



Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

VII. KARI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

konferencia kiadvány

2019. február 12.

A konferenciát és a konferenciakötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájet-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Mátyás Csaba, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Veperdi Gábor, Vityi Andrea, Winkler Dániel

A kötet szakmai előkészítését az MTA VEAB Erdészettudományi Munkabizottsága támogatta.



Soproni Egyetem Kiadó 2019

ISBN978-963-334-322-7 (nyomtatott verzió)

978-963-334-323-4 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/KariTudomanyosKonferencia/KariTudomanyosKonferencia2019.pdf

Szerkesztette: Király Gergely
Facskó Ferenc

Ajánlott hivatkozás:

KIRÁLY G. – FACSKÓ F. (szerk.) (2019): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar VII. Kari Tudományos Konferencia. Soproni Egyetem Kiadó Sopron.

Tartalomjegyzék

Gribovszki Zoltán, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin: Erdő és víz – Kutatások az Erdőmérnöki Karon.....	5
Bende Attila, László Richárd: Erdei szalonka (<i>Scolopax rusticola</i> L.) színváltozatok és kuriózumok Magyarországon.....	9
Polgár András, Kovács Zoltán, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti életciklus elemzése	16
Rákóczi Attila: A zöldítés és a tájhasználat összefüggései Békés megyében.....	25
Tari Tamás, Sándor Gyula, Heffenträger Gábor, Náhlik András: A gímszarvas élőhelyhasználatának jellemzői a Soproni-hegyvidéken	30
Szalay László: The amazing world of Fibonacci sequence.....	37
Barton Iván, Czimber Kornél, Király Géza, Moskal L. Monika: Faállomány típusok térképezése Sentinel-2 ürfelvétel idősorozaton deep learning osztályozóval	41
Brolly Gábor, Primusz Péter, Bazsó Tamás, Király Géza: Több műszerállásból készített lézerszkennelések tájékozása erdőállományok felmérése során	48
Horváth Tamás, Gál János: Nelder kísérlet Magyarországon.....	54
Gálos Borbála, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvai Gergely, Tiborcz Viktor, Bartha Dénes, Hofmann Tamás, Visi Rajczi Eszter, Balázs Pál, Bidló András, Horváth Adrienn: Multidiszciplináris adatbázis és oktatási segédanyag fejlesztés komplex erdészeti klímahatás elemzések végzéséhez	58
Heilig Dávid, Heil Bálint, Kovács Gábor: A vízellátottság és a tápanyag-utánpótlás hatása egy midi rotációs nemesnyárültetvény növekedésére.	64
Horváth Attila László, Sudár Ferenc János, Szakálosné Mátyás Katalin: Folyamatgépesített fakitermelések vizsgálata	71
Kollár Tamás: Új adatok a magyarországi bükkösök faterméséről	76
Molnár Tamás, Birinyi Mátyás, Somogyi Zoltán, Király Géza: A 2017. áprilisi bükki hókarak felmérése és elemzése ürfelvételek alapján	81
Kiss Péter Áron, Rákosa Rita, Németh Zsolt István: Spektrumelőkészítési eljárások hatása biodegradált faanyag FT_IR spektrumainak értékelésében	88
Balázs Balázs, Tuba Katalin, Lakatos Ferenc: Kékülést okozó gombák és a szúbogarak kapcsolata.....	92
Bende Attila, László Richárd: Az erdei szalonka (<i>Scolopax rusticola</i> L.) színváltozatok előfordulása 2017-ben Magyarországon	96
Csáki Péter, Czimber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: A CREMAP párolgástérkép leskálázása erdőállományok vízháztartásának vizsgálatához.....	102
Horváth Attila László, Horváth Béla, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszterek munkamínőségének vizsgálata	107
Kalicz Péter, Csáki Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: A lombkoronán áthulló csapadék mérésnek automatizálási lehetőségei.....	113
Komán Szabolcs, Németh Róbert, Fehér Sándor: <i>Paulownia</i> -fajok faanyagának tulajdonságai.....	117
Komán Szabolcs, Varga Dávid: Nyártermesztés Magyarországon	121
Major Tamás, Pintér Tamás: Mag- és sarjeredetű akác állományok választék-összetételének vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén	126
Palkó Ákos, Winkler Dániel: Patakmenti égerligetek talajlakó faunájának (<i>Collembola</i>) vizsgálata a Soproni-hegységben	131
Papp Viktória: Ipari melléktermékek és faanyag keverék pelletek előállítása és energetikai értékelése.....	135

