



Nyugat-magyarországi Egyetem
Erdőmérnöki Kar

V. KARI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA

konferencia kiadvány



2015. október 21.



A konferenciát a Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kara és a Magyar Tudományos Akadémia Veszprémi Bizottsága Mező- és Erdőgazdálkodási Munkabizottsága szervezte.

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

Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó, 2015.

ISBN 978-963-334-260-2 (nyomtatott verzió)
978-963-334-261-9 (on-line verzió)

Szerkesztette: dr. Bidló András
dr. Facskó Ferenc

Ajánlott hivatkozás:

BIDLÓ A., FACSKÓ F. (szerk.) (2015): Nyugat-magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kar V. Kari Tudományos Konferencia. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó Sopron.

Tartalomjegyzék

Plenáris előadások

GÁLOS Borbála, GRIBOVSKI Zoltán, KALICZ Péter, CZIMBER Kornél: Hidrológiai szélsőségek gyakoriságának várható változása a 21. században – hazánk kitettségének vizsgálata erdészeti szempontból.....	7
KOVÁCS Gábor, HEIL Bálint: Fásszárú ültetvények helyzete és jövőbeni szerepük a hazai biomassza ellátásban.....	13
ZAGYVAI Gergely, BROLLY Gábor, EREDICS Attila, KIRÁLY Géza, TIBORCZ Viktor, ZAGYVAINÉ KISS Katalin, KALICZ Péter, CSISZÁR Ágnes, NAÁR Dénes, BARTHA Dénes: Mesterséges lékek növényzetének és ökológiai tényezőinek komplex vizsgálata a Soproni-hegységben	21

Biológiai szekció

CSISZÁR Ágnes, ZAGYVAI Gergely, BARTHA Dénes, NAGY Andrea, KISPÁL Dóra: A magyar kőris (<i>Fraxinus angustifolia</i> subsp. <i>danubialis</i>) allelopátiás szerepének vizsgálata	29
EREDICS Attila, RÁKOSA Rita, NÉMETH Zsolt István: A környezeti körülmények hatása egy kislevelű hárs lombzatának spektrális sajátosságaira	35
JÁNOSKA Ferenc, VARJU József, ERŐS Csaba, GÁL János: Vadaskerti vaddisznók tüdőfereg-fertőzöttségének vizsgálata	41
NAÁR Dénes, CSISZÁR Ágnes: Gyertyános-tölgyesben kialakított lékek szukcessziójának vizsgálata a Soproni-hegység területén	47
SZITA Renáta, AMBRUS András: A Rák-patak (Sopron) Fásor-utcai rekonstrukciójának hatása a vízi makrogerinctelen életközösségre	53

Termőhelyi és műszaki szekció

BARTON Iván, CZIMBER Kornél, KIRÁLY Géza: A Sopron 182B erdőrészlet (Roth féle szálaló erdő) korona és újulat térképezése távérzékelési módszerekkel.....	61
BROLLY Gábor, KIRÁLY Géza, CZIMBER Kornél: Fejlesztések egyesfák dendrometriai jellemzőinek automatizált meghatározására földi lézerszennér adatokból.....	67
CZIMBER Kornél, KIRÁLY Géza, BROLLY Gábor: Légi lézeres letapogatás adatfeldolgozó modul fejlesztése DigiTerra Map szoftverhez.....	73
CSÁKI Péter, GYIMÓTHY Kitti, KALICZ Péter, KISFALUDI Balázs, GRIBOVSKI Zoltán: Éghajlat-lefolyás modell kidolgozása a Zala vízgyűjtőjére.....	79
HAJDU Katalin, CZIMBER Kornél, KIRÁLY Géza: Fertő-tavi madárélőhelyek térképezése légi lézeres letapogatás objektum alapú képfeldolgozása alapján	85
HORVÁTH Attila László, SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS Katalin, HORVÁTH Béla: Harveszteres fakitermelés normatáblázatai.....	91

