroll	18,87	15,05	8,92	5,39	8,02	5,95	4,50	4,00	4,49	3,16
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/L	36,68	38,06	37,64	28,00	20,87	15,08	11,08	8,65	4,48	3,71
160/4/L	35,72	34,57	33,04	26,66	19,51	13,93	10,01	7,56	3,99	3,33
160/6/L	36,76	35,67	31,96	23,78	18,43	14,44	11,73	8,49	4,78	4,23
200/2/L	31,84	29,40	24,00	17,17	12,58	9,90	8,04	6,93	4,44	3,65
200/4/L	21,97	23,14	23,09	18,26	14,12	11,03	8,47	8,47	4,38	3,35
200/6/L	21,70	21,30	21,20	17,20	12,37	9,64	8,10	6,48	4,29	3,73
Kontroll	18,87	15,05	8,92	5,39	8,02	5,95	4,50	4,00	4,49	3,16
Napok	0	31	61	95	123	157	188	298	377	400
160/2/R	33,73	37,35	36,13	29,70	23,43	16,84	12,98	12,01	6,44	5,17
160/4/R	34,31	35,09	33,78	27,36	21,00	15,83	11,76	12,84	7,22	4,74
160/6/R	32,27	34,71	32,78	26,67	22,52	17,08	12,73	13,87	9,05	5,42
200/2/R	29,92	32,31	32,61	27,54	22,62	16,52	13,82	12,76	8,00	6,13
200/4/R	22,18	26,15	26,27	23,53	19,75	15,18	13,45	11,04	7,62	6,60
200/6/R	20,17	24,24	25,60	20,94	17,78	14,46	11,38	10,65	7,50	6,08
Kontroll	18,87	15,05	8,92	5,39	8,02	5,95	4,50	4,00	4,49	3,16

4. táblázat folytatása A színtelítettség (C*) értékei a vizsgálati időpontokban

	C*									
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/N	3,42	3,07	2,87	2,56	2,40	2,85	2,36	2,47	2,43	2,73
160/4/N	3,70	3,34	3,41	3,36	3,41	3,19	3,19	3,38	3,17	3,03
160/6/N	3,22	2,91	2,75	2,53	2,66	2,51	2,48	2,55	2,40	2,57
200/2/N	3,63	2,97	2,74	2,22	2,23	2,23	2,18	2,30	2,31	2,49
200/4/N	3,33	2,86	2,90	2,54	2,60	2,65	2,61	2,67	2,59	2,59
200/6/N	3,32	2,70	2,64	2,44	2,46	2,41	2,50	2,33	2,38	2,38
Kontroll	4,01	4,19	4,84	3,88	3,90	3,92	4,06	4,13	4,22	3,74
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/L	2,88	2,47	2,44	2,28	2,32	2,33	2,41	2,50	2,51	2,76
160/4/L	2,57	2,16	2,08	1,98	2,01	2,06	2,08	2,20	2,16	2,42
160/6/L	2,81	2,47	2,67	2,38	2,48	2,55	2,43	2,55	2,50	2,64
200/2/L	2,73	2,53	2,59	2,41	2,48	2,48	2,61	2,64	2,72	3,08
200/4/L	3,42	2,69	2,35	2,04	2,08	2,13	2,23	2,26	2,20	2,46
200/6/L	2,91	2,55	2,53	2,51	2,43	2,56	2,61	2,63	2,65	2,91
Kontroll	4,01	4,19	4,84	3,88	3,90	3,92	4,06	4,13	4,22	3,74
Napok	469	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/R	3,35	2,82	2,62	2,23	2,20	2,28	2,28	2,20	2,09	2,26
160/4/R	3,42	3,08	2,64	2,12	2,15	2,25	2,25	2,13	2,05	2,22
160/6/R	4,82	3,74	3,47	2,54	2,46	2,52	2,65	2,55	2,25	2,48
200/2/R	4,18	3,36	3,35	2,69	2,67	2,70	2,56	2,53	2,35	2,42
200/4/R	4,37	3,75	3,47	3,15	3,00	3,10	2,91	3,03	2,89	2,79
200/6/R	4,64	3,40	3,15	2,75	2,67	2,75	2,68	2,63	2,52	2,43
Kontroll	4,01	4,19	4,84	3,88	3,90	3,92	4,06	4,13	4,22	3,74

5. táblázat A színinger különbség (ΔE^*) értékei a vizsgálati időpontokban

Napok	ΔE^*									
	31	61	95	123	157	188	298	377	400	469
160/2/N	3,24	3,45	10,04	21,41	27,01	33,50	36,06	43,64	44,53	49,74
160/4/N	5,93	5,82	5,27	9,74	14,06	19,89	22,17	31,58	32,06	39,24
160/6/N	2,33	3,09	9,43	19,05	25,11	30,84	36,23	42,01	42,29	46,11
200/2/N	3,98	3,52	8,53	15,01	19,97	24,14	25,57	31,96	32,34	34,42
200/4/N	5,09	6,78	4,66	8,08	13,07	15,34	16,62	23,06	23,64	26,00
200/6/N	4,40	4,63	3,32	4,29	7,24	8,90	10,95	16,28	16,39	19,50
Kontroll	13,74	23,09	29,91	28,20	30,35	33,07	34,24	34,90	35,21	36,77
Napok	31	61	95	123	157	188	298	377	400	469
160/2/L	1,46	5,27	17,34	27,44	33,78	38,66	40,71	46,91	47,43	49,72
160/4/L	5,65	3,99	10,48	20,64	27,17	31,56	33,99	39,56	40,07	42,10
160/6/L	6,08	5,15	15,30	22,57	27,41	30,61	33,81	39,24	39,92	42,36
200/2/L	13,11	11,25	14,91	19,74	22,90	24,85	26,00	29,62	30,37	32,21
200/4/L	3,73	4,96	3,91	8,18	11,70	14,17	14,28	19,37	20,29	21,72
200/6/L	7,05	8,09	7,18	9,78	12,49	13,99	15,55	17,70	18,21	19,24
Kontroll	13,74	23,09	29,91	28,20	30,35	33,07	34,24	34,90	35,21	36,77
Napok	31	61	95	123	157	188	298	377	400	469
160/2/R	4,60	9,85	16,80	25,60	33,79	38,84	41,15	49,57	51,08	55,01
160/4/R	2,55	2,74	11,15	20,82	28,15	33,79	33,25	42,26	45,16	48,89
160/6/R	2,54	4,20	11,66	17,58	24,55	30,35	28,59	36,05	41,01	43,19
200/2/R	5,41	4,34	2,94	8,76	16,67	20,34	22,44	30,15	32,01	36,69
200/4/R	6,99	6,63	4,28	2,80	7,80	9,97	13,04	18,48	19,40	23,78
200/6/R	10,06	11,40	7,96	5,31	6,40	9,48	10,16	15,14	16,06	19,95
Kontroll	13,74	23,09	29,91	28,20	30,35	33,07	34,24	34,90	35,21	36,77

5. táblázat folytatása A színinger különbség (ΔE^*) értékei a vizsgálati időpontokban

Napok	ΔE^*								
	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/N	50,51	50,78	51,54	51,40	50,86	50,98	51,74	51,95	54,12
160/4/N	39,65	40,05	40,14	39,89	40,03	39,64	39,75	40,52	42,95
160/6/N	47,53	47,22	48,17	47,37	47,60	47,08	47,54	48,55	50,82
200/2/N	35,68	36,08	36,44	36,18	35,91	35,71	35,95	36,45	38,41
200/4/N	27,12	27,13	27,97	27,30	27,32	27,17	27,58	27,66	30,08
200/6/N	20,24	20,90	21,29	21,02	20,99	20,59	21,18	21,37	24,06
Kontroll	38,71	38,77	38,34	38,33	38,22	39,38	39,82	41,25	44,37
Napok	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/L	49,51	50,60	50,64	50,22	50,23	49,72	50,57	51,26	53,98
160/4/L	43,44	43,54	43,58	42,98	43,14	42,88	43,06	43,93	46,19
160/6/L	43,14	44,10	43,99	43,57	43,77	43,39	43,74	44,04	46,47
200/2/L	32,25	33,05	32,72	32,78	32,76	32,32	32,49	32,72	33,88
200/4/L	22,72	23,27	23,60	23,23	23,25	23,19	23,25	23,68	25,86
200/6/L	20,01	19,79	19,84	19,78	19,68	19,63	19,66	19,78	20,76
Kontroll	38,71	38,77	38,34	38,33	38,22	39,38	39,82	41,25	44,37
Napok	497	527	589	616	647	678	710	736	1110
160/2/R	56,46	56,73	57,50	57,19	57,07	56,46	57,00	57,46	59,52
160/4/R	49,79	50,66	51,33	51,04	50,65	50,33	50,69	50,93	52,77
160/6/R	45,15	45,69	47,40	47,21	47,00	46,20	46,84	47,41	49,11
200/2/R	38,36	38,38	39,09	38,68	38,56	38,51	38,90	39,34	41,55
200/4/R	24,90	25,13	25,80	25,88	25,67	25,76	25,86	26,28	28,53
200/6/R	21,39	21,85	22,00	21,76	21,98	21,53	21,82	22,61	25,17
Kontroll	38,71	38,77	38,34	38,33	38,22	39,38	39,82	41,25	44,37

XVII. Melléklet A gombaállóság vizsgálat eredményei

1. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Pleurotus ostreatus*)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	m _g - gombabontás mértéke (<i>Pleurotus ostreatus</i>) [%]					
1	16,08	14,07	17,72	16,90	11,49	12,22
2	18,91	17,68	16,13	16,43	11,66	11,80
3	17,64	15,26	16,25	14,92	10,90	11,49
4	16,09	19,36	17,05	18,88	11,22	11,54
átlag	17,18	16,59	16,79	16,78	11,32	11,77
szórás	1,37	2,38	0,75	1,64	0,33	0,33
minimum	16,08	14,07	16,13	14,92	10,90	11,49
maximum	18,91	19,36	17,72	18,88	11,66	12,22
var. koeff.	7,96%	14,34%	4,44%	9,75%	2,95%	2,84%

2. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Pleurotus ostreatus*)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	m _g - gombabontás mértéke (<i>Pleurotus ostreatus</i>) [%]					
1	17,71	15,76	17,31	16,06	12,66	12,60
2	16,22	16,58	15,72	17,22	12,08	12,17
3	15,88	16,26	14,97	16,05	11,88	11,93
4	15,67	16,03	17,25	16,88	13,96	12,16
átlag	16,37	16,16	16,31	16,55	12,64	12,21
szórás	0,92	0,35	1,16	0,59	0,94	0,28
minimum	15,67	15,76	14,97	16,05	11,88	11,93
maximum	17,71	16,58	17,31	17,22	13,96	12,60
var. koeff.	5,63%	2,17%	7,10%	3,58%	7,41%	2,30%

3. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Pleurotus ostreatus*)

Olaj fajta	repce					
	160°C			200°C		
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	m _g - gombabontás mértéke (<i>Pleurotus ostreatus</i>) [%]					
1	16,74	17,49	15,47	17,19	12,65	12,94
2	16,64	13,97	16,31	15,38	13,99	11,30
3	17,75	19,30	19,43	15,19	13,36	12,29
4	16,39	15,54	15,26	17,51	11,48	12,50
átlag	16,88	16,58	16,62	16,32	12,87	12,26
szórás	0,60	2,32	1,93	1,20	1,08	0,69
minimum	16,39	13,97	15,26	15,19	11,48	11,30
maximum	17,75	19,30	19,43	17,51	13,99	12,94
var. koeff.	3,55%	14,00%	11,61%	7,36%	8,36%	5,64%

4. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Pleurotus ostreatus*)

Sorszám	kontroll
	m_g [%]
1	21,16
2	18,10
3	16,06
4	16,30
átlag	17,91
szórás	2,35
minimum	16,06
maximum	21,16
var. koeff.	13,14%

5. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Poria placenta*)

Olaj fajta	napraforgó					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	m_g - gombabontás mértéke (<i>Poria placenta</i>) [%]					
1	37,98	37,26	36,82	34,53	30,76	25,74
2	49,62	36,53	33,95	38,12	23,89	24,81
3	36,58	37,89	38,07	37,65	29,32	28,24
4	39,76	36,59	38,92	36,42	25,43	21,94
átlag	40,98	37,07	36,94	36,68	27,35	25,18
szórás	5,90	0,64	2,17	1,60	3,22	2,60
minimum	36,58	36,53	33,95	34,53	23,89	21,94
maximum	49,62	37,89	38,92	38,12	30,76	28,24
var. koeff.	14,39%	1,73%	5,88%	4,37%	11,78%	10,34%

6. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Poria placenta*)

Olaj fajta	len					
	160°C			200°C		
Hőmérséklet						
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	m_g - gombabontás mértéke (<i>Poria placenta</i>) [%]					
1	34,49	37,94	32,84	41,04	20,50	24,65
2	33,57	38,29	36,21	41,24	20,48	28,16
3	45,55	35,43	38,78	40,84	34,85	26,92
4	30,47	37,48	39,13	31,12	32,25	19,38
átlag	36,02	37,29	36,74	38,56	27,02	24,78
szórás	6,58	1,28	2,91	4,96	7,61	3,88
minimum	30,47	35,43	32,84	31,12	20,48	19,38
maximum	45,55	38,29	39,13	41,24	34,85	28,16
var. koeff.	18,28%	3,44%	7,91%	12,87%	28,18%	15,67%

7. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Poria placenta*)

Olaj fajta	repce					
Hőmérséklet	160°C					
	200°C					
Kezelés ideje	2h	4h	6h	2h	4h	6h
Sorszám	m_g - gombabontás mértéke (<i>Poria placenta</i>) [%]					
1	39,41	36,07	44,78	32,78	24,55	27,26
2	38,80	31,84	32,32	32,67	29,79	28,94
3	33,52	41,69	28,82	40,39	26,04	28,04
4	38,85	42,85	41,93	43,05	26,64	19,57
átlag	37,64	38,11	36,96	37,22	26,75	25,95
szórás	2,76	5,12	7,61	5,31	2,21	4,31
minimum	33,52	31,84	28,82	32,67	24,55	19,57
maximum	39,41	42,85	44,78	43,05	29,79	28,94
var. koeff.	7,34%	13,45%	20,59%	14,25%	8,25%	16,61%

8. táblázat Vizsgálati eredmények, alapstatisztikai jellemzők (*Poria placenta*)

Sorszám	kontroll
	m_g [%]
1	34,85
2	34,34
3	36,85
4	41,86
5	40,96
6	43,16
7	37,15
8	35,89
9	42,41
10	38,98
átlag	38,65
szórás	3,27
minimum	34,34
maximum	43,16
var. koeff.	8,47%

XVIII. Melléklet A nyomószilárdság vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Nyomószilárdság) Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
160/2/N {1}		0,813	0,252	0,101	0,033	0,028	0,834	0,757	0,459	0,225	0,027	0,015	0,799	0,516	0,345	0,154	0,067	0,013	0,000
160/4/N {2}	0,8127		0,364	0,161	0,058	0,050	0,655	0,942	0,614	0,328	0,048	0,028	0,986	0,680	0,479	0,234	0,111	0,024	0,000
160/6/N {3}	0,2522	0,364		0,620	0,322	0,290	0,176	0,403	0,685	0,944	0,282	0,198	0,373	0,620	0,841	0,778	0,491	0,178	0,000
200/2/N {4}	0,1013	0,161	0,620		0,621	0,573	0,065	0,183	0,368	0,670	0,561	0,427	0,166	0,322	0,487	0,831	0,847	0,394	0,000
200/4/N {5}	0,0332	0,058	0,322	0,621		0,945	0,019	0,068	0,163	0,358	0,931	0,765	0,061	0,138	0,234	0,479	0,763	0,720	0,000
200/6/N {6}	0,0280	0,050	0,290	0,573	0,945		0,016	0,059	0,144	0,323	0,986	0,818	0,052	0,120	0,208	0,437	0,711	0,773	0,000
160/2/L {7}	0,8339	0,655	0,176	0,065	0,019	0,016		0,604	0,342	0,155	0,015	0,008	0,642	0,390	0,248	0,102	0,042	0,007	0,001
160/4/L {8}	0,7569	0,942	0,403	0,183	0,068	0,059	0,604		0,666	0,365	0,056	0,034	0,956	0,734	0,525	0,264	0,128	0,029	0,000
160/6/L {9}	0,4590	0,614	0,685	0,368	0,163	0,144	0,342	0,666		0,635	0,139	0,091	0,627	0,927	0,838	0,492	0,275	0,080	0,000
200/2/L {10}	0,2245	0,328	0,944	0,670	0,358	0,323	0,155	0,365	0,635		0,314	0,223	0,337	0,571	0,787	0,832	0,536	0,202	0,000
200/4/L {11}	0,0268	0,048	0,282	0,561	0,931	0,986	0,015	0,056	0,139	0,314		0,831	0,050	0,116	0,202	0,427	0,698	0,786	0,000
200/6/L {12}	0,0153	0,028	0,198	0,427	0,765	0,818	0,008	0,034	0,091	0,223	0,831		0,030	0,075	0,137	0,314	0,548	0,953	0,000
160/2/R {13}	0,7990	0,986	0,373	0,166	0,061	0,052	0,642	0,956	0,627	0,337	0,050	0,030		0,693	0,490	0,241	0,115	0,026	0,000
160/4/R {14}	0,5161	0,680	0,620	0,322	0,138	0,120	0,390	0,734	0,927	0,571	0,116	0,075	0,693		0,767	0,437	0,237	0,066	0,000
160/6/R {15}	0,3447	0,479	0,841	0,487	0,234	0,208	0,248	0,525	0,838	0,787	0,202	0,137	0,490	0,767		0,630	0,374	0,122	0,000
200/2/R {16}	0,1539	0,234	0,778	0,831	0,479	0,437	0,102	0,264	0,492	0,832	0,427	0,314	0,241	0,437	0,630		0,684	0,287	0,000
200/4/R {17}	0,0672	0,111	0,491	0,847	0,763	0,711	0,042	0,128	0,275	0,536	0,698	0,548	0,115	0,237	0,374	0,684		0,509	0,000
200/6/R {18}	0,0130	0,024	0,178	0,394	0,720	0,773	0,007	0,029	0,080	0,202	0,786	0,953	0,026	0,066	0,122	0,287	0,509		0,000
Kontroll {19}	0,0005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

XVIX. Melléklet A húzószilárdság vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Húzószilárdság)																		
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,037	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,044	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,037		0,393	0,264	0,000	0,000	0,000	0,941	0,258	0,116	0,000	0,000	0,000	0,944	0,437	0,241	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,003	0,393		0,786	0,001	0,000	0,000	0,352	0,777	0,459	0,004	0,000	0,000	0,354	0,936	0,743	0,000	0,000	0,000
160/6/N {4}	0,001	0,264	0,786		0,002	0,000	0,000	0,233	0,990	0,639	0,009	0,000	0,000	0,234	0,725	0,954	0,001	0,000	0,000
200/2/N {5}	0,000	0,000	0,001	0,002		0,202	0,276	0,000	0,002	0,007	0,584	0,500	0,490	0,000	0,000	0,002	0,890	0,148	0,180
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,202		0,879	0,000	0,000	0,000	0,069	0,547	0,594	0,000	0,000	0,000	0,255	0,863	0,921
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,276	0,879		0,000	0,000	0,000	0,105	0,664	0,708	0,000	0,000	0,000	0,339	0,750	0,807
160/2/L {8}	0,044	0,941	0,352	0,233	0,000	0,000	0,000		0,228	0,099	0,000	0,000	0,000	0,997	0,394	0,212	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,001	0,258	0,777	0,990	0,002	0,000	0,000	0,228		0,648	0,009	0,000	0,000	0,229	0,716	0,965	0,001	0,000	0,000
160/6/L {10}	0,000	0,116	0,459	0,639	0,007	0,000	0,000	0,099	0,648		0,031	0,001	0,001	0,100	0,412	0,680	0,005	0,000	0,000
200/2/L {11}	0,000	0,000	0,004	0,009	0,584	0,069	0,105	0,000	0,009	0,031		0,222	0,225	0,000	0,003	0,011	0,492	0,046	0,061
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,500	0,547	0,664	0,000	0,000	0,001	0,222		0,965	0,000	0,000	0,000	0,592	0,439	0,493
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,490	0,594	0,708	0,000	0,000	0,001	0,225	0,965		0,000	0,000	0,000	0,577	0,485	0,538
160/2/R {14}	0,044	0,944	0,354	0,234	0,000	0,000	0,000	0,997	0,229	0,100	0,000	0,000	0,000		0,396	0,213	0,000	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,004	0,437	0,936	0,725	0,000	0,000	0,000	0,394	0,716	0,412	0,003	0,000	0,000	0,396		0,683	0,000	0,000	0,000
160/6/R {16}	0,001	0,241	0,743	0,954	0,002	0,000	0,000	0,212	0,965	0,680	0,011	0,000	0,000	0,213	0,683		0,001	0,000	0,000
200/2/R {17}	0,000	0,000	0,000	0,001	0,890	0,255	0,339	0,000	0,001	0,005	0,492	0,592	0,577	0,000	0,000	0,001		0,191	0,228
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,148	0,863	0,750	0,000	0,000	0,000	0,046	0,439	0,485	0,000	0,000	0,000	0,191		0,945
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,180	0,921	0,807	0,000	0,000	0,000	0,061	0,493	0,538	0,000	0,000	0,000	0,228	0,945	