Polgár András: A környezetközpontú irányítás gyakorlatának helyzetértékelése Sopron városában	141
Polgár András, Elekné Fodor Veronika: Környezeti vonatkozású helyi sajtóinformációk vizsgálata Sopronban	149
Rákosa Rita, Vargovics Máté, Németh Zsolt István: FT-IR-ATR spektrometria alkalmazhatósága gomba tenyészetek fajspecifikus megkülönböztetésére.....	156
Stofa Krisztián, Virág Szabolcsné, Gálos Borbála: A kitettség napi hőmérséklet menetre gyakorolt hatásának számszerűsítése a Harkai kúpon	161
Szalay Dóra: RED II. – A generációk találkozása	164
Szóke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Vízpótlási rendszerek hatásai egy somogyi erdőtümbön belül a vízfolyás menti zónák vízforgalmára	169
Vágvölgyi Andrea, Kovács Gábor: Energetikai faültetvények értékelő pontrendszere..	174
Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns polifenol tartalmának felmérése.....	178
Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Csáki Péter, Kalicz Péter, Szóke Előd, Gribovszki Zoltán: Agrárerdészeti rendszerek hidrológiai jellemzői	182

TOBOZOK ANTIOXIDÁNS POLIFENOL TARTALMÁNAK FELMÉRÉSE

VISINÉ RAJCZI ESZTER, ALBERT LEVENTE, HOFMANN TAMÁS

Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet

visine.rajczi.eszter@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az erdei fakitermelés és feldolgozás során keletkező melléktermékek (toboz, kéreghulladék, gyökérszövet, ággöcs) jelentős mennyiségben tartalmazhatnak antioxidánsokat, amelyek hatékony kivonása és hasznosítása élelmiszeripari, gyógyászati, környezetvédelmi és hulladékgazdálkodási szempontból is jelentős (ROBBINS 2003; BOURAS *et al.* 2004; PIETARINEN *et al.* 2006; DEDRIE *et al.* 2015). Az antioxidánsok enzimatis, illetve nem-enzimatis típusúak lehetnek (HEGEDŰS – STEFANOVITS – BÁNYAI 2012). A nem-enzimatis antioxidánsok egyik legfontosabb csoportját a polifenolok képezik. A szakirodalomban kevés az adat a tűlevelű taxonok tobozainak antioxidáns tulajdonságairól (LESJAK *et al.* 2011; VIVEK *et al.* 2014), polifenol tartalmáról (NAGASAWA *et al.* 1992), ezért célul tűztük ki a főbb, Magyarországon előforduló tűlevelűek tobozaiban található antioxidáns polifenolok mennyiségének összehasonlító vizsgálatát. Kutatásunkkal elsőként vizsgáljuk és hasonlítjuk össze az érett (barna) és a zöld tobozok antioxidáns tulajdonságait. Jelen munkánkban - kísérleteink első lépéseként - hat véletlenszerűen kiválasztott faj (atlaszcédrus (*Cedrus atlantica*), európai vörösfenyő (*Larix decidua*), lucfenyő (*Picea abies*), feketefenyő (*Pinus nigra*), amerikai duglászfenyő (*Pseudotsuga menziesii*), kanadai hemlokfenyő (*Tsuga canadensis*)) esetében elvégeztük az ultrahangos extrakciós módszer körülményeinek optimalizálását (oldószer összetétel, extrakciós idő) a tobozokban található összes polifenolos antioxidáns mennyiségének meghatározásához. Az eredmények alapul szolgálnak majd a későbbi, több fajt is magába foglaló vizsgálatokhoz.

Anyag és módszer

A kísérletekhez szükséges mintákat 2018 július-október időszakban a Soproni Egyetem Élő Növénygyűjteményéből (Botanikus Kert) vettük. Minden faj esetében zöld, érett barna és már lehullott barna tobozokat gyűjtöttünk. A mintákat begyűjtés után levegőtől elzárva nitrogéngázban tároltuk -20 °C hőmérsékleten, közvetlenül a mérés előtt felolvasztottuk, majd daráltuk és homogenizáltuk.