Poszter szekció

BARNA Csilla, KORDA Márton, BARTHA Dénes: Rába és Csörnök-völgy kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület természetességi állapota.....	99
FARAGÓ Sándor, LÁSZLÓ Richárd, BENDE Attila: Az erdei szalonka (<i>Scolopax rusticola</i>) ivararányának alakulása 2010-2014 között Magyarországon.....	105
FRANK Norbert: Mezővédő erdeink az Országos Erdőállomány Adattár és a Magyar Közút Nonprofit Zrt. adatbázisainak tükrében.....	109
GOSZTOLA István, LÁSZLÓ Richárd: Az időjárás okozta nagyvad elhullások Magyarországon 1998-2007.....	113
GOSZTOLA István, LÁSZLÓ Richárd: Az árvíz és a belvíz okozta nagyvad elhullások Magyarországon 1998-2007.....	117
MAJOR Tamás, HORVÁTH Béla: Numerikus analízis alkalmazása talajművelő szerszámok fejlesztéséhez.....	121
MAROSVÖLGYI Béla, PINTÉR Csaba: A <i>Miconthus sinerois tatai</i> energianád-fajta betakarításának ökonómiai kérdései.....	127
NAGY Gabriella Mária: Soproni erdei közösségi terek vonzerőleltára.....	133
NEBEHAJ Esztella, ALBERT Levente, HOFMANN Tamás: Magyarországi fafajok leveleinek antioxidáns tulajdonságai és ezek szezonális változása.....	137
NÉMETH László, NEBEHAJ Esztella, ALBERT Levente, HOFMANN Tamás: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) kéreg antioxidáns vegyületeinek hatékonyság-vizsgálata különböző matematikai módszerekkel.....	143
PÁJER József, POLGÁR András, PÉCSINGER Judit, PINTÉRNÉ NAGY Edit, ELEKNÉ FODOR Veronika: Az életciklus-hatásértékelés módszereinek alkalmazása a klímahatás kutatásban.....	149
SASS Vivien, BIDLÓ András: Az erdőkezelések hatása a talajra egy pilisi kocsánytalan tölgyesben.....	155
VARGA Vivien, LÁSZLÓ Richárd: Esettanulmány egy vörös róka (<i>Vulpes vulpes</i>) szuka fiatalkori növekedéséről.....	163

BÜKK (*FAGUS SYLVATICA* L.) KÉREG ANTIOXIDÁNS VEGYÜLETEINEK HATÉKONYSÁG-VIZSGÁLATA MATEMATIKAI MÓDSZEREKKEL

NÉMETH László¹ – NEBEHAJ Esztella² – ALBERT Levente² – HOFMANN Tamás²

¹Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Matematikai Intézet, Sopron

²Nyugat-magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Kémiai Intézet, Sopron
nemeth.laszlo@emk.nyme.hu, nebehaj.esztella@gmail.com, albert.levente@emk.nyme.hu,
hofmann.tamas@emk.nyme.hu

1. Bevezetés

Az erdei fák kérgé legtöbbször fafeldolgozási melléktermékek minősül, azonban rendkívül gazdag lehet olyan antioxidáns vegyületekben, melyek megfelelő eljárásokkal gazdaságosan kivonhatóak és ipari célokra hasznosíthatók lehetnének (pl. táplálék kiegészítők, élelmiszeripari tartósítószer, természetes alapú favédőszerek előállítás). A bükk az egyik leggyakoribb európai fafaj, széles körben alkalmazott alapanyag a bútoriparban. A gyártási folyamatok során jelentős mennyiségű kéreghulladék keletkezik, ami iparilag nehezen, vagy egyáltalán nem hasznosítható az energiatermelésen és speciális alkalmazásokon kívül. Eddigi munkánk során azonosítottuk a bükk kéreg 37 legfontosabb antioxidáns polifenol vegyületét, extrakciós eljárásokat dolgoztunk ki és optimalizáltuk a hatékony kinyerés érdekében, valamint különböző módszerekkel megmértük a kivonatok antioxidáns kapacitását (FRAP, ABTS, DPPH) és totálfenol-tartalmát. Összesen 26, különféle extrakciós eljárással és oldószerekkel kapott extraktumnak mértük az antioxidáns paramétereit (HOFMANN et al. 2015a) és határoztuk meg bennük az antioxidáns polifenolok koncentrációját (HOFMANN et al. 2015b).