XX. Melléklet A hajlítószilárdság vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Hajlítószilárdság) Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,014	0,218	0,104	0,825	0,049	0,000	0,084	0,239	0,237	0,991	0,265	0,001	0,045	0,230	0,083	0,805	0,050	0,000
160/2/N {2}	0,014		0,217	0,402	0,007	0,000	0,000	0,462	0,198	0,199	0,013	0,000	0,000	0,649	0,206	0,466	0,027	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,218	0,217		0,692	0,146	0,001	0,000	0,618	0,956	0,960	0,214	0,019	0,000	0,436	0,975	0,614	0,325	0,001	0,000
160/6/N {4}	0,104	0,402	0,692		0,065	0,000	0,000	0,918	0,652	0,655	0,101	0,006	0,000	0,702	0,670	0,914	0,167	0,000	0,000
200/2/N {5}	0,825	0,007	0,146	0,065		0,080	0,001	0,051	0,162	0,161	0,834	0,371	0,002	0,026	0,155	0,050	0,640	0,082	0,000
200/4/N {6}	0,049	0,000	0,001	0,000	0,080		0,089	0,000	0,002	0,002	0,050	0,391	0,164	0,000	0,002	0,000	0,027	0,989	0,003
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,089		0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,757	0,000	0,000	0,000	0,000	0,086	0,209
160/2/L {8}	0,084	0,462	0,618	0,918	0,051	0,000	0,000		0,580	0,583	0,082	0,005	0,000	0,780	0,596	0,996	0,138	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,239	0,198	0,956	0,652	0,162	0,002	0,000	0,580		0,997	0,235	0,022	0,000	0,405	0,981	0,576	0,352	0,002	0,000
160/6/L {10}	0,237	0,199	0,960	0,655	0,161	0,002	0,000	0,583	0,997		0,233	0,022	0,000	0,407	0,984	0,579	0,350	0,002	0,000
200/2/L {11}	0,991	0,013	0,214	0,101	0,834	0,050	0,000	0,082	0,235	0,233		0,269	0,001	0,043	0,225	0,081	0,796	0,052	0,000
200/4/L {12}	0,265	0,000	0,019	0,006	0,371	0,391	0,011	0,005	0,022	0,022	0,269		0,025	0,002	0,021	0,004	0,173	0,399	0,000
200/6/L {13}	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,164	0,757	0,000	0,000	0,000	0,001	0,025		0,000	0,000	0,000	0,000	0,160	0,117
160/2/R {14}	0,045	0,649	0,436	0,702	0,026	0,000	0,000	0,780	0,405	0,407	0,043	0,002	0,000		0,419	0,784	0,078	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,230	0,206	0,975	0,670	0,155	0,002	0,000	0,596	0,981	0,984	0,225	0,021	0,000	0,419		0,593	0,340	0,002	0,000
160/6/R {16}	0,083	0,466	0,614	0,914	0,050	0,000	0,000	0,996	0,576	0,579	0,081	0,004	0,000	0,784	0,593		0,137	0,000	0,000
200/2/R {17}	0,805	0,027	0,325	0,167	0,640	0,027	0,000	0,138	0,352	0,350	0,796	0,173	0,000	0,078	0,340	0,137		0,028	0,000
200/4/R {18}	0,050	0,000	0,001	0,000	0,082	0,989	0,086	0,000	0,002	0,002	0,052	0,399	0,160	0,000	0,002	0,000	0,028		0,003
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,209	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,117	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003

XXI. Melléklet Az ütő-hajlító szilárdságvizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Ütő-hajlító szilárdság) Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,209	0,076	0,079	0,000	0,000	0,000	0,223	0,049	0,040	0,000	0,000	0,000	0,460	0,079	0,070	0,001	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,209		0,604	0,614	0,007	0,000	0,000	0,969	0,475	0,422	0,014	0,000	0,000	0,605	0,614	0,577	0,030	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,076	0,604		0,988	0,029	0,001	0,000	0,577	0,845	0,776	0,052	0,001	0,000	0,300	0,988	0,969	0,099	0,002	0,000
160/6/N {4}	0,079	0,614	0,988		0,028	0,001	0,000	0,588	0,833	0,764	0,050	0,001	0,000	0,308	1,000	0,957	0,096	0,002	0,000
200/2/N {5}	0,000	0,007	0,029	0,028		0,248	0,066	0,006	0,046	0,057	0,805	0,305	0,057	0,001	0,028	0,032	0,588	0,327	0,121
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,001	0,001	0,248		0,491	0,000	0,002	0,002	0,161	0,897	0,451	0,000	0,001	0,001	0,090	0,861	0,690
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,066	0,491		0,000	0,000	0,000	0,037	0,413	0,948	0,000	0,000	0,000	0,017	0,388	0,772
160/2/L {8}	0,223	0,969	0,577	0,588	0,006	0,000	0,000		0,452	0,400	0,013	0,000	0,000	0,632	0,588	0,551	0,028	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,049	0,475	0,845	0,833	0,046	0,002	0,000	0,452		0,929	0,080	0,003	0,000	0,219	0,834	0,876	0,146	0,003	0,000
160/6/L {10}	0,040	0,422	0,776	0,764	0,057	0,002	0,000	0,400	0,929		0,097	0,004	0,000	0,187	0,764	0,806	0,172	0,004	0,001
200/2/L {11}	0,000	0,014	0,052	0,050	0,805	0,161	0,037	0,013	0,080	0,097		0,204	0,032	0,003	0,050	0,057	0,768	0,220	0,072
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,001	0,001	0,305	0,897	0,413	0,000	0,003	0,004	0,204		0,377	0,000	0,001	0,002	0,117	0,964	0,597
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,057	0,451	0,948	0,000	0,000	0,000	0,032	0,377		0,000	0,000	0,000	0,015	0,353	0,723
160/2/R {14}	0,460	0,605	0,300	0,308	0,001	0,000	0,000	0,632	0,219	0,187	0,003	0,000	0,000		0,307	0,283	0,007	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,079	0,614	0,988	1,000	0,028	0,001	0,000	0,588	0,834	0,764	0,050	0,001	0,000	0,307		0,957	0,096	0,002	0,000
160/6/R {16}	0,070	0,577	0,969	0,957	0,032	0,001	0,000	0,551	0,876	0,806	0,057	0,002	0,000	0,283	0,957		0,107	0,002	0,000
200/2/R {17}	0,001	0,030	0,099	0,096	0,588	0,090	0,017	0,028	0,146	0,172	0,768	0,117	0,015	0,007	0,096	0,107		0,128	0,037
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,002	0,002	0,327	0,861	0,388	0,000	0,003	0,004	0,220	0,964	0,353	0,000	0,002	0,002	0,128		0,566
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,121	0,690	0,772	0,000	0,000	0,001	0,072	0,597	0,723	0,000	0,000	0,000	0,037	0,566	

XXII. Melléklet A sűrűségvizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Sűrűség)																		
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,444	0,438	0,240	0,003	0,000	0,000	0,648	0,487	0,824	0,001	0,000	0,000	0,543	0,535	0,371
160/2/N {2}	0,000		0,012	0,063	0,000	0,000	0,001	0,143	0,933	0,713	0,000	0,000	0,000	0,349	0,838	0,005	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,000	0,012		0,519	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,004	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,730	0,000	0,000	0,000
160/6/N {4}	0,000	0,063	0,519		0,000	0,000	0,000	0,001	0,052	0,026	0,000	0,000	0,000	0,005	0,039	0,322	0,000	0,000	0,000
200/2/N {5}	0,444	0,000	0,000	0,000		0,992	0,681	0,028	0,000	0,001	0,222	0,945	0,587	0,006	0,001	0,000	0,875	0,884	0,897
200/4/N {6}	0,438	0,000	0,000	0,000	0,992		0,689	0,028	0,000	0,001	0,218	0,936	0,580	0,007	0,001	0,000	0,866	0,876	0,905
200/6/N {7}	0,240	0,001	0,000	0,000	0,681	0,689		0,073	0,002	0,004	0,103	0,631	0,340	0,020	0,002	0,000	0,569	0,578	0,778
160/2/L {8}	0,003	0,143	0,000	0,001	0,028	0,028	0,073		0,167	0,272	0,001	0,023	0,006	0,595	0,207	0,000	0,018	0,019	0,038
160/4/L {9}	0,000	0,933	0,010	0,052	0,000	0,000	0,002	0,167		0,777	0,000	0,000	0,000	0,394	0,905	0,003	0,000	0,000	0,001
160/6/L {10}	0,000	0,713	0,004	0,026	0,001	0,001	0,004	0,272	0,777		0,000	0,001	0,000	0,569	0,870	0,001	0,001	0,001	0,002
200/2/L {11}	0,648	0,000	0,000	0,000	0,222	0,218	0,103	0,001	0,000	0,000		0,249	0,497	0,000	0,000	0,000	0,287	0,282	0,177
200/4/L {12}	0,487	0,000	0,000	0,000	0,945	0,936	0,631	0,023	0,000	0,001	0,249		0,636	0,005	0,000	0,000	0,930	0,939	0,843
200/6/L {13}	0,824	0,000	0,000	0,000	0,587	0,580	0,340	0,006	0,000	0,000	0,497	0,636		0,001	0,000	0,000	0,700	0,691	0,502
160/2/R {14}	0,001	0,349	0,001	0,005	0,006	0,007	0,020	0,595	0,394	0,569	0,000	0,005	0,001		0,464	0,000	0,004	0,004	0,009
160/4/R {15}	0,000	0,838	0,007	0,039	0,001	0,001	0,002	0,207	0,905	0,870	0,000	0,000	0,000	0,464		0,002	0,000	0,000	0,001
160/6/R {16}	0,000	0,005	0,730	0,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002		0,000	0,000	0,000
200/2/R {17}	0,543	0,000	0,000	0,000	0,875	0,866	0,569	0,018	0,000	0,001	0,287	0,930	0,700	0,004	0,000	0,000		0,990	0,774
200/4/R {18}	0,535	0,000	0,000	0,000	0,884	0,876	0,578	0,019	0,000	0,001	0,282	0,939	0,691	0,004	0,000	0,000	0,990		0,784
200/6/R {19}	0,371	0,000	0,000	0,000	0,897	0,905	0,778	0,038	0,001	0,002	0,177	0,843	0,502	0,009	0,001	0,000	0,774	0,784	

XXIII. Melléklet A hűrirányú dagadás vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Dagadás húr) Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,000		0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,790	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,939	0,079	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,000	0,017		0,019	0,175	0,000	0,000	0,034	0,822	0,019	0,082	0,001	0,000	0,014	0,528	0,054	0,160	0,001	0,000
160/6/N {4}	0,000	0,000	0,019		0,317	0,211	0,069	0,000	0,010	0,999	0,539	0,339	0,102	0,000	0,003	0,668	0,341	0,353	0,126
200/2/N {5}	0,000	0,000	0,175	0,317		0,025	0,005	0,001	0,114	0,318	0,699	0,051	0,009	0,000	0,047	0,567	0,962	0,054	0,012
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,000	0,211	0,025		0,567	0,000	0,000	0,210	0,063	0,767	0,701	0,000	0,000	0,093	0,028	0,747	0,779
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,069	0,005	0,567		0,000	0,000	0,068	0,015	0,385	0,850	0,000	0,000	0,025	0,006	0,371	0,770
160/2/L {8}	0,000	0,790	0,034	0,000	0,001	0,000	0,000		0,058	0,000	0,000	0,000	0,000	0,731	0,136	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,000	0,031	0,822	0,010	0,114	0,000	0,000	0,058		0,010	0,049	0,000	0,000	0,025	0,684	0,032	0,103	0,000	0,000
160/6/L {10}	0,000	0,000	0,019	0,999	0,318	0,210	0,068	0,000	0,010		0,540	0,339	0,102	0,000	0,003	0,669	0,341	0,352	0,125
200/2/L {11}	0,000	0,000	0,082	0,539	0,699	0,063	0,015	0,000	0,049	0,540		0,117	0,025	0,000	0,018	0,853	0,734	0,123	0,032
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,001	0,339	0,051	0,767	0,385	0,000	0,000	0,339	0,117		0,496	0,000	0,000	0,167	0,057	0,979	0,564
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,102	0,009	0,701	0,850	0,000	0,000	0,102	0,025	0,496		0,000	0,000	0,039	0,010	0,480	0,918
160/2/R {14}	0,000	0,939	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,731	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000		0,067	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,000	0,079	0,528	0,003	0,047	0,000	0,000	0,136	0,684	0,003	0,018	0,000	0,000	0,067		0,011	0,042	0,000	0,000
160/6/R {16}	0,000	0,000	0,054	0,668	0,567	0,093	0,025	0,000	0,032	0,669	0,853	0,167	0,039	0,000	0,011		0,600	0,175	0,050
200/2/R {17}	0,000	0,000	0,160	0,341	0,962	0,028	0,006	0,000	0,103	0,341	0,734	0,057	0,010	0,000	0,042	0,600		0,060	0,013
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,001	0,353	0,054	0,747	0,371	0,000	0,000	0,352	0,123	0,979	0,480	0,000	0,000	0,175	0,060		0,546
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,126	0,012	0,779	0,770	0,000	0,000	0,125	0,032	0,564	0,918	0,000	0,000	0,050	0,013	0,546	