Az ultrahangos extrakcióhoz 0,45 g darált mintát mértünk 45 ml oldószerhez egy 50 ml térfogatú centrifugacsőbe. Az oldószer optimalizálást a következő elegyekkel végeztük: aceton:víz (80:20 v/v), metanol:víz (80:20 v/v) és etanol:víz (80:20 v/v). Az alkalmazott extrakciós idők: 10, 20 és 30 perc voltak. Mivel a hőmérséklet befolyásolja az extrakciós folyamatot, ezért a kivonás során ügyeltünk a hőmérséklet szabályozására. Az extrakciót 10 perces lépésekben hajtottuk végre, minden lépés megkezdése előtt az ultrahangos fürdő kezdeti hőmérsékletét 25 °C -ra állítottuk. A 10 perces folyamat végén a víz hőmérséklete $29\text{--}30\text{ °C}$ volt. A 20 illetve 30 perces extrakciónál két, illetve három egymást követő lépést alkalmaztunk, mindegyik lépés megkezdése előtt a vízhőfokot 25 °C -ra állítottuk vissza.

A totálfenol meghatározást Folin-Ciocalteu módszerrel fotometriásan mértük, standardként galluszsavat használtunk (SINGLETON – ROSSI 1965). Minden minta esetében három párhuzamos mérést végeztünk.

Eszközök

Hitachi U-1500 spektrofotométer (Hitachi Ltd., Tokyo, Japan), Elma Transsonic T570 ultrahangos fürdő (Elma Schmidbauer GmbH, Singen, Germany).

Vegyszerek és fogyóeszközök

Aceton, etanol, metanol (Reanal, Budapest), nátrium-karbonát, galluszsav (Sigma-Aldrich, Budapest), Folin-Ciocalteu reagens (Merck, Darmstadt, Németország). A vegyszerek analitikai tisztaságúak voltak. A kísérletekhez felhasznált nagytisztaságú vizet Syntetic Aquarius víztisztító berendezéssel állítottuk elő.

Statisztikai kiértékelés

A korrelációs vizsgálatokat és a variancia analízist adott szignifikancia szintek mellett a Statistica 12 software (StatSoft Inc., Tulsa, USA) segítségével végeztük.

Eredmények és értékelésük

A megfelelő oldószerösszetétel és extrakciós idő megválasztása elengedhetetlen a különböző fajok tobozmintáiban található polifenolos antioxidánsok mennyiségének összehasonlításához. Leggyakrabban metanol, etanol, aceton vagy etil-acetát vizes oldatát alkalmazzák a polifenolok kivonására növényi szövetekből (DO *et al.* 2014), azonban a kivonószer hatékonysága a kivont vegyületek szerkezetétől is függ. Az etanol hatékony oldószer és alkalmazása humán egészségügyi, toxikológiai szempontból is indokolható. A metanol tartalmú oldatok általában az alacsony molekulatömegű polifenolok kivonásában hatékonyak, míg az acetont tartalmazó vizes kivonószer a nagyobb móltömegű flavanolek (pl. kondenzált taninok) extrakciójára alkalmasak inkább (DAI – MUMPER 2010).

A megfelelően hosszú extrakciós idő azért szükséges, hogy a kivonás során az oldószer és a szilárd anyag közti megoszlási egyensúly ki tudjon alakulni, azonban a túl hosszú extrakciós idők a polifenol tartalom és az antioxidáns kapacitás csökkenéséhez vezethetnek (HOFMANN *et al.* 2015).

Minden minta esetében elvégeztük az extrakciót három különböző összetételű oldószerrel és három extrakciós idővel. Ezután az így kapott extraktumokból meghatároztuk a minták totálfenol tartalmát. A méréseink során kapott eredményeket az 1. táblázat foglalja össze.

A mért adatokból megállapítottuk, hogy a legtöbb minta esetében az összes polifenol tartalom extrakciójának leghatékonyabb oldószere az aceton:víz elegy volt, míg a legkevésbé hatékony oldószernek az etanol-tartalmú bizonyult. Egyetlen kivételt a kanadai hemlokfenyő esetében tapasztaltunk, ahol a metanolos oldat jobbnak bizonyult az acetonosnál. Mivel az acetonos oldószer alkalmazása eredményezte a legmagasabb összes polifenol tartalmú extraktumokat, ezért a továbbiakban (az extrakciós idők és a különböző szövetek vizsgálata) csak ezekre az extraktumokra kapott eredményeket értékeltük ki.