Jelen munkánkban matematikai módszerekkel vizsgáltuk, hogy a bükk kéreg kivonatokban az azonosított 37 vegyület közül melyek azok, amelyek a leghatékonyabbak, a leginkább meghatározzák a kivonatok antioxidáns kapacitását. Ennek ismeretében a minta-előkészítés és az antioxidánsok kivonása tovább optimalizálható, a kivonatok antioxidáns képessége növelhető, ami a hasznosíthatóságot is javíthatja.

Az általunk alkalmazott matematikai módszerek a korreláció vizsgálat, a faktor analízis, valamint egy speciális lineáris kapcsolaton alapuló rekurziós módszer voltak. Mindegyik módszer esetében meghatároztuk a leghatékonyabb antioxidáns vegyületeket, majd az egyes kiértékelések eredményeit összevetettük. A bemutatott módszerek más, antioxidáns hatással rendelkező növényi kivonatokra is alkalmazhatók lehetnek. Mivel a polifenolok meghatározóak az élő növényi szövetek (pl. levél, kéreg, stb.) kémiai védekezési reakcióiban is, a vázolt matematikai módszerek segítségével azonosíthatók azon vegyületek, melyek kiemelt szerepet töltenek be a növényi szövetek biotikus- illetve abiotikus stresszre (pl. klimatikus adaptáció) adott válaszreakcióiban.

2. Vizsgálati anyag és módszer

2.1. Mintavétel

A kéregmintákat a soproni Tanulmányi Erdőgazdaság Zrt. területéről gyűjtöttük be 2013 decemberében. Összesen 26 extraktumot (mintaoldatot) készítettünk különböző extrakciós eljárásokkal és oldószerekkel (HOFMANN et al. 2015a).

2.2. ABTS antioxidáns kapacitás meghatározás

A mérést (STRATIL et al. 2007) által leírt módszer alapján végeztük el. Az eljárás az ABTS (2,2'-azino-di(3-etilbenzotiazolin-6-szulfonsav)) oxidációján alapszik. Az eredményeket mg trolox ek-

vivalens/g száraz kéreg egységben (mg TE/g sz.a.) adtuk meg. A mérési adatokat részletesen publikáltuk (HOFMANN et al. 2015a).

2.3. HPLC-MS/MS kiértékelés

A bükk kéreg polifenolok elválasztása nagy hatékonyságú folyadékkromatográfiával (HPLC) történt. A vegyületek azonosítása és tömegspektrometriás relatív mennyiségi meghatározása (MRM csúcsterületek alapján) a HPLC-hez csatolt hármis kvadrupól/lineáris ionsapda elrendezésű tömegspektrometriás detektorral történt. Összesen 37 polifenol vegyületet azonosítottunk, illetve írtunk le. A mennyiségi meghatározás eredményeit csúcsterületben adtuk meg. A mérési adatokat részletesen publikáltuk (HOFMANN et al. 2015b).