XXIV. Melléklet A húrirányú dagadási együtthatók varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: 172h (Dagadási együttható húr)																		
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,341	0,508	0,670	0,140	0,058	0,101	0,509	0,963	0,137	0,148	0,644	0,255	0,037	0,966	0,895	0,324	0,462	0,629
160/2/N {2}	0,341		0,107	0,598	0,600	0,343	0,010	0,107	0,318	0,592	0,620	0,158	0,037	0,002	0,363	0,279	0,973	0,829	0,152
160/4/N {3}	0,508	0,107		0,277	0,033	0,011	0,326	0,999	0,538	0,032	0,035	0,842	0,633	0,154	0,481	0,596	0,100	0,163	0,858
160/6/N {4}	0,670	0,598	0,277		0,293	0,140	0,039	0,278	0,637	0,288	0,307	0,375	0,118	0,012	0,701	0,577	0,575	0,756	0,364
200/2/N {5}	0,140	0,600	0,033	0,293		0,671	0,002	0,033	0,128	0,991	0,977	0,053	0,009	0,000	0,152	0,108	0,623	0,459	0,051
200/4/N {6}	0,058	0,343	0,011	0,140	0,671		0,000	0,011	0,052	0,679	0,650	0,018	0,003	0,000	0,064	0,043	0,360	0,244	0,017
200/6/N {7}	0,101	0,010	0,326	0,039	0,002	0,000		0,325	0,110	0,002	0,002	0,237	0,613	0,656	0,092	0,131	0,009	0,018	0,246
160/2/L {8}	0,509	0,107	0,999	0,278	0,033	0,011	0,325		0,539	0,032	0,035	0,843	0,632	0,153	0,482	0,597	0,100	0,163	0,859
160/4/L {9}	0,963	0,318	0,538	0,637	0,128	0,052	0,110	0,539		0,125	0,136	0,677	0,274	0,041	0,930	0,932	0,302	0,434	0,662
160/6/L {10}	0,137	0,592	0,032	0,288	0,991	0,679	0,002	0,032	0,125		0,968	0,052	0,009	0,000	0,149	0,106	0,615	0,452	0,049
200/2/L {11}	0,148	0,620	0,035	0,307	0,977	0,650	0,002	0,035	0,136	0,968		0,057	0,010	0,000	0,160	0,115	0,644	0,476	0,054
200/4/L {12}	0,644	0,158	0,842	0,375	0,053	0,018	0,237	0,843	0,677	0,052	0,057		0,498	0,104	0,614	0,741	0,148	0,231	0,983
200/6/L {13}	0,255	0,037	0,633	0,118	0,009	0,003	0,613	0,632	0,274	0,009	0,010	0,498		0,342	0,238	0,314	0,034	0,061	0,512
160/2/R {14}	0,037	0,002	0,154	0,012	0,000	0,000	0,656	0,153	0,041	0,000	0,000	0,104	0,342		0,034	0,051	0,002	0,005	0,109
160/4/R {15}	0,966	0,363	0,481	0,701	0,152	0,064	0,092	0,482	0,930	0,149	0,160	0,614	0,238	0,034		0,862	0,345	0,488	0,599
160/6/R {16}	0,895	0,279	0,596	0,577	0,108	0,043	0,131	0,597	0,932	0,106	0,115	0,741	0,314	0,051	0,862		0,264	0,386	0,725
200/2/R {17}	0,324	0,973	0,100	0,575	0,623	0,360	0,009	0,100	0,302	0,615	0,644	0,148	0,034	0,002	0,345	0,264		0,802	0,142
200/4/R {18}	0,462	0,829	0,163	0,756	0,459	0,244	0,018	0,163	0,434	0,452	0,476	0,231	0,061	0,005	0,488	0,386	0,802		0,223
200/6/R {19}	0,629	0,152	0,858	0,364	0,051	0,017	0,246	0,859	0,662	0,049	0,054	0,983	0,512	0,109	0,599	0,725	0,142	0,223	

XXV. Melléklet A sugárirányú dagadás vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Dagadás sugár)																
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,000		0,523	0,004	0,002	0,000	0,000	0,173	0,698	0,004	0,016	0,000	0,000	0,875	0,506	0,000	0,009
160/4/N {3}	0,000	0,523		0,001	0,000	0,000	0,000	0,469	0,801	0,000	0,002	0,000	0,000	0,630	0,193	0,000	0,001
160/6/N {4}	0,000	0,004	0,001		0,829	0,005	0,000	0,000	0,001	0,980	0,664	0,069	0,000	0,003	0,029	0,321	0,823
200/2/N {5}	0,000	0,002	0,000	0,829		0,009	0,000	0,000	0,001	0,849	0,516	0,109	0,000	0,001	0,016	0,437	0,660
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,000	0,005	0,009		0,179	0,000	0,000	0,005	0,001	0,316	0,115	0,000	0,000	0,068	0,002
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,179		0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,816	0,000	0,000	0,002	0,000
160/2/L {8}	0,000	0,173	0,469	0,000	0,000	0,000	0,000		0,329	0,000	0,000	0,000	0,000	0,228	0,043	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,000	0,698	0,801	0,001	0,001	0,000	0,000	0,329		0,001	0,005	0,000	0,000	0,818	0,293	0,000	0,003
160/6/L {10}	0,000	0,004	0,000	0,980	0,849	0,005	0,000	0,000	0,001		0,645	0,073	0,000	0,002	0,027	0,333	0,803
200/2/L {11}	0,000	0,016	0,002	0,664	0,516	0,001	0,000	0,000	0,005	0,645		0,025	0,000	0,010	0,079	0,154	0,834
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,000	0,069	0,109	0,316	0,019	0,000	0,000	0,073	0,025		0,010	0,000	0,000	0,409	0,041
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,115	0,816	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010		0,000	0,000	0,001	0,000
160/2/R {14}	0,000	0,875	0,630	0,003	0,001	0,000	0,000	0,228	0,818	0,002	0,010	0,000	0,000		0,411	0,000	0,005
160/4/R {15}	0,000	0,506	0,193	0,029	0,016	0,000	0,000	0,043	0,293	0,027	0,079	0,000	0,000	0,411		0,002	0,049
160/6/R {16}	0,000	0,000	0,000	0,321	0,437	0,068	0,002	0,000	0,000	0,333	0,154	0,409	0,001	0,000	0,002		0,224
200/2/R {17}	0,000	0,009	0,001	0,823	0,660	0,002	0,000	0,000	0,003	0,803	0,834	0,041	0,000	0,005	0,049	0,224	
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,000	0,035	0,057	0,482	0,041	0,000	0,000	0,037	0,011	0,764	0,023	0,000	0,000	0,260	0,020
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,400	0,616	0,000	0,000	0,000	0,000	0,066	0,462	0,000	0,000	0,008	0,000

XXVI. Melléklet A sugárirányú dagadási együtthatók varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Dagadási együttható sugár)																		
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,247	0,000	0,000	0,167	0,451	0,000	0,000	0,000	0,012	0,026	0,000	0,004	0,000	0,002	0,003	0,022	0,024	0,003
160/2/N {2}	0,247		0,000	0,010	0,823	0,685	0,007	0,003	0,001	0,171	0,285	0,005	0,078	0,001	0,059	0,062	0,258	0,267	0,075
160/4/N {3}	0,000	0,000		0,061	0,000	0,000	0,078	0,146	0,312	0,002	0,001	0,105	0,007	0,229	0,010	0,010	0,001	0,001	0,007
160/6/N {4}	0,000	0,010	0,061		0,018	0,003	0,907	0,670	0,386	0,221	0,128	0,799	0,405	0,498	0,484	0,469	0,144	0,138	0,418
200/2/N {5}	0,167	0,823	0,000	0,018		0,529	0,013	0,005	0,001	0,252	0,397	0,009	0,124	0,002	0,095	0,100	0,364	0,375	0,119
200/4/N {6}	0,451	0,685	0,000	0,003	0,529		0,002	0,001	0,000	0,076	0,141	0,001	0,031	0,000	0,022	0,023	0,125	0,130	0,029
200/6/N {7}	0,000	0,007	0,078	0,907	0,013	0,002		0,758	0,453	0,180	0,101	0,891	0,343	0,575	0,414	0,400	0,115	0,110	0,354
160/2/L {8}	0,000	0,003	0,146	0,670	0,005	0,001	0,758		0,658	0,099	0,052	0,864	0,209	0,801	0,260	0,251	0,060	0,057	0,217
160/4/L {9}	0,000	0,001	0,312	0,386	0,001	0,000	0,453	0,658		0,037	0,017	0,540	0,090	0,849	0,117	0,112	0,020	0,019	0,094
160/6/L {10}	0,012	0,171	0,002	0,221	0,252	0,076	0,180	0,099	0,037		0,764	0,140	0,695	0,058	0,600	0,617	0,812	0,795	0,679
200/2/L {11}	0,026	0,285	0,001	0,128	0,397	0,141	0,101	0,052	0,017	0,764		0,076	0,489	0,028	0,410	0,423	0,950	0,968	0,475
200/4/L {12}	0,000	0,005	0,105	0,799	0,009	0,001	0,891	0,864	0,540	0,140	0,076		0,277	0,672	0,340	0,328	0,087	0,083	0,287
200/6/L {13}	0,004	0,078	0,007	0,405	0,124	0,031	0,343	0,209	0,090	0,695	0,489	0,277		0,132	0,895	0,914	0,529	0,514	0,983
160/2/R {14}	0,000	0,001	0,229	0,498	0,002	0,000	0,575	0,801	0,849	0,058	0,028	0,672	0,132		0,169	0,162	0,033	0,031	0,137
160/4/R {15}	0,002	0,059	0,010	0,484	0,095	0,022	0,414	0,260	0,117	0,600	0,410	0,340	0,895	0,169		0,981	0,446	0,433	0,912
160/6/R {16}	0,003	0,062	0,010	0,469	0,100	0,023	0,400	0,251	0,112	0,617	0,423	0,328	0,914	0,162	0,981		0,460	0,447	0,931
200/2/R {17}	0,022	0,258	0,001	0,144	0,364	0,125	0,115	0,060	0,020	0,812	0,950	0,087	0,529	0,033	0,446	0,460		0,982	0,514
200/4/R {18}	0,024	0,267	0,001	0,138	0,375	0,130	0,110	0,057	0,019	0,795	0,968	0,083	0,514	0,031	0,433	0,447	0,982		0,500
200/6/R {19}	0,003	0,075	0,007	0,418	0,119	0,029	0,354	0,217	0,094	0,679	0,475	0,287	0,983	0,137	0,912	0,931	0,514	0,500	