A kivonás időtartamát tekintve a 20 perces extrakció során kinyert polifenol tartalom legtöbbször szignifikánsan magasabb, mint a 10 perces érték. A 20 és 30 perces értékek között már csak az atlaszcédrus és a lucfenyő zöld tobozai esetében volt szignifikáns növekedés, a többi minta esetében a 20 percnél hosszabb extrakció már nem eredményezett kimutatható totálfenol tartalom emelkedést. A feketefenyő zöld toboz mintáinál sem az oldószer összetétele, sem az extrakciós idő nem befolyásolta szignifikánsan a kioldott polifenolok mennyiségét.

Mivel szignifikáns csökkenést sem tapasztaltunk a 20 és 30 perces értékek között (degradáció lehetősége), ezért a további kísérletekben 30 perces extrakciós időt alkalmazunk a toboz polifenolok kivonására.

A túlevelű tobozok polifenol és antioxidáns tartalmával foglalkozó szakirodalmak szinte soha nem dokumentálják, hogy a tobozok begyűjtése melyik hónapban, illetve a tobozérésének melyik fenofázisában történt. Ezért elsőként végeztünk összehasonlító vizsgálatot zöld (június/júliusban gyűjtött), érett barna (augusztus/szeptemberben gyűjtött: még a fán található, még nem kinyílt, de már barna színű) és lehullott barna (szeptember/októberben

gyűjtött: a földön vagy fán található, teljesen kinyílt, magokat csak elvéve tartalmazó) tobozokon. Megállapítottuk, hogy a legmagasabb polifenol tartalommal mindegyik faj esetében a zöld tobozok rendelkeznek, míg a legalacsonyabb értékekkel a lehullott barna tobozok. A növényi szövetek polifenol összetételét számos környezeti tényező (pl. napsugárzás, a csapadék mennyiség, és a talaj típusa, stb.) mellett a szövet kora, érettségének foka is befolyásolja. A szövetek idősödésével, a vegetációs időszak előre haladtával az egyes szövetek fenolos összetétele jelentősen változhat. Gyümölcsök esetében általánosságban megfigyelhető, hogy a fenolos savak mennyisége csökken, míg az antocianinek mennyisége nő az érés során (MANACH *et al.* 2004). Erdei fák leveleiben a polifenol tartalom szezonális (május-szeptember) változása a fajtól és a fenolvegyület típusától függően eltérő képet mutat (TALOS-NEBEHAJ *et al.* 2017). Hasonló adatok a tűlevelűek tobozára nem találhatóak a szakirodalomban.

A vizsgált fajokat összehasonlítva megállapítottuk, hogy a legjobban teljesítő fajok a kanadai hemlokfenyő és a lucfenyő voltak, melyeknek nem csak a zöld, hanem érett barna tobozában is jelentős a polifenol tartalom. A *Pseudotsuga* és *Tsuga* fajok tobozában magas polifenol (tannin) tartalmát már leírta szakirodalom (HERNES – HEDGES 2004), bár a szerzők ebben a munkában sem dokumentálták pontosan a tobozok érettségének fenofázisát és azt sem, hogy melyik hónapban történt a mintavétel. A magas polifenol tartalom ellenére, a lucfenyő esetében csak a kéregre található adatok a szakirodalomban (KEMPPAINEN *et al.* 2014; GHITESCU *et al.* 2015; LACOSTE *et al.* 2015; LAZAR *et al.* 2016), a tobozokra nem.

Összefoglalás

Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy az alkalmazott ultrahangos módszer esetében a 30 perces, aceton:víz 80:20 v/v oldószerezettel végzett extrakció oldja ki az összes polifenolos antioxidánsokból a legtöbbet, így a jövőben ilyen körülmények mellett folytatjuk vizsgálatainkat. A kísérletekhez véletlenszerűen kiválasztott fajok közül a legmagasabb polifenol tartalommal a kanadai hemlokfenyő és a lucfenyő rendelkeztek, melyeknek nem csak a zöld, hanem érett barna tobozában is jelentős a polifenol tartalom. Az érés különböző fenofázisában gyűjtött tobozok összehasonlítása során megállapítottuk, hogy a legmagasabb polifenol tartalommal mindegyik faj esetében a zöld tobozok rendelkeznek, míg a legalacsonyabb értékekkel a lehullott barna tobozok.