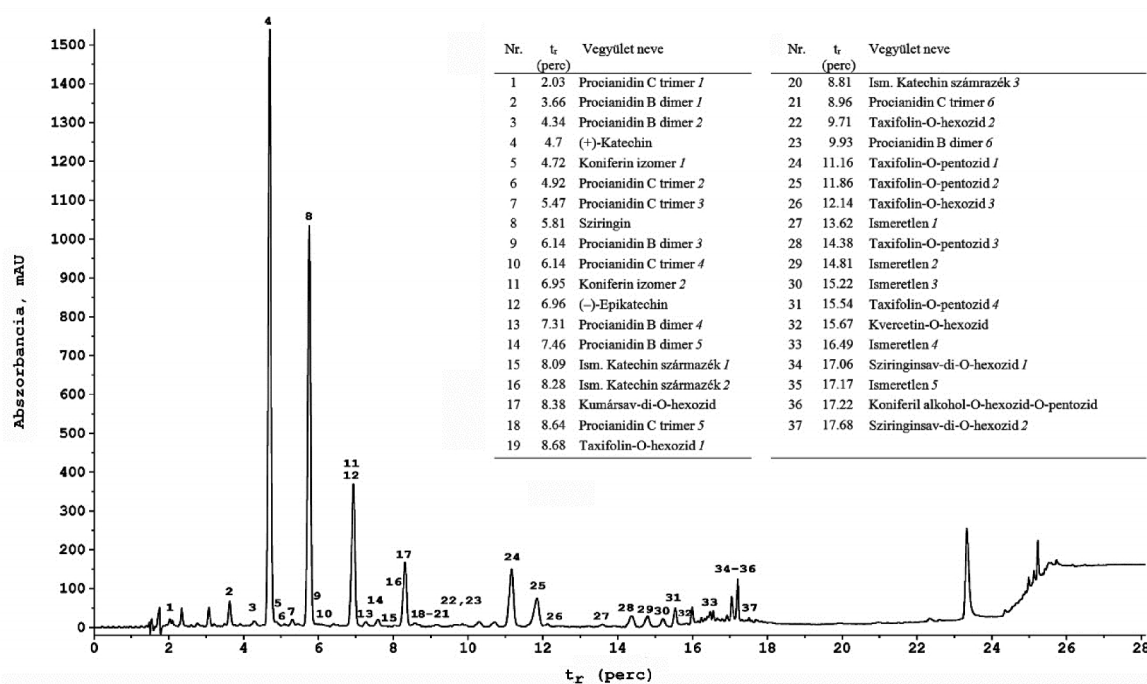
2.4. Matematikai kiértékelés

A matematikai elemzéshez a mért adatokat táblázatszerűen kezeltük. A mért fenol-koncentráció értékeket (csúcsterületek) adatmátrixba rendeztük (26 sor x 37 oszlop, mely 26 mintaoldatnak és 37 vegyületnek felel meg). A mintaoldatokhoz tartozó ABTS antioxidáns kapacitás értékeket külön oszlopvektorba rendeztük, melyet a továbbiakban ABTS-el jelölünk (26 x 1 vektor). A matematikai vizsgálatok során a Statistica 64 szoftvercsomagot, MAPLE 17 matematikai szoftvert és az MS Excel beépített függvényeit alkalmaztuk.

3. Vizsgálati eredmények és értékelésük

3.1. Előzetes eredmények

Korábbi vizsgálataink során HPLC-MS/MS eljárással azonosítottuk a bükk kéreg 37 legfontosabb polifenol vegyületét. A bükk kéreg kivonat UV kromatogramját, valamint az azonosított vegyületek listáját az 1. ábra szemlélteti.



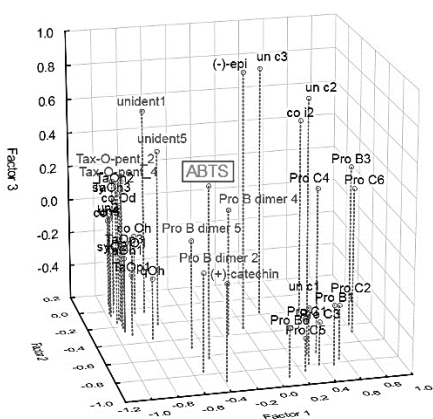
1. ábra Bükk kéreg polifenolok elválasztása és azonosítása, UV (250-300 nm) kromatogram és az azonosított vegyületek listája (HOFMANN et al. 2015b).