XXVII. Melléklet A dagadási anizotrópia vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (Anizotrópia)																		
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,150	0,001	0,001	0,011	0,023	0,092	0,009	0,004	0,003	0,002	0,005	0,121	0,051	0,025	0,014	0,005	0,010	0,094
160/2/N {2}	0,150		0,054	0,056	0,272	0,401	0,805	0,242	0,147	0,114	0,110	0,166	0,912	0,605	0,423	0,308	0,170	0,250	0,814
160/4/N {3}	0,001	0,054		0,991	0,407	0,277	0,093	0,449	0,635	0,731	0,744	0,587	0,070	0,159	0,260	0,364	0,580	0,437	0,091
160/6/N {4}	0,001	0,056	0,991		0,414	0,282	0,095	0,456	0,643	0,740	0,753	0,595	0,072	0,162	0,265	0,370	0,588	0,443	0,093
200/2/N {5}	0,011	0,272	0,407	0,414		0,796	0,394	0,943	0,723	0,627	0,615	0,775	0,323	0,560	0,767	0,938	0,783	0,959	0,388
200/4/N {6}	0,023	0,401	0,277	0,282	0,796		0,553	0,741	0,540	0,457	0,447	0,586	0,466	0,746	0,969	0,857	0,593	0,757	0,545
200/6/N {7}	0,092	0,805	0,093	0,095	0,394	0,553		0,356	0,228	0,181	0,176	0,255	0,892	0,787	0,579	0,439	0,260	0,366	0,991
160/2/L {8}	0,009	0,242	0,449	0,456	0,943	0,741	0,356		0,778	0,679	0,666	0,830	0,289	0,513	0,712	0,881	0,838	0,983	0,350
160/4/L {9}	0,004	0,147	0,635	0,643	0,723	0,540	0,228	0,778		0,896	0,882	0,946	0,180	0,349	0,515	0,665	0,937	0,762	0,224
160/6/L {10}	0,003	0,114	0,731	0,740	0,627	0,457	0,181	0,679	0,896		0,986	0,842	0,141	0,286	0,434	0,573	0,834	0,664	0,178
200/2/L {11}	0,002	0,110	0,744	0,753	0,615	0,447	0,176	0,666	0,882	0,986		0,829	0,137	0,278	0,424	0,561	0,820	0,651	0,172
200/4/L {12}	0,005	0,166	0,587	0,595	0,775	0,586	0,255	0,830	0,946	0,842	0,829		0,203	0,385	0,560	0,715	0,991	0,814	0,251
200/6/L {13}	0,121	0,912	0,070	0,072	0,323	0,466	0,892	0,289	0,180	0,141	0,137	0,203		0,685	0,490	0,363	0,207	0,299	0,901
160/2/R {14}	0,051	0,605	0,159	0,162	0,560	0,746	0,787	0,513	0,349	0,286	0,278	0,385	0,685		0,775	0,614	0,391	0,526	0,779
160/4/R {15}	0,025	0,423	0,260	0,265	0,767	0,969	0,579	0,712	0,515	0,434	0,424	0,560	0,490	0,775		0,827	0,567	0,728	0,571
160/6/R {16}	0,014	0,308	0,364	0,370	0,938	0,857	0,439	0,881	0,665	0,573	0,561	0,715	0,363	0,614	0,827		0,723	0,897	0,433
200/2/R {17}	0,005	0,170	0,580	0,588	0,783	0,593	0,260	0,838	0,937	0,834	0,820	0,991	0,207	0,391	0,567	0,723		0,822	0,255
200/4/R {18}	0,010	0,250	0,437	0,443	0,959	0,757	0,366	0,983	0,762	0,664	0,651	0,814	0,299	0,526	0,728	0,897	0,822		0,361
200/6/R {19}	0,094	0,814	0,091	0,093	0,388	0,545	0,991	0,350	0,224	0,178	0,172	0,251	0,901	0,779	0,571	0,433	0,255	0,361	

XXVIII. Melléklet Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=20%)

Kezelés	LSD Test; Variable: 20% (Egyensúlyi nedvesség) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,0		0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,010	0,002	0,005	0,000	0,000	0,000	0,054	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,0	0,000		0,655	0,252	0,021	0,000	0,048	0,130	0,087	0,178	0,001	0,000	0,009	0,568	0,006	0,889	0,006	0,000
160/6/N {4}	0,0	0,000	0,655		0,484	0,006	0,000	0,125	0,285	0,205	0,073	0,000	0,000	0,029	0,901	0,002	0,758	0,001	0,000
200/2/N {5}	0,0	0,001	0,252	0,484		0,001	0,000	0,403	0,711	0,569	0,013	0,000	0,000	0,138	0,565	0,000	0,314	0,000	0,000
200/4/N {6}	0,0	0,000	0,021	0,006	0,001		0,060	0,000	0,000	0,000	0,337	0,291	0,014	0,000	0,004	0,664	0,015	0,657	0,000
200/6/N {7}	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060		0,000	0,000	0,000	0,005	0,407	0,567	0,000	0,000	0,148	0,000	0,150	0,082
160/2/L {8}	0,0	0,010	0,048	0,125	0,403	0,000	0,000		0,641	0,789	0,001	0,000	0,000	0,517	0,158	0,000	0,066	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,0	0,002	0,130	0,285	0,711	0,000	0,000	0,641		0,842	0,004	0,000	0,000	0,266	0,345	0,000	0,169	0,000	0,000
160/6/L {10}	0,0	0,005	0,087	0,205	0,569	0,000	0,000	0,789	0,842		0,002	0,000	0,000	0,361	0,253	0,000	0,115	0,000	0,000
200/2/L {11}	0,0	0,000	0,178	0,073	0,013	0,337	0,005	0,001	0,004	0,002		0,044	0,001	0,000	0,055	0,164	0,137	0,161	0,000
200/4/L {12}	0,0	0,000	0,001	0,000	0,000	0,291	0,407	0,000	0,000	0,000	0,044		0,162	0,000	0,000	0,535	0,001	0,540	0,011
200/6/L {13}	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,567	0,000	0,000	0,000	0,001	0,162		0,000	0,000	0,044	0,000	0,045	0,243
160/2/R {14}	0,0	0,054	0,009	0,029	0,138	0,000	0,000	0,517	0,266	0,361	0,000	0,000	0,000		0,040	0,000	0,013	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,0	0,000	0,568	0,901	0,565	0,004	0,000	0,158	0,345	0,253	0,055	0,000	0,000	0,040		0,001	0,665	0,001	0,000
160/6/R {16}	0,0	0,000	0,006	0,002	0,000	0,664	0,148	0,000	0,000	0,000	0,164	0,535	0,044	0,000	0,001		0,004	0,993	0,002
200/2/R {17}	0,0	0,000	0,889	0,758	0,314	0,015	0,000	0,066	0,169	0,115	0,137	0,001	0,000	0,013	0,665	0,004		0,004	0,000
200/4/R {18}	0,0	0,000	0,006	0,001	0,000	0,657	0,150	0,000	0,000	0,000	0,161	0,540	0,045	0,000	0,001	0,993	0,004		0,002
200/6/R {19}	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,082	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,243	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	

XXVIX. Melléklet Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=40%)

Kezelés	LSD Test; Variable: 40% (Egyensúlyi nedvesség) Marked differences are significant at p < ,05000																			
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}	
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,228	0,664	0,002	0,000	0,960	0,074	0,559	0,026	0,003	0,000	0,010	0,578	0,007	0,589	0,004	0,001	
160/6/N {4}	0	0,000	0,228		0,440	0,000	0,000	0,209	0,003	0,074	0,001	0,000	0,000	0,169	0,516	0,000	0,506	0,000	0,000	
200/2/N {5}	0	0,000	0,664	0,440		0,000	0,000	0,628	0,027	0,309	0,008	0,001	0,000	0,032	0,902	0,002	0,915	0,001	0,000	
200/4/N {6}	0	0,000	0,002	0,000	0,000		0,111	0,002	0,183	0,011	0,372	0,873	0,004	0,000	0,000	0,690	0,000	0,843	0,759	
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,111		0,000	0,004	0,000	0,013	0,080	0,196	0,000	0,000	0,047	0,000	0,073	0,198	
160/2/L {8}	0	0,000	0,960	0,209	0,628	0,002	0,000		0,082	0,593	0,030	0,004	0,000	0,009	0,544	0,008	0,555	0,004	0,001	
160/4/L {9}	0	0,000	0,074	0,003	0,027	0,183	0,004	0,082		0,228	0,660	0,241	0,000	0,000	0,019	0,351	0,020	0,257	0,102	
160/6/L {10}	0	0,000	0,559	0,074	0,309	0,011	0,000	0,593	0,228		0,100	0,018	0,000	0,002	0,254	0,033	0,261	0,020	0,005	
200/2/L {11}	0	0,000	0,026	0,001	0,008	0,372	0,013	0,030	0,660	0,100		0,464	0,000	0,000	0,006	0,621	0,006	0,487	0,231	
200/4/L {12}	0	0,000	0,003	0,000	0,001	0,873	0,080	0,004	0,241	0,018	0,464		0,002	0,000	0,000	0,811	0,001	0,969	0,641	
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,196	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002		0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,010	
160/2/R {14}	0	0,030	0,010	0,169	0,032	0,000	0,000	0,009	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000		0,043	0,000	0,042	0,000	0,000	
160/4/R {15}	0	0,000	0,578	0,516	0,902	0,000	0,000	0,544	0,019	0,254	0,006	0,000	0,000	0,043		0,001	0,987	0,001	0,000	
160/6/R {16}	0	0,000	0,007	0,000	0,002	0,690	0,047	0,008	0,351	0,033	0,621	0,811	0,001	0,000	0,001		0,001	0,841	0,480	
200/2/R {17}	0	0,000	0,589	0,506	0,915	0,000	0,000	0,555	0,020	0,261	0,006	0,001	0,000	0,042	0,987	0,001		0,001	0,000	
200/4/R {18}	0	0,000	0,004	0,000	0,001	0,843	0,073	0,004	0,257	0,020	0,487	0,969	0,002	0,000	0,001	0,841	0,001		0,613	
200/6/R {19}	0	0,000	0,001	0,000	0,000	0,759	0,198	0,001	0,102	0,005	0,231	0,641	0,010	0,000	0,000	0,480	0,000	0,613		