Köszönetnyilvánítás: A kutatás az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíjának támogatásával készült.

1. táblázat. A vizsgált fajok tobozainak totálfenoltartalma különböző extrakciós körülmények között (A: aceton:víz 80:20 v/v; M: metanol:víz 80:20 v/v; E: etanol:víz 80:20 v/v). Különböző kisbetűk egy adott mintán belül szignifikáns különbséget jeleznek $p < 0,01$ szinten. Kivétel: * $p < 0,001$ ** $p < 0,002$. A vastaggal jelölt számok egy adott mintán belül a legmagasabb értékeket jelölik.

oldószer	Zöld toboz			Érett barna toboz			Lehullott barna toboz			
	idő	10 perc	20 perc	30 perc	10 perc	20 perc	30 perc	10 perc	20 perc	30 perc
Totálfenol tartalom (mg galluszsav / g sz. a.)										
Amerikai duglászfenyő (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)										
A	39,25 ± 2,68 ^c	50,54 ± 1,98^d	48,67 ± 0,90^d	13,67 ± 1,03^d	17,01 ± 1,35^d	17,24 ± 0,89^d	7,78 ± 0,33 ^d	10,18 ± 0,73^e	11,16 ± 0,66^e	
M	21,37 ± 1,25 ^a	26,66 ± 0,98 ^{ab}	38,52 ± 4,86 ^c	11,60 ± 0,16 ^{abc}	12,13 ± 0,68 ^{bc}	12,86 ± 0,44 ^b	7,20 ± 0,30 ^d	6,85 ± 0,24 ^{cd}	7,20 ± 0,21 ^d	
E	33,94 ± 0,33 ^{bc}	37,68 ± 1,51 ^c	37,68 ± 1,51 ^c	9,11 ± 0,36 ^a	10,04 ± 0,73 ^{ac}	9,25 ± 0,25 ^a	2,46 ± 0,59 ^a	4,07 ± 0,37 ^{ab}	5,21 ± 0,55 ^{bc}	
Kanadai hemlokfenyő (<i>Tsuga canadensis</i>)										
A	104,58 ± 3,06^{cd}	125,86 ± 1,17^e	118,91 ± 2,97^{de}	77,41 ± 1,87 ^{ab}	77,45 ± 3,84 ^{ab}	78,05 ± 2,42 ^{ab}	3,39 ± 0,31^b	3,43 ± 0,44^b	3,31 ± 0,08^b	*
M	73,63 ± 7,27 ^a	86,91 ± 5,75 ^{ab}	87,76 ± 5,16 ^{abc}	67,39 ± 2,16 ^a	98,32 ± 7,67^c	87,95 ± 1,59^{bc}	1,78 ± 0,16 ^a	1,89 ± 0,02 ^a	1,96 ± 0,03 ^a	
E	101,12 ± 4,32 ^{bc}	101,47 ± 6,68 ^{bc}	90,96 ± 4,29 ^{bc}	71,92 ± 2,57 ^a	72,04 ± 2,30 ^a	71,36 ± 1,50 ^a	3,40 ± 0,10 ^b	1,98 ± 0,01 ^a	1,89 ± 0,05 ^a	
Feketefenyő (<i>Pinus nigra</i>)										
A	53,89 ± 1,68 ^a	58,06 ± 1,21 ^a	47,17 ± 9,74 ^a	8,72 ± 0,40 ^d	10,08 ± 0,31^e	10,63 ± 0,36^e	8,45 ± 0,23^{bc}	7,70 ± 0,37 ^{ab}	9,20 ± 0,34^c	