3.2. Korreláció vizsgálat

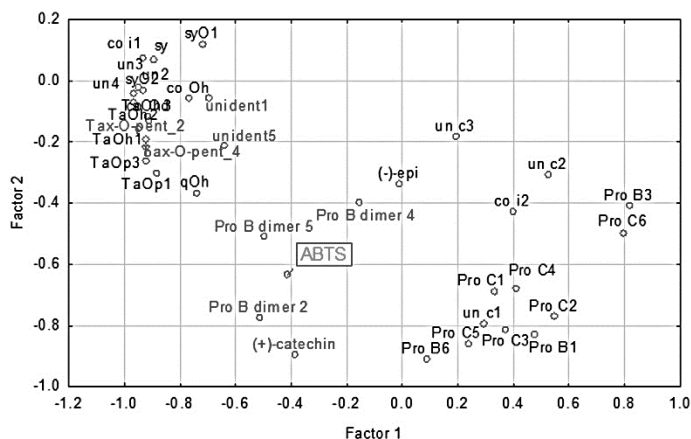
Az 1. táblázat az ABTS oszlopvektor (26 x 1) illetve a polifenolok csúcsterületeit tartalmazó adatmátrix 26 x 37 (mintaoldal x vegyület) lineáris korreláció-vizsgálatának eredményeit foglalja össze (Pearson féle „R” korrelációs együtthatók értékei), feltüntetve a 10 legjobb R értékű mutató vegyületet. A kiértékelés során minél nagyobb értéket kaptunk, annál erősebb kapcsolatra következtethetünk az ABTS és a tekintett vegyület között. Az 1. táblázatban feltüntetett R értékek $p < 0,05$ valószínűségi szinten szignifikánsak.

1. táblázat: Korrelációs együtthatók (R) az ABTS antioxidáns kapacitások és az egyes polifenol vegyületek csúcsterületei között a legjobb 10 korrelációt mutató vegyületre (n=26)

	R	vegyület	R	vegyület
1.	0,6925	(+)-Katechin	6.	Ismeretlen 5
2.	0,6838	Procianidin B dimer 2	7.	Taxifolin-O-hexozid 2
3.	0,6221	Taxifolin-O-pentozid 4	8.	Kumársav-di-O-hexozid
4.	0,6108	Ismeretlen 1	9.	Procianidin B dimer 5
5.	0,6029	Taxifolin-O-pentozid 2	10.	(-)-Epikatechin



a



b

2. ábra: A faktoranalízis eredményének szemléltetése a három (a) illetve a kettő (b) legmeghatározóbb faktor alapján. Unident., un: ismeretlen; (+)-catechin: (+)-katechin; (-)-epi: (-)-epikatechin; un c1, un c2, un c3: ism. katechin származék 1, 2, 3; co i1, co i2: kumársav-di-O-hexozid; co i1, co i2: koniferin izomer 1, 2; qOH: kvercetin-O-hexozid; sy: szíringin; syO1, 2: szíringinsav-di-O-hexozid 1, 2; Pro: procianidin; TaOp: Taxifolin-O-pentozid; TaOh: Taxifolin-O-hexozid.

3.3. Faktoranalízis

A mért adatok táblázatának oszlopait oszlopvektoroknak tekintettük. Így 38 darab 26 dimenziós vektorra kellett elvégezni a faktoranalízist, amely során a vektorokhoz kerestünk, az őket jól leíró, háttérben meghúzódó jellemzőket, úgynevezett faktorokat. Az elemzés során megállapítottuk, hogy elég három faktorról számolni, mivel a többi faktor már nincs nagy hatással a tekintett vektorokra, mely a korrelációs mátrix sajátértékei által kirajzolt görbe alakjából, az úgynevezett „könyök görbéből” következik. A három faktor 84,04%-ban (48,36+22,9+12,78) magyarázza az összvarianciát. Az egyes faktoroknak oszlopvektorokkal való kapcsolatát, korrelációját vizsgálva megállapítottuk, hogy a három legnagyobb sajátértékkel rendelkező faktor kivételével a kapcsolatok elhanyagolhatóak. A sajátértékek: 15,22; 4,64 és 3,55. Ily módon a 26 dimenziós térben való vizsgálat helyett elég volt az oszlopvektorok megfelelő transzformáltját egy speciális 3 dimenziós térben vizsgálni. A 2. ábra ezeket a vektorokat mutatja a három illetve a két legmeghatározóbb faktorvektor által kifeszített térben.