XXX. Melléklet Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%)

Kezelés	LSD Test; Variable: 65% (Egyensúlyi nedvesség) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,012	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,082	0,001	0,000	0,036	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,891	0,049	0,069	0,000	0,061	0,214	0,409	0,924	0,011	0,000	0,008	0,244	0,017	0,023	0,066	0,000
160/6/N {4}	0	0,000	0,891		0,067	0,051	0,000	0,083	0,269	0,490	0,967	0,007	0,000	0,013	0,304	0,012	0,032	0,048	0,000
200/2/N {5}	0	0,016	0,049	0,067		0,000	0,000	0,920	0,465	0,251	0,061	0,000	0,000	0,503	0,418	0,000	0,756	0,000	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,069	0,051	0,000		0,030	0,000	0,002	0,008	0,056	0,464	0,002	0,000	0,003	0,567	0,000	0,982	0,003
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,030		0,000	0,000	0,000	0,000	0,149	0,368	0,000	0,000	0,109	0,000	0,031	0,391
160/2/L {8}	0	0,012	0,061	0,083	0,920	0,000	0,000		0,528	0,295	0,076	0,000	0,000	0,441	0,478	0,000	0,681	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,002	0,214	0,269	0,465	0,002	0,000	0,528		0,677	0,251	0,000	0,000	0,162	0,937	0,000	0,298	0,002	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,409	0,490	0,251	0,008	0,000	0,295	0,677		0,464	0,001	0,000	0,070	0,735	0,001	0,145	0,008	0,000
200/2/L {11}	0	0,000	0,924	0,967	0,061	0,056	0,000	0,076	0,251	0,464		0,008	0,000	0,011	0,285	0,013	0,029	0,053	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,011	0,007	0,000	0,464	0,149	0,000	0,000	0,001	0,008		0,019	0,000	0,000	0,872	0,000	0,477	0,022
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,368	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019		0,000	0,000	0,012	0,000	0,002	0,966
160/2/R {14}	0	0,082	0,008	0,013	0,503	0,000	0,000	0,441	0,162	0,070	0,011	0,000	0,000		0,140	0,000	0,720	0,000	0,000
160/4/R {15}	0	0,001	0,244	0,304	0,418	0,003	0,000	0,478	0,937	0,735	0,285	0,000	0,000	0,140		0,000	0,263	0,003	0,000
160/6/R {16}	0	0,000	0,017	0,012	0,000	0,567	0,109	0,000	0,000	0,001	0,013	0,872	0,012	0,000	0,000		0,000	0,582	0,014
200/2/R {17}	0	0,036	0,023	0,032	0,756	0,000	0,000	0,681	0,298	0,145	0,029	0,000	0,000	0,720	0,263	0,000		0,000	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,066	0,048	0,000	0,982	0,031	0,000	0,002	0,008	0,053	0,477	0,002	0,000	0,003	0,582	0,000		0,003
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,391	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,966	0,000	0,000	0,014	0,000	0,003	

XXXI. Melléklet Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=80%)

Kezelés	LSD Test; Variable: 80% (Egyensúlyi nedvesség) Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,001	0,333	0,000	0,000	0,463	0,262	0,258	0,650	0,011	0,000	0,224	0,016	0,000	0,977	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,611	0,005	0,596	0,012	0,002	0,007	0,007	0,001	0,203	0,074	0,010	0,162	0,070	0,000	0,911	0,006
160/6/N {4}	0	0,001	0,611		0,019	0,300	0,003	0,010	0,029	0,030	0,004	0,444	0,022	0,037	0,373	0,021	0,001	0,692	0,001
200/2/N {5}	0	0,333	0,005	0,019		0,001	0,000	0,814	0,878	0,870	0,606	0,115	0,000	0,804	0,147	0,000	0,318	0,006	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,596	0,300	0,001		0,047	0,000	0,001	0,001	0,000	0,072	0,207	0,002	0,054	0,199	0,000	0,521	0,027
200/6/N {7}	0	0,000	0,012	0,003	0,000	0,047		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,465	0,000	0,000	0,478	0,000	0,009	0,818
160/2/L {8}	0	0,463	0,002	0,010	0,814	0,000	0,000		0,697	0,689	0,779	0,070	0,000	0,628	0,092	0,000	0,446	0,003	0,000
160/4/L {9}	0	0,262	0,007	0,029	0,878	0,001	0,000	0,697		0,992	0,503	0,154	0,000	0,924	0,194	0,000	0,250	0,010	0,000
160/6/L {10}	0	0,258	0,007	0,030	0,870	0,001	0,000	0,689	0,992		0,497	0,157	0,000	0,932	0,198	0,000	0,246	0,010	0,000
200/2/L {11}	0	0,650	0,001	0,004	0,606	0,000	0,000	0,779	0,503	0,497		0,037	0,000	0,445	0,049	0,000	0,629	0,001	0,000
200/4/L {12}	0	0,011	0,203	0,444	0,115	0,072	0,000	0,070	0,154	0,157	0,037		0,002	0,184	0,900	0,002	0,010	0,245	0,000
200/6/L {13}	0	0,000	0,074	0,022	0,000	0,207	0,465	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002		0,000	0,002	0,983	0,000	0,057	0,337
160/2/R {14}	0	0,224	0,010	0,037	0,804	0,002	0,000	0,628	0,924	0,932	0,445	0,184	0,000		0,229	0,000	0,213	0,013	0,000
160/4/R {15}	0	0,016	0,162	0,373	0,147	0,054	0,000	0,092	0,194	0,198	0,049	0,900	0,002	0,229		0,001	0,015	0,198	0,000
160/6/R {16}	0	0,000	0,070	0,021	0,000	0,199	0,478	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,983	0,000	0,001		0,000	0,055	0,348
200/2/R {17}	0	0,977	0,000	0,001	0,318	0,000	0,000	0,446	0,250	0,246	0,629	0,010	0,000	0,213	0,015	0,000		0,000	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,911	0,692	0,006	0,521	0,009	0,003	0,010	0,010	0,001	0,245	0,057	0,013	0,198	0,055	0,000		0,004
200/6/R {19}	0	0,000	0,006	0,001	0,000	0,027	0,818	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,337	0,000	0,000	0,348	0,000	0,004	

XXXII. Melléklet Az egyensúlyi nedvességtartalom értékek varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=95%)

Kezelés	LSD Test; Variable: 95% (Egyensúlyi nedvesség) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,002	0,006	0,590	0,003	0,000	0,181	0,077	0,065	0,232	0,006	0,000	0,123	0,048	0,000	0,684	0,032	0,000
160/4/N {3}	0	0,002		0,771	0,012	0,982	0,179	0,087	0,201	0,230	0,064	0,785	0,077	0,132	0,284	0,220	0,001	0,367	0,147
160/6/N {4}	0	0,006	0,771		0,027	0,789	0,103	0,155	0,322	0,362	0,118	0,986	0,039	0,223	0,434	0,129	0,002	0,541	0,082
200/2/N {5}	0	0,590	0,012	0,027		0,013	0,000	0,423	0,218	0,190	0,511	0,026	0,000	0,316	0,150	0,000	0,344	0,108	0,000
200/4/N {6}	0	0,003	0,982	0,789	0,013		0,172	0,092	0,209	0,239	0,067	0,803	0,073	0,138	0,294	0,211	0,001	0,380	0,141
200/6/N {7}	0	0,000	0,179	0,103	0,000	0,172		0,002	0,009	0,011	0,001	0,106	0,668	0,005	0,016	0,907	0,000	0,025	0,915
160/2/L {8}	0	0,181	0,087	0,155	0,423	0,092	0,002		0,665	0,610	0,886	0,150	0,001	0,839	0,522	0,003	0,081	0,417	0,002
160/4/L {9}	0	0,077	0,201	0,322	0,218	0,209	0,009	0,665		0,938	0,564	0,314	0,002	0,818	0,835	0,012	0,030	0,705	0,007
160/6/L {10}	0	0,065	0,230	0,362	0,190	0,239	0,011	0,610	0,938		0,513	0,353	0,003	0,758	0,897	0,015	0,024	0,764	0,008
200/2/L {11}	0	0,232	0,064	0,118	0,511	0,067	0,001	0,886	0,564	0,513		0,114	0,000	0,729	0,433	0,002	0,109	0,340	0,001
200/4/L {12}	0	0,006	0,785	0,986	0,026	0,803	0,106	0,150	0,314	0,353	0,114		0,041	0,216	0,424	0,134	0,002	0,529	0,085
200/6/L {13}	0	0,000	0,077	0,039	0,000	0,073	0,668	0,001	0,002	0,003	0,000	0,041		0,001	0,005	0,585	0,000	0,008	0,747
160/2/R {14}	0	0,123	0,132	0,223	0,316	0,138	0,005	0,839	0,818	0,758	0,729	0,216	0,001		0,662	0,006	0,052	0,543	0,003
160/4/R {15}	0	0,048	0,284	0,434	0,150	0,294	0,016	0,522	0,835	0,897	0,433	0,424	0,005	0,662		0,022	0,017	0,864	0,012
160/6/R {16}	0	0,000	0,220	0,129	0,000	0,211	0,907	0,003	0,012	0,015	0,002	0,134	0,585	0,006	0,022		0,000	0,034	0,822
200/2/R {17}	0	0,684	0,001	0,002	0,344	0,001	0,000	0,081	0,030	0,024	0,109	0,002	0,000	0,052	0,017	0,000		0,011	0,000
200/4/R {18}	0	0,032	0,367	0,541	0,108	0,380	0,025	0,417	0,705	0,764	0,340	0,529	0,008	0,543	0,864	0,034	0,011		0,019
200/6/R {19}	0	0,000	0,147	0,082	0,000	0,141	0,915	0,002	0,007	0,008	0,001	0,085	0,747	0,003	0,012	0,822	0,000	0,019	

XXXIII. Melléklet A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%; t=4h)

Kezelés	LSD Test; Variable: 4h (Nedvességfelvétel sebessége) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,176	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,176		0,000	0,000	0,353	0,018	0,000	0,001	0,030	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,000	0,000		0,046	0,002	0,098	0,059	0,501	0,065	0,064	0,595	0,001	0,003	0,000	0,007	0,000	0,229	0,291	0,663
160/6/N {4}	0,000	0,000	0,046		0,000	0,000	0,915	0,008	0,000	0,000	0,142	0,230	0,342	0,024	0,487	0,047	0,425	0,345	0,118
200/2/N {5}	0,023	0,353	0,002	0,000		0,149	0,000	0,015	0,210	0,211	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
200/4/N {6}	0,000	0,018	0,098	0,000	0,149		0,000	0,324	0,847	0,845	0,029	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,007	0,037
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,059	0,915	0,000	0,000		0,011	0,000	0,000	0,174	0,191	0,291	0,018	0,423	0,036	0,489	0,402	0,145
160/2/L {8}	0,000	0,001	0,501	0,008	0,015	0,324	0,011		0,239	0,238	0,229	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,061	0,084	0,268
160/4/L {9}	0,000	0,030	0,065	0,000	0,210	0,847	0,000	0,239		0,998	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,023
160/6/L {10}	0,000	0,030	0,064	0,000	0,211	0,845	0,000	0,238	0,998		0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,023
200/2/L {11}	0,000	0,000	0,595	0,142	0,000	0,029	0,174	0,229	0,018	0,017		0,008	0,016	0,000	0,031	0,001	0,502	0,600	0,923
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,001	0,230	0,000	0,000	0,191	0,000	0,000	0,000	0,008		0,802	0,291	0,612	0,428	0,046	0,032	0,006
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,003	0,342	0,000	0,000	0,291	0,000	0,000	0,000	0,016	0,802		0,192	0,798	0,297	0,081	0,059	0,012
160/2/R {14}	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000	0,291	0,192		0,118	0,793	0,002	0,001	0,000
160/4/R {15}	0,000	0,000	0,007	0,487	0,000	0,000	0,423	0,001	0,000	0,000	0,031	0,612	0,798	0,118		0,194	0,136	0,102	0,024
160/6/R {16}	0,000	0,000	0,000	0,047	0,000	0,000	0,036	0,000	0,000	0,000	0,001	0,428	0,297	0,793	0,194		0,005	0,003	0,000
200/2/R {17}	0,000	0,000	0,229	0,425	0,000	0,004	0,489	0,061	0,002	0,002	0,502	0,046	0,081	0,002	0,136	0,005		0,884	0,443
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,291	0,345	0,000	0,007	0,402	0,084	0,004	0,004	0,600	0,032	0,059	0,001	0,102	0,003	0,884		0,534
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,663	0,118	0,000	0,037	0,145	0,268	0,023	0,023	0,923	0,006	0,012	0,000	0,024	0,000	0,443	0,534	