M	46,21 ± 0,53 ^a	43,91 ± 0,53 ^a	49,67 ± 0,96 ^a	4,90 ± 0,42 ^{ab}	5,92 ± 0,13 ^{bc}	6,23 ± 0,19 ^c	6,75 ± 0,16 ^a	7,65 ± 0,20 ^{ab}	7,72 ± 0,35 ^{ab}	
E	45,42 ± 1,30 ^a	48,65 ± 1,06 ^a	50,73 ± 1,52 ^a	4,67 ± 0,12 ^a	5,68 ± 0,55 ^{abc}	5,24 ± 0,09 ^{abc}	7,31 ± 0,57 ^{ab}	7,84 ± 0,14 ^{ab}	8,43 ± 0,47^{bc}	
Atlaszcédrus (<i>Cedrus atlantica</i>)										
A	32,30 ± 1,11 ^c	39,28 ± 0,81 ^c	44,62 ± 0,16^f	9,39 ± 0,26 ^b	11,10 ± 1,34^{bc}	12,29 ± 1,20^c	5,37 ± 0,14^b	5,90 ± 0,23^b	6,05 ± 0,51^b	
M	24,73 ± 0,90 ^b	31,85 ± 0,46 ^c	35,87 ± 0,46 ^d	9,35 ± 0,46 ^b	10,29 ± 0,13^{bc}	10,32 ± 0,29^{bc}	3,17 ± 0,39 ^a	3,29 ± 0,23 ^a	3,93 ± 0,20 ^a	
E	18,14 ± 0,84 ^a	27,49 ± 1,00 ^b	30,94 ± 1,13 ^c	3,36 ± 0,16 ^a	3,79 ± 0,25 ^a	4,80 ± 0,34 ^a	3,14 ± 0,09 ^a	3,53 ± 0,09 ^a	3,79 ± 0,28 ^a	
Lucfenyő (<i>Picea abies</i>)										
A	84,89 ± 3,39 ^c	92,23 ± 1,37 ^{cd}	105,58 ± 7,92^e	55,28 ± 2,31 ^{ab}	63,06 ± 2,96^{cd}	64,64 ± 2,68^{cd}	27,54 ± 0,96 ^{abc}	43,71 ± 2,00^e	46,39 ± 3,54^e	
M	66,78 ± 2,64 ^b	89,79 ± 3,00 ^{cd}	99,23 ± 1,15^{de}	60,78 ± 1,29 ^b	70,04 ± 1,18^d	68,73 ± 2,63^d	28,12 ± 0,36 ^{bcd}	33,64 ± 0,99 ^d	31,82 ± 1,64 ^{cd}	
E	52,72 ± 2,07 ^a	56,06 ± 2,03 ^{ab}	60,98 ± 1,69 ^{ab}	48,16 ± 1,92 ^a	53,63 ± 0,77 ^{ab}	54,61 ± 1,71 ^{ab}	22,23 ± 0,73 ^a	25,51 ± 0,67 ^{ab}	27,59 ± 0,57 ^{abc}	
Európai vörösfenyő (<i>Larix decidua</i>)										
A	59,96 ± 6,67^{def}	73,55 ± 4,11^f	70,12 ± 5,62^{ef}	12,92 ± 1,00 ^a	26,90 ± 5,79^b	24,07 ± 0,82^b	14,42 ± 1,31 ^{cd}	16,84 ± 0,90^{de}	17,93 ± 0,75^e	
M	11,49 ± 0,27 ^a	49,40 ± 0,82 ^{cd}	55,83 ± 1,53 ^{cde}	12,91 ± 2,18 ^a	14,48 ± 1,95 ^a	14,35 ± 0,83 ^a	12,34 ± 0,14 ^{bc}	13,13 ± 0,52 ^{bc}	14,85 ± 1,28 ^{cd}	
E	32,32 ± 0,37 ^b	43,63 ± 0,38 ^{bc}	47,01 ± 1,99 ^{cd}	6,61 ± 1,28 ^a	7,49 ± 0,55 ^a	8,25 ± 0,43 ^a	7,85 ± 0,30 ^a	10,97 ± 0,09 ^b	11,50 ± 0,21 ^b	