A három faktorvektor által tekintett bázisban felírt pontok koordinátáiból kiszámíthatjuk, hogy az ABTS-hez legközelebbi pontok sorrendben a Procianidin B dimer 5, Procianidin B dimer 4, Procianidin B dimer 2, Ismeretlen 5 és a (+)-Katechin. Megjegyezzük, hogy az ábrák alapján számos egyéb vegyülethez tartozó vektor nagyon közel van egymáshoz, közöttük szoros összefüggés feltételezhető. Ezen vegyületek közös tulajdonságai, kapcsolatainak vizsgálata egy további kutatási terület lehet. A három faktorról számolt faktoranalízis eredményeit (az ABTS vektortól való euklideszi távolságot illetve ezek sorrendjét) a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A faktoranalízis eredményei. Távolság az ABTS és az egyes vegyületek vektorai között

	távolság	vegyület		távolság	vegyület
1.	0,3967	Procianidin B dimer 5	6.	0,6723	Taxifolin-O-pentozid 4
2.	0,4332	Procianidin B dimer 4	7.	0,6750	Ismeretlen 1
3.	0,4576	Procianidin B dimer 2	8.	0,6830	Taxifolin-O-pentozid 2
4.	0,4827	Ismeretlen 5	9.	0,7109	(-)-Epikatechin
5.	0,5071	(+)-Katechin	10.	0,7406	Taxifolin-O-hexozid 2

3.4. Lineáris kapcsolat vizsgálata rekurziós módszerrel

A módszerrel az ABTS oszlopvektort állítjuk elő a többi oszlopvektor lineáris kombinációjaként. A lineáris kombináció eredményeként megkapjuk, hogy miképpen számolhatók ki az oszlopvektorok koordinátáiból az ABTS vektor koordinátái.

A lineáris kombináció meghatározásához egy lineáris egyenletrendszert kell megoldanunk. Jelölje a **b** vektor az ABTS oszlopvektort, az **M** mátrix oszlopai pedig legyenek a többi vegyület mért adataiból képezett oszlopvektorok. Ekkor a megoldandó egyenletrendszer konstans értékeit a **b** vektor, míg az együtthatóit az **M** mátrix tartalmazza. A változókat, azaz a későbbi megoldást tartalmazó vektor legyen az **x** vektor. Mivel a mérések száma sokkal kevesebb volt, mint a vizsgált vegyületek száma, az egyenletrendszer alulhatározott, 26 sora és 37 oszlopa van és így az egyenletrendszer végtelen sok megoldással rendelkezik. Vizsgálatunkban (az általános gyakorlatnak megfelelően) az egyenletrendszer megoldásai közül a legkisebb (euklideszi) normájú **x** vektort tekintjük az egyetlen megoldásának, melyet az

$$\mathbf{x} = \mathbf{M}^T(\mathbf{M}\mathbf{M}^T)^{-1} \mathbf{b}$$

mátrixegyenlet határoz meg. Az oszlopvektorok közül lépésenként kivettük azt, amelyik a legkevesebb hozadékot adta a **b = ABTS** vektor közelítésében, így kerestünk egy olyan modellt, ami tényleg csak a legbefolyásosabb változókat tartalmazza. Az alábbi módszert használtuk:

Az **M** mátrix minden oszlopának elemeiből és az **M** vektor koordinátáiból képeztünk egy-egy átlag értéket. Valójában ez a vegyületek esetén egy átlagos mérést jelent. Mivel az átlag közelíti legjobban a mért eredményeket, ezért ennek a 37 komponensű **s** sorvektornak minden komponensét rendre megszoroztuk a megfelelő együtthatóval. Ahol a szorzat abszolút értékét kicsinek találtuk, ott arra következtettünk, hogy ahhoz a szorzathoz tartozó oszlopvektor kevésbé befolyásolja a lineáris kombinációt, ahol viszont az értéket nagyra találtuk, a hozzá tartozó oszlopvektort befolyásolónak tekintettük. Ezen szorzatok abszolút értékeit *befolyásolási tényező*nek neveztük. Ezek után a lineáris kombinációt legkevésbé befolyásoló oszlopvektort, azaz a legkisebb befolyási tényezővel rendelkező vegyületet kitöröltük, és kezdtük újra a számolást, amíg a legbefolyásosabb 26 vegyületet meg nem kaptuk. Végül újra megoldjuk, a már egyértelmű megoldással rendelkező egyenletrendszert. Most a megoldást már a $\mathbf{x} = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{b}$ mátrixegyenlet adja, ahol **M** a „felesleges” oszlopok eltávolításával kapott 26 x 26-os mátrix.