XXXIV. Melléklet A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%; t=8h)

Kezelés	LSD Test; Variable: 8h (Nedvességfelvétel sebessége) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,000		0,003	0,000	0,423	0,000	0,000	0,000	0,003	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,000	0,003		0,007	0,030	0,322	0,000	0,225	0,995	0,505	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,007	0,004
160/6/N {4}	0,000	0,000	0,007		0,000	0,089	0,144	0,140	0,007	0,001	0,907	0,003	0,003	0,013	0,181	0,000	0,871	0,999	0,815
200/2/N {5}	0,000	0,423	0,030	0,000		0,002	0,000	0,001	0,031	0,133	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,322	0,089	0,002		0,002	0,822	0,319	0,098	0,114	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,124	0,089	0,053
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,144	0,000	0,002		0,003	0,000	0,000	0,115	0,129	0,119	0,302	0,901	0,034	0,105	0,145	0,220
160/2/L {8}	0,000	0,000	0,225	0,140	0,001	0,822	0,003		0,222	0,060	0,174	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,189	0,140	0,088
160/4/L {9}	0,000	0,003	0,995	0,007	0,031	0,319	0,000	0,222		0,509	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,007	0,004
160/6/L {10}	0,000	0,022	0,505	0,001	0,133	0,098	0,000	0,060	0,509		0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
200/2/L {11}	0,000	0,000	0,010	0,907	0,000	0,114	0,115	0,174	0,010	0,001		0,002	0,002	0,009	0,146	0,000	0,964	0,905	0,725
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,129	0,000	0,000	0,000	0,002		0,968	0,626	0,101	0,541	0,002	0,003	0,006
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,119	0,000	0,000	0,000	0,002	0,968		0,598	0,093	0,568	0,002	0,003	0,006
160/2/R {14}	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,302	0,000	0,000	0,000	0,009	0,626	0,598		0,247	0,272	0,008	0,013	0,024
160/4/R {15}	0,000	0,000	0,000	0,181	0,000	0,003	0,901	0,005	0,000	0,000	0,146	0,101	0,093	0,247		0,025	0,134	0,182	0,270
160/6/R {16}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,541	0,568	0,272	0,025		0,000	0,000	0,001
200/2/R {17}	0,000	0,000	0,012	0,871	0,000	0,124	0,105	0,189	0,012	0,001	0,964	0,002	0,002	0,008	0,134	0,000		0,870	0,692
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,007	0,999	0,000	0,089	0,145	0,140	0,007	0,001	0,905	0,003	0,003	0,013	0,182	0,000	0,870		0,816
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,004	0,815	0,000	0,053	0,220	0,088	0,004	0,000	0,725	0,006	0,006	0,024	0,270	0,001	0,692	0,816	

XXXV. Melléklet A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%; t=24h)

Kezelés	LSD Test; Variable: 24h (Nedvességfelvétel sebessége)																		
	Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,005	0,118	0,027	0,000	0,288	0,353	0,635	0,102	0,000	0,000	0,000	0,043	0,000	0,012	0,002	0,000
160/6/N {4}	0	0,000	0,005		0,000	0,558	0,000	0,000	0,000	0,020	0,242	0,000	0,000	0,147	0,439	0,000	0,769	0,753	0,012
200/2/N {5}	0	0,003	0,118	0,000		0,000	0,000	0,614	0,524	0,042	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,027	0,558	0,000		0,000	0,001	0,002	0,081	0,558	0,000	0,000	0,042	0,851	0,000	0,770	0,368	0,002
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,249	0,833	0,000	0,000	0,294	0,000	0,000	0,004
160/2/L {8}	0	0,000	0,288	0,000	0,614	0,001	0,000		0,895	0,125	0,007	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,000	0,353	0,000	0,524	0,002	0,000	0,895		0,160	0,011	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,000	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,635	0,020	0,042	0,081	0,000	0,125	0,160		0,246	0,000	0,000	0,000	0,120	0,000	0,042	0,008	0,000
200/2/L {11}	0	0,000	0,102	0,242	0,001	0,558	0,000	0,007	0,011	0,246		0,000	0,000	0,009	0,691	0,000	0,380	0,138	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000		0,173	0,005	0,000	0,916	0,000	0,000	0,084
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,833	0,000	0,000	0,000	0,000	0,173		0,000	0,000	0,208	0,000	0,000	0,002
160/2/R {14}	0	0,000	0,000	0,147	0,000	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,005	0,000		0,026	0,004	0,081	0,256	0,286
160/4/R {15}	0	0,000	0,043	0,439	0,000	0,851	0,000	0,002	0,003	0,120	0,691	0,000	0,000	0,026		0,000	0,631	0,276	0,001
160/6/R {16}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,294	0,000	0,000	0,000	0,000	0,916	0,208	0,004	0,000		0,000	0,000	0,067
200/2/R {17}	0	0,000	0,012	0,769	0,000	0,770	0,000	0,000	0,001	0,042	0,380	0,000	0,000	0,081	0,631	0,000		0,543	0,005
200/4/R {18}	0	0,000	0,002	0,753	0,000	0,368	0,000	0,000	0,000	0,008	0,138	0,000	0,000	0,256	0,276	0,000	0,543		0,028
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,012	0,000	0,002	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,084	0,002	0,286	0,001	0,067	0,005	0,028	

XXXVI. Melléklet A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%; t=48h)

Kezelés	LSD Test; Variable: 48h (Nedvességfelvétel sebessége)																		
	Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,026	0,107	0,020	0,000	0,030	0,319	0,253	0,700	0,000	0,000	0,888	0,225	0,001	0,587	0,001	0,000
160/6/N {4}	0	0,000	0,026		0,000	0,922	0,000	0,000	0,001	0,275	0,009	0,000	0,000	0,037	0,001	0,308	0,091	0,219	0,000
200/2/N {5}	0	0,000	0,107	0,000		0,000	0,000	0,572	0,536	0,006	0,219	0,000	0,000	0,080	0,688	0,000	0,031	0,000	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,020	0,922	0,000		0,000	0,000	0,001	0,235	0,007	0,000	0,000	0,029	0,000	0,356	0,074	0,258	0,000
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,363	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022
160/2/L {8}	0	0,000	0,030	0,000	0,572	0,000	0,000		0,237	0,001	0,073	0,000	0,000	0,021	0,334	0,000	0,007	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,000	0,319	0,001	0,536	0,001	0,000	0,237		0,033	0,542	0,000	0,000	0,256	0,828	0,000	0,124	0,000	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,253	0,275	0,006	0,235	0,000	0,001	0,033		0,127	0,000	0,000	0,316	0,019	0,035	0,547	0,021	0,000
200/2/L {11}	0	0,000	0,700	0,009	0,219	0,007	0,000	0,073	0,542	0,127		0,000	0,000	0,598	0,408	0,000	0,353	0,000	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,000	0,000	0,000	0,000		0,173	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,987
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,363	0,000	0,000	0,000	0,000	0,173		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,168
160/2/R {14}	0	0,000	0,888	0,037	0,080	0,029	0,000	0,021	0,256	0,316	0,598	0,000	0,000		0,176	0,002	0,688	0,001	0,000
160/4/R {15}	0	0,000	0,225	0,001	0,688	0,000	0,000	0,334	0,828	0,019	0,408	0,000	0,000	0,176		0,000	0,080	0,000	0,000
160/6/R {16}	0	0,000	0,001	0,308	0,000	0,356	0,000	0,000	0,000	0,035	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000		0,007	0,833	0,000
200/2/R {17}	0	0,000	0,587	0,091	0,031	0,074	0,000	0,007	0,124	0,547	0,353	0,000	0,000	0,688	0,080	0,007		0,004	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,001	0,219	0,000	0,258	0,000	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,833	0,004		0,000
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000	0,987	0,168	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

XXXVII. Melléklet A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%; t=72h)

Kezelés	LSD Test; Variable: 72h (Nedvességfelvétel sebessége)																		
	Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,056	0,141	0,038	0,000	0,002	0,068	0,888	0,348	0,000	0,000	0,345	0,011	0,007	0,505	0,002	0,000
160/6/N {4}	0	0,000	0,056		0,001	0,872	0,000	0,000	0,000	0,040	0,005	0,000	0,000	0,004	0,000	0,428	0,010	0,243	0,000
200/2/N {5}	0	0,000	0,141	0,001		0,000	0,000	0,088	0,721	0,183	0,593	0,000	0,000	0,597	0,274	0,000	0,420	0,000	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,038	0,872	0,000		0,000	0,000	0,000	0,027	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000	0,528	0,006	0,314	0,000
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,245	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
160/2/L {8}	0	0,000	0,002	0,000	0,088	0,000	0,000		0,177	0,003	0,025	0,000	0,000	0,026	0,539	0,000	0,012	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,000	0,068	0,000	0,721	0,000	0,000	0,177		0,092	0,373	0,000	0,000	0,376	0,461	0,000	0,245	0,000	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,888	0,040	0,183	0,027	0,000	0,003	0,092		0,425	0,000	0,000	0,421	0,016	0,005	0,599	0,001	0,000
200/2/L {11}	0	0,000	0,348	0,005	0,593	0,003	0,000	0,025	0,373	0,425		0,000	0,000	0,995	0,104	0,000	0,786	0,000	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000		0,130	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,453
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,245	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024
160/2/R {14}	0	0,000	0,345	0,004	0,597	0,003	0,000	0,026	0,376	0,421	0,995	0,000	0,000		0,105	0,000	0,781	0,000	0,000
160/4/R {15}	0	0,000	0,011	0,000	0,274	0,000	0,000	0,539	0,461	0,016	0,104	0,000	0,000	0,105		0,000	0,058	0,000	0,000
160/6/R {16}	0	0,000	0,007	0,428	0,000	0,528	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,001	0,707	0,000
200/2/R {17}	0	0,000	0,505	0,010	0,420	0,006	0,000	0,012	0,245	0,599	0,786	0,000	0,000	0,781	0,058	0,001		0,000	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,002	0,243	0,000	0,314	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,707	0,000		0,000
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,453	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

XXXVIII. Melléklet A párafelvételi sebesség vizsgálat varianciaanalízisének eredménytáblája (T=20°C; φ=65%; t=172h)

Kezelés	LSD Test; Variable: 172h (Nedvességfelvétel sebessége)																		
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,110	0,024	0,242	0,000	0,000	0,045	0,887	0,096	0,000	0,000	0,078	0,002	0,028	0,193	0,003	0,000
160/6/N {4}	0	0,000	0,110		0,000	0,667	0,000	0,000	0,000	0,082	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,545	0,004	0,162	0,000
200/2/N {5}	0	0,000	0,024	0,000		0,001	0,000	0,079	0,805	0,035	0,552	0,000	0,000	0,621	0,351	0,000	0,339	0,000	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,242	0,667	0,001		0,000	0,000	0,002	0,190	0,005	0,000	0,000	0,004	0,000	0,301	0,014	0,068	0,000
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,227	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012
160/2/L {8}	0	0,000	0,000	0,000	0,079	0,000	0,000		0,045	0,000	0,019	0,000	0,000	0,025	0,407	0,000	0,007	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,000	0,045	0,000	0,805	0,002	0,000	0,045		0,062	0,727	0,000	0,000	0,805	0,239	0,000	0,477	0,000	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,887	0,082	0,035	0,190	0,000	0,000	0,062		0,128	0,000	0,000	0,105	0,002	0,019	0,246	0,002	0,000
200/2/L {11}	0	0,000	0,096	0,001	0,552	0,005	0,000	0,019	0,727	0,128		0,000	0,000	0,919	0,127	0,000	0,717	0,000	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,013	0,000	0,000	0,001	0,000	0,009	0,240
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,227	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,184
160/2/R {14}	0	0,000	0,078	0,001	0,621	0,004	0,000	0,025	0,805	0,105	0,919	0,000	0,000		0,154	0,000	0,643	0,000	0,000
160/4/R {15}	0	0,000	0,002	0,000	0,351	0,000	0,000	0,407	0,239	0,002	0,127	0,000	0,000	0,154		0,000	0,059	0,000	0,000
160/6/R {16}	0	0,000	0,028	0,545	0,000	0,301	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000		0,001	0,426	0,000
200/2/R {17}	0	0,000	0,193	0,004	0,339	0,014	0,000	0,007	0,477	0,246	0,717	0,000	0,000	0,643	0,059	0,001		0,000	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,003	0,162	0,000	0,068	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,426	0,000		0,000
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,240	0,184	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