Irodalomjegyzék

- BOURAS, M. – GRIMI, N. – BALS, O. – VOROBIEV, E. (2016): Impact of pulsed electric fields on polyphenols extraction from Norway spruce bark. *Ind. Crop. Prod.* 80: 50–58.
- DAI, J. – MUMPER, R.J. (2010): Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules* 15: 7313–7352.
- DEDRIE, M. – JACQUET, N. – BOMBECK, P.L. – HÉBERT, J. (2015): Oak barks as raw materials for the extraction of polyphenols for the chemical and pharmaceutical sectors: A regional case study. *Ind. Crop. Prod.* 70: 316–321.
- DO, Q.D. – ANGKAWIJAYA, A.E. – TRAN-NGUYEN, P.L. – HUYNH, L.H. – SOETAREDJO, F.E. – ISMADJI, S. – JU, Y.-H. (2014): Effect of extraction solvent on total phenol content, total flavonoid content, and antioxidant activity of *Limnophila aromatica*. *J. Food Drug. Anal.* 22: 296–302.
- GHITESCU, R.-E. – VOLF, I. – CARAUSU, C. – BÜHLMANN, A.-M. – GILCA, I.A. – POPA, V.I. (2015): Optimization of ultrasound-assisted extraction of polyphenols from spruce wood bark. *Ultrason. Sonochem.* 22: 535–541.
- HEGEDŰS A. – STEFANOVITS-BÁNYAI É. (2012): Természetes antioxidáns-forrásunk: a gyümölcs. Debreceni Egyetem AGTC Kertészettudományi Intézete, 179 p.
- HERNES, P.J. – HEDGES, J.I. (2004): Tannin signature of barks, needles, leaves, cones, and wood at the molecular level. *Geochim. Cosmochim. Acta* 68: 1293–1307.
- HOFMANN, T. – NEBEHAJ, E. – STEFANOVITS-BÁNYAI, É. – ALBERT L. (2015): Antioxidant capacity and total phenol content of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark extracts. *Ind. Crop. Prod.* 77: 375–381.
- KEMPPAINEN, K. – SIIKA-AHO, M. – PATTATHIL, S. – GIOVANDO, S. – KRUIUS, K. (2014): Spruce bark as an industrial source of condensed tannins and non-cellulosic sugars. *Ind. Crop. Prod.* 52: 158–168.
- LACOSTE, C. – ČOP, M. – KEMPPAINEN, K. – GIOVANDO, S. – PIZZI, A. – LABORIE, M.-P. – SERNEK, M. – CELZARD, A. (2015): Biobased foams from condensed tannin extracts from norway spruce (*Picea abies*) bark. *Ind. Crop. Prod.* 73: 144–153.
- LAZAR, L. – TALMACIU, A.I. – VOLF, I. – POPA, V.I. (2016): Kinetic Modeling of the ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Picea abies* bark. *Ultrason. Sonochem.* 32: 191–197.
- LESJAK, M.M. – BEARA, I.N. – ORCIC', D.Z. – ANACKOV, G.T. – BALOG, K.J. – FRANCIŠKOVIC', M.M. – MIMICA-DUKIC, N.M. (2011): *Juniperus sibirica* Burgsdorf. as a novel source of antioxidant and anti-inflammatory agents. *Food Chem.* 124: 850–856.
- MANACH, C. – SCALBERT, A. – MORAND, C. – RÉMÉSY, C. – JIMÉNEZ, L. (2004): Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am. J. Clin. Nutr.* 79: 727–747.
- NAGASAWA, H. – SAKAMOTO, S. – SAWAKI, K. (1992): Inhibitory effect of lignin-related pine cone extract on cell proliferating enzyme activity of spontaneous mammary tumours in mice. *Anticancer Res.* 12: 501–503.
- PIETARINEN, S.P. – WILLFÖR, S.M. – AHOTUPA, M.O. – HEMMING, J.E. – HOLMBOM, B.R. (2006): Knotwood and bark extracts: strong antioxidants from waste materials. *J. Wood Sci.* 52: 436–444.
- ROBBINS, R.J. (2003): Phenolic Acids in Foods: An Overview of Analytical Methodology. *J. Agric. Food Chem.* 51: 2866–2887.
- SINGLETON, V.L. – ROSSI, J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 161: 144–158.
- TÁLOS-NEBEHAJ E. – HOFMANN T. – ALBERT L. (2017): Seasonal changes of natural antioxidant content in the leaves of Hungarian forest trees. *Ind. Crop. Prod.* 98: 53–59.
- VIVEK, K. – BAJPAI, V.K. – SHARMA, A. – KANG, S.C. – BAEK, K.H. (2014): Antioxidant, lipid peroxidation inhibition and free radical scavenging efficacy of a diterpenoid compound sugiol isolated from *Metasequoia glyptostroboides*. *Asian Pac. J. Trop. Med.* 7: 9–15.