A módszer előnye a két előbbi módszerhez képest, hogy az adathalmazból kiszelektáljuk a jelentőséggel feltételezhetőleg nem rendelkező változókat, így a feladat eleve kevesebb változót tartalmaz. A kiválasztási algoritmust addig alkalmazzuk, amíg határozott lineáris egyenletrendszert nem kapunk, melynek egyetlen egzakt megoldása létezik.

A végső kiértékelést is a befolyási tényezők alapján végezzük, melynek az eredményét a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat: A lineáris kapcsolat vizsgálat eredményei a befolyásolási tényezők alapján sorba rendezve

tényező		vegyület	tényező		vegyület
1.	92,99	Sziringin	6.	60,96	(+)-Katechin
2.	87,21	Koniferil alkohol-O-hexozid-O-pentozid	7.	56,35	Taxifolin-O-pentozid 1
3.	81,77	Procianidin B dimer 2	8.	56,14	Sziringinsav-di-O-hexozid 1
4.	74,78	Ismeretlen 3	9.	46,08	Koniferin izomer 2
5.	62,42	Taxifolin-O-hexozid 1	10.	41,28	Taxifolin-O-pentozid 4

3.5. Az eredmények összesítése

Mivel mindhárom kiértékelésnél az eredmények növekedését lineárisan jól közelíthetőnek találtuk, ezért a módszerek összesítésénél az egyes elemeknek a táblázatokban jelölt sorszámait összegeztük. Az így kapott összegeket növekvő sorrendben a 4. táblázat foglalja össze.

4. táblázat: A matematikai kiértékelés összegzése

összesítés		vegyület	összesítés		vegyület
1.	8	Procianidin B dimer 2	6.	33	Procianidin B dimer 5
2.	12	(+)-Katechin	7.	34	Taxifolin-O-hexozid 1
3.	19	Taxifolin-O-pentozid 4	8.	37	Kumársav-di-O-hexozid
4.	29	Taxifolin-O-hexozid 2	9.	37	Taxifolin-O-pentozid 1
5.	29	Ismeretlen 1	10.	37	Ismeretlen 5

4. Összefoglalás

Az általunk vizsgált három matematikai módszer egymástól lényegesen különbözik ezért az általunk szolgáltatott eredmények kiegészítik egymást. A lineáris korrelációs analízis esetében az ABTS vektort korreláltattuk minden egyes vegyület csúcsterület vektorával, a faktoranalízis során az összes paramétert (csúcsterület vektorok és ABTS vektor) együtt elemeztük, míg a harmadik módszerben egy speciális lineáris kapcsolatra alapuló rekurziós eljárást alkalmaztunk. A különböző módszerek más sorrendeket eredményeztek az egyes vegyületek ABTS antioxidáns hatékonyságára. Az eredményeket összesítve azt tapasztaltuk, hogy a (+)-Katechin, Procianidin B dimer 2 és a Taxifolin-O-pentozid 4 vegyületek azok amelyek leginkább meghatározzák a bükk kéreg kivonatok ABTS antioxidáns kapacitását.

Köszönetnyilvánítás – A kutatás a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával és a VKSZ_12-1-2013-0034 Agrárklíma.2 pályázat finanszírozásával készült.

Irodalomjegyzék

- HOFMANN T., NEBEHAJ E., STEFANOVITS-BÁNYAI É., ALBERT L. (2015a): Antioxidant capacity and total phenol content of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark extracts. – *Industrial Crops and Products* 77: 375-381.
- HOFMANN T., NEBEHAJ E., ALBERT L. (2015b): The high-performance liquid chromatography/multistage electrospray mass spectrometric investigation and extraction optimization of beech (*Fagus sylvatica* L.) bark polyphenols. – *Journal of Chromatography A* 1393: 96-105.
- STRATIL P., KLEJDUS B., KUBAN V. (2007): Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. – *Talanta* 71: 1741-1751.