XXXIX. Melléklet A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (L* - világosság)

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (L) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,277	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,785	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,000		0,411	0,000	0,000	0,000	0,000	0,154	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,945	0,869	0,000	0,000	0,000
160/6/N {4}	0	0,000	0,411		0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,373	0,324	0,000	0,000	0,000
200/2/N {5}	0	0,000	0,000	0,000		0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,536	0,000	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,000	0,000	0,002		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,267	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,119
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,943	0,000	0,000	0,000	0,000	0,267	0,041
160/2/L {8}	0	0,277	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,004	0,154	0,025	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,175	0,208	0,000	0,000	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,005	0,045	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,003	0,000	0,000	0,000
200/2/L {11}	0	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,267	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000		0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,165	0,652
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,943	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010		0,000	0,000	0,000	0,000	0,237	0,034
160/2/R {14}	0	0,785	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,416	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/R {15}	0	0,000	0,945	0,373	0,000	0,000	0,000	0,000	0,175	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000		0,923	0,000	0,000	0,000
160/6/R {16}	0	0,000	0,869	0,324	0,000	0,000	0,000	0,000	0,208	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,923		0,000	0,000	0,000
200/2/R {17}	0	0,000	0,000	0,000	0,536	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,267	0,000	0,000	0,000	0,000	0,165	0,237	0,000	0,000	0,000	0,000		0,348
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,119	0,041	0,000	0,000	0,000	0,000	0,652	0,034	0,000	0,000	0,000	0,000	0,348	

XL. Melléklet A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (a* - vörös színezet)

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (a)																		
	Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0		0,064	0,001	0,000	0,000	0,000	0,237	0,212	0,000	0,000	0,000	0,000	0,368	0,368	0,630	0,000	0,000	0,000
160/4/N {3}	0	0,064		0,155	0,000	0,000	0,000	0,003	0,543	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,006	0,170	0,000	0,000	0,000
160/6/N {4}	0	0,001	0,155		0,000	0,000	0,005	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,025
200/2/N {5}	0	0,000	0,000	0,000		0,150	0,000	0,000	0,000	0,005	0,930	0,209	0,669	0,000	0,000	0,000	0,746	0,973	0,000
200/4/N {6}	0	0,000	0,000	0,000	0,150		0,017	0,000	0,000	0,177	0,176	0,007	0,062	0,000	0,000	0,000	0,078	0,140	0,003
200/6/N {7}	0	0,000	0,000	0,005	0,000	0,017		0,000	0,000	0,293	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,547
160/2/L {8}	0	0,237	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000		0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,777	0,777	0,096	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0	0,212	0,543	0,043	0,000	0,000	0,000	0,015		0,000	0,000	0,000	0,000	0,032	0,032	0,443	0,000	0,000	0,000
160/6/L {10}	0	0,000	0,000	0,000	0,005	0,177	0,293	0,000	0,000		0,007	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,099
200/2/L {11}	0	0,000	0,000	0,000	0,930	0,176	0,000	0,000	0,000	0,007		0,179	0,606	0,000	0,000	0,000	0,681	0,903	0,000
200/4/L {12}	0	0,000	0,000	0,000	0,209	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,179		0,407	0,000	0,000	0,000	0,351	0,222	0,000
200/6/L {13}	0	0,000	0,000	0,000	0,669	0,062	0,000	0,000	0,000	0,001	0,606	0,407		0,000	0,000	0,000	0,917	0,694	0,000
160/2/R {14}	0	0,368	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,777	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000		1,000	0,167	0,000	0,000	0,000
160/4/R {15}	0	0,368	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,777	0,032	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000		0,167	0,000	0,000	0,000
160/6/R {16}	0	0,630	0,170	0,005	0,000	0,000	0,000	0,096	0,443	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,167		0,000	0,000	0,000
200/2/R {17}	0	0,000	0,000	0,000	0,746	0,078	0,000	0,000	0,000	0,002	0,681	0,351	0,917	0,000	0,000	0,000		0,772	0,000
200/4/R {18}	0	0,000	0,000	0,000	0,973	0,140	0,000	0,000	0,000	0,005	0,903	0,222	0,694	0,000	0,000	0,000	0,772		0,000
200/6/R {19}	0	0,000	0,000	0,025	0,000	0,003	0,547	0,000	0,000	0,099	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

XLI. Melléklet A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (b* - sárga színezet)

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (b) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,000		0,020	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,210	0,002	0,623	0,000	0,000	0,612	0,045	0,000	0,001	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,000	0,020		0,565	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,065	0,000	0,000	0,005	0,738	0,205	0,250	0,000	0,000
160/6/N {4}	0,000	0,004	0,565		0,055	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,001	0,363	0,488	0,565	0,000	0,000
200/2/N {5}	0,000	0,000	0,013	0,055		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,005	0,218	0,177	0,000	0,000
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,087	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,118	0,010
200/6/N {7}	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,076
160/2/L {8}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,016	0,547	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,000	0,210	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016		0,071	0,081	0,000	0,000	0,455	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
160/6/L {10}	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,547	0,071		0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
200/2/L {11}	0,000	0,623	0,065	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,081	0,000		0,000	0,000	0,318	0,130	0,002	0,003	0,000	0,000
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020	0,087	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,636	0,576
160/2/R {14}	0,000	0,612	0,005	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,455	0,011	0,318	0,000	0,000		0,012	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,000	0,045	0,738	0,363	0,005	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,130	0,000	0,000	0,012		0,109	0,138	0,000	0,000
160/6/R {16}	0,000	0,000	0,205	0,488	0,218	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,109		0,906	0,000	0,000
200/2/R {17}	0,000	0,001	0,250	0,565	0,177	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,138	0,906		0,000	0,000
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,118	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,636	0,000	0,000	0,000	0,000		0,302
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,076	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,576	0,000	0,000	0,000	0,000	0,302	

XLII. Melléklet A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (C* - színtelítettség)

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (C) Marked differences are significant at p < ,05000																		
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}	{19}
Kontroll {1}		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/2/N {2}	0,000		0,051	0,024	0,006	0,000	0,000	0,001	0,172	0,000	0,250	0,000	0,000	0,702	0,103	0,001	0,137	0,000	0,000
160/4/N {3}	0,000	0,051		0,755	0,411	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,010	0,000	0,020	0,744	0,162	0,638	0,000	0,000
160/6/N {4}	0,000	0,024	0,755		0,610	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,023	0,000	0,008	0,523	0,278	0,434	0,000	0,000
200/2/N {5}	0,000	0,006	0,411	0,610		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,077	0,000	0,002	0,251	0,565	0,197	0,000	0,000
200/4/N {6}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036	0,194	0,000	0,000	0,001	0,000	0,334	0,003
200/6/N {7}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,164
160/2/L {8}	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,045	0,562	0,027	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
160/4/L {9}	0,000	0,172	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045		0,010	0,829	0,000	0,000	0,325	0,003	0,000	0,004	0,000	0,000
160/6/L {10}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,562	0,010		0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
200/2/L {11}	0,000	0,250	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,027	0,829	0,005		0,000	0,000	0,443	0,006	0,000	0,009	0,000	0,000
200/4/L {12}	0,000	0,000	0,010	0,023	0,077	0,036	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,001	0,000	0,004	0,232	0,002	0,002	0,000
200/6/L {13}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,194	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001		0,000	0,000	0,000	0,000	0,738	0,098
160/2/R {14}	0,000	0,702	0,020	0,008	0,002	0,000	0,000	0,003	0,325	0,000	0,443	0,000	0,000		0,044	0,000	0,062	0,000	0,000
160/4/R {15}	0,000	0,103	0,744	0,523	0,251	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,006	0,004	0,000	0,044		0,085	0,886	0,000	0,000
160/6/R {16}	0,000	0,001	0,162	0,278	0,565	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,232	0,000	0,000	0,085		0,062	0,000	0,000
200/2/R {17}	0,000	0,137	0,638	0,434	0,197	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,009	0,002	0,000	0,062	0,886	0,062		0,000	0,000
200/4/R {18}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,334	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,738	0,000	0,000	0,000	0,000		0,047
200/6/R {19}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,164	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,098	0,000	0,000	0,000	0,000	0,047	

XLIII. Melléklet A hőkezelés okozta színváltozás varianciaanalízisének eredménytáblája (ΔE^* - színínger különbség)

Var1	LSD Test; Variable: Var2 (E)																	
	Marked differences are significant at $p < ,05000$																	
	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}	{17}	{18}
160/2/N {1}		0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,063	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,852	0,001	0,012	0,000	0,000	0,000
160/4/N {2}	0,002		0,170	0,000	0,000	0,000	0,236	0,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,718	0,609	0,000	0,000	0,000
160/6/N {3}	0,000	0,170		0,000	0,000	0,000	0,011	0,323	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,311	0,060	0,000	0,000	0,000
200/2/N {4}	0,000	0,000	0,000		0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,181	0,000	0,002
200/4/N {5}	0,000	0,000	0,000	0,017		0,012	0,000	0,000	0,000	0,000	0,204	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,503
200/6/N {6}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012		0,000	0,000	0,000	0,000	0,210	0,213	0,000	0,000	0,000	0,000	0,522	0,064
160/2/L {7}	0,063	0,236	0,011	0,000	0,000	0,000		0,117	0,000	0,000	0,000	0,000	0,094	0,123	0,501	0,000	0,000	0,000
160/4/L {8}	0,001	0,700	0,323	0,000	0,000	0,000	0,117		0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,981	0,370	0,000	0,000	0,000
160/6/L {9}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
200/2/L {10}	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000
200/4/L {11}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,204	0,210	0,000	0,000	0,000	0,000		0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,538	0,547
200/6/L {12}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,213	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013		0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,002
160/2/R {13}	0,852	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,094	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000		0,001	0,019	0,000	0,000	0,000
160/4/R {14}	0,001	0,718	0,311	0,000	0,000	0,000	0,123	0,981	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001		0,383	0,000	0,000	0,000
160/6/R {15}	0,012	0,609	0,060	0,000	0,000	0,000	0,501	0,370	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,383		0,000	0,000	0,000
200/2/R {16}	0,000	0,000	0,000	0,181	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
200/4/R {17}	0,000	0,000	0,000	0,000	0,060	0,522	0,000	0,000	0,000	0,000	0,538	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000		0,224
200/6/R {18}	0,000	0,000	0,000	0,002	0,503	0,064	0,000	0,000	0,000	0,000	0,547	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,